



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

PROVINCIA DI AREZZO

CAMPAGNA DI MISURAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA LABORATORIO MOBILE ANNO 2012

**VIA CINCHIO BERTI – ZONA INDUSTRIALE LATERINA
COMUNE DI LATERINA**



Regione Toscana

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

Per esprimere il proprio giudizio sui servizi ARPAT è possibile compilare il questionario on line all'indirizzo www.arpat.toscana.it/soddisfazione



Regione Toscana
Diritti Valori Innovazione Sostenibilità



CENTRO REGIONALE TUTELA QUALITA' DELL'ARIA

Periodo di Osservazione:
7 ottobre 2011 • 15 luglio 2012

**campagna misurazione
qualita' dell'aria
laterina - postazione via Cinchio Berti**

1 FEBBRAIO 2013

A cura di :

David Magliacani

Guglielmo Tanganelli

Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria”

Il Responsabile del Settore “Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria”

(Dr.ssa Bianca Patrizia Andreini

Sommario

Introduzione.....	5
1- Postazione di misurazione	5
Caratterizzazione del contesto territoriale.....	6
Localizzazione della postazione di misurazione	8
Localizzazione della postazione di misurazione	9
2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio	10
3. Inquinanti monitorati	11
4. Riferimenti Normativi.....	11
5. Obiettivo di qualità dei dati	12
Raccolta minima dei dati.....	12
Periodo di copertura	12
6. Dati rilevati nella campagna di misurazione.....	13
Standardizzazione.....	13
6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa.....	14
Periodo di osservazione: dal 07 ottobre 2011 al 15 luglio 2012.....	14
Indicatori significativi per la salute umana	14
OZONO – Numero giorni di superamento del valore obiettivo – Indicatore media mobile di 8 ore	14
Indicatori di protezione della vegetazione (NOx).....	14
Valori dei percentili di biossido di azoto (NO ₂)	16
6.2 Confronto con i valori degli indicatori relativi alle precedenti campagne di misurazione nel territorio comunale	17
6.3 Confronto con i livelli rilevati nell'area urbana di Arezzo	18
6.5 Materiale particolato PM2,5.....	20
7- Valutazione dei risultati.....	20
Raffronto con i livelli registrati nell'area urbana di Arezzo	21
Andamenti temporali Laterina.....	22
Valutazione dei valori puntuali	22
Giorno 19 gennaio 2012	23
Giorno 22 maggio 2012	23
Giorno 30 maggio 2012	24
Giorno 3 giugno 2012	24
Giorno 4 giugno 2012	24
Distribuzione in classi di concentrazione	25
Giorno tipo.....	25
8 - Considerazioni riassuntive e finali.....	26

Allegato 1. Elaborazioni integrative.....	28
1.1 Andamenti orari dei livelli di concentrazione	28
1.2 Distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione.....	30
1.3 Giorni tipo	32
1.4 Andamenti stagionali 2011 – 2012	35
1.6 Confronto con gli andamenti registrati nell'area urbana di Arezzo	36
Biossido di azoto NO ₂ – valori medi orari	36
Materiale particolato PM2,5 - valori medi giornalieri	36
1.7 Grafici a dispersione Laterina/Area Urbana di Arezzo.....	37
Materiale Particolato PM2,5.....	37
1.8 Valutazione dei valori puntuali	38
giorno 19 gennaio 2012	38
giorno 30 maggio 2012	39
giorno 3 giugno 2012	40
giorno 22 maggio 2012	41
giorno 4 giugno 2012	41
Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori	43
Allegato 3 elaborazione dei dati meteorologici	44
Velocità del vento	44
Rosa dei venti stagionale	46
Allegato 4. Meccanismi di formazione degli inquinanti	48
Allegato 5. Limiti normativi.....	51

Introduzione

La presente campagna di misurazione della qualità dell'aria, è stata effettuata su richiesta dell'Amministrazione Comunale di Laterina allo scopo di caratterizzare lo stato della qualità dell'aria nella Zona Industriale di Laterina, questo a seguito delle numerose segnalazioni effettuate dalla popolazione residente nelle zone limitrofe riguardanti emissioni in atmosfera moleste, anche di natura odorigena.

La zona del Comune di Laterina è stata monitorata in precedenza mediante una campagna di misurazione indicativa effettuata con il mezzo mobile in P.za Grèasque (zona Porta Rossa) nel periodo di osservazione 24 aprile 2007 – 21 gennaio 2008; inoltre, la zona industriale è stata oggetto di misurazioni di qualità dell'aria anche nell'anno 1995 mediante una campagna spot dalla durata di 15 giorni (dal 31 ottobre al 14 novembre) sempre nella zona industriale di Laterina.

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 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 con 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 in via Cinchio Berti in prossimità del fabbricato che è stato sede della Ditta SAICO.

Tabella 1.1 informazioni generali postazione di misurazione

Nome Postazione	Zona Industriale Laterina – Via Cinchio Berti
Coordinate Geografiche (Gauss Boaga)	LONG E 1719269 LAT N 4820172
Quota (metri s.l.m.)	176
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5
Tipologia della postazione di misurazione	Periferica-Industriale
Periodo Osservazione	07 ottobre 2011 – 15 luglio 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	230
Estensione dell'area (Km ²)	0,16



La zona industriale di Laterina è ubicata nella pianura alluvionale del fiume Arno, compresa tra il Paese di Laterina (234 mt slm, posizionato in direzione Nord rispetto alla Zona Industriale) ed il fiume Arno (posizionato in direzione Sud rispetto alla 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.

L'edificato industriale è sviluppato lungo le tre principali vie di comunicazione, preposte alla circolazione del traffico locale.

Le attività produttive, in prevalenza artigianali, 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 affinazione, nonché di recupero di metalli preziosi da spazzature orafe.

L'orografia dell'area è caratterizzata, dalla presenza della pianura alluvionale del fiume Arno (187 slm) e dalla presenza di una serie di colline in direzione Nord-Est e Sud-Ovest dall'altezza massima di circa 250 mt.

Nelle direzioni Nord-Nord-Ovest – Nord dalla postazione di misurazione, sono ubicate le Aziende SAMPA (circa 150 metri) e DOMA (circa 60 metri); entrambe le aziende appartengono al settore orafa con cicli di produzione coerenti a quelli indicati sopra.

La precedente postazione di misurazione indicativa di qualità dell'aria di P.za Grèasque (periodo di osservazione 2007 – 2008), era ubicata, rispetto alla postazione di Via C. Berti, ad una distanza di circa 350 metri in direzione Nord-Est; il Paese di Laterina si trova ad una distanza di circa 800 metri nella direzione Nord, Nord-Nord-Est e Nord-Est.

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

La zona è caratterizzata da venti prevalenti provenienti dai settori Sud-Sud-Ovest (20 % dei casi, tipicamente nelle stagioni della primavera e dell'estate) e Nord-Nord-Est (14 % dei casi, tipicamente nella stagione dell'autunno); sono inoltre presenti venti provenienti dai settori Sud (11 % dei casi), Sud-Ovest (8 % dei casi) e Nord-Ovest (8 % dei casi). I settori Sud, Sud-Sud-Ovest e Sud-Ovest sono quelli che mettono sottovento l'abitato di Laterina rispetto alla zona industriale e che pertanto possono determinare le condizioni per eventuali disturbi di natura emissiva.

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



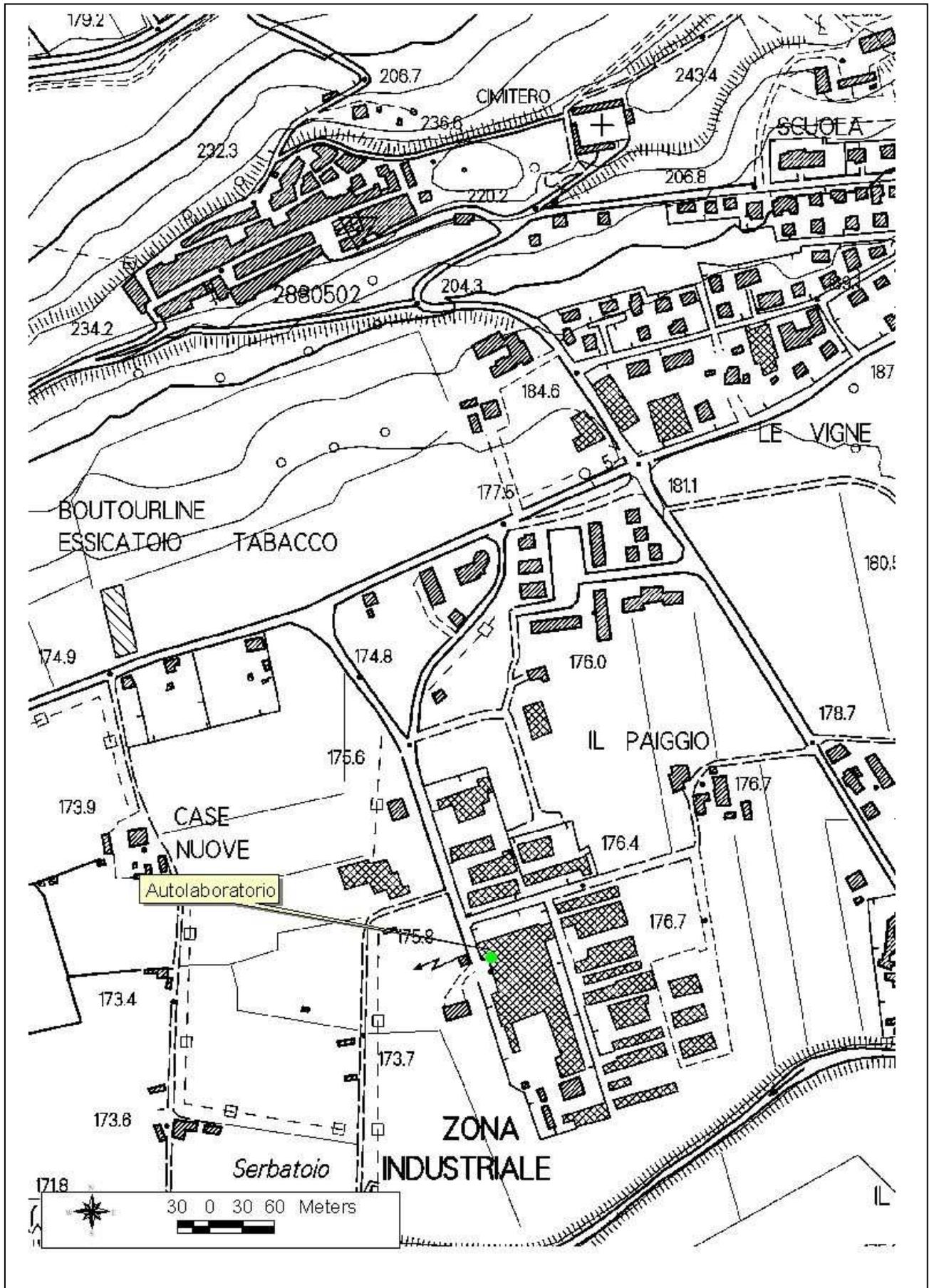
VISTA OVEST



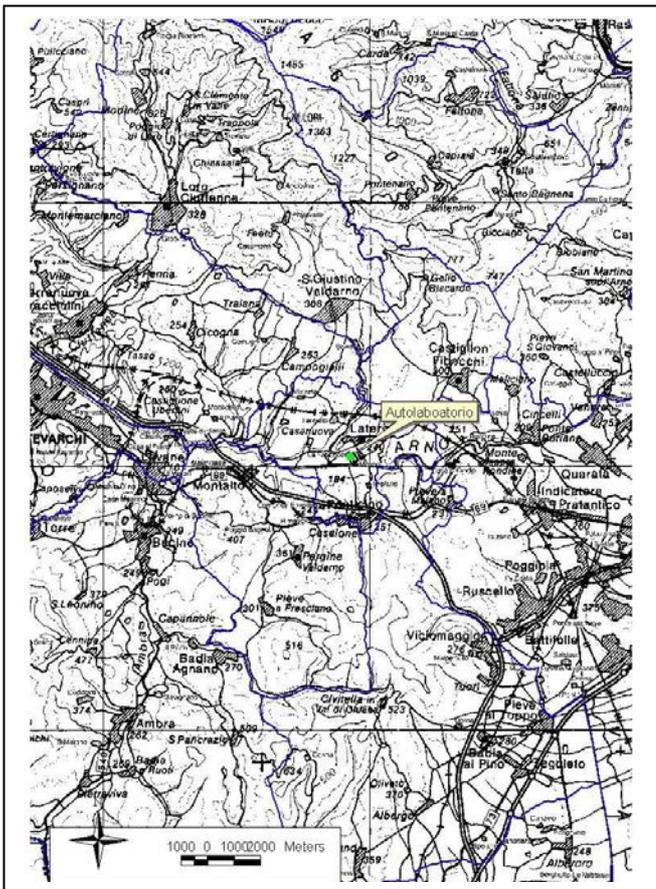
Localizzazione della postazione di misurazione

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

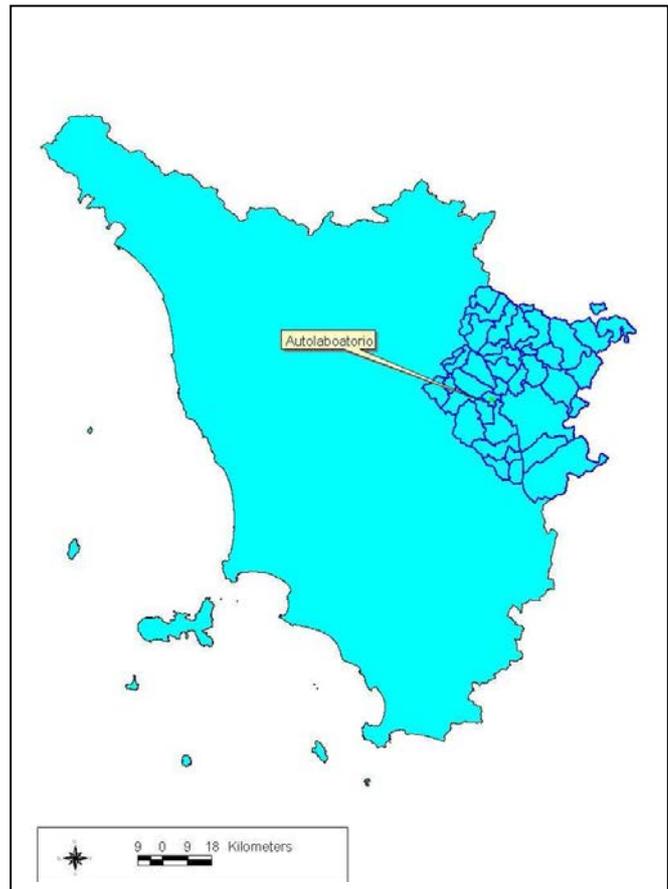
Mappa 1.2 localizzazione della postazione di misurazione



Mappa 1.3 Comune di Laterina Scala 1:150000



Mappa 1.4 Regione Toscana Scala 1:500000



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 17 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.

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 Laterina, sono stati effettuati complessivamente 70 giorni di misurazione distribuiti nell'arco di un anno.

La tabella sottostante, mostra i periodi di osservazione della campagna di misurazione effettuata nella postazione di Laterina nell'intervallo temporale 07 ottobre 2011 – 15 luglio 2012:

tabella 2.1 piano di utilizzo autolaboratorio postazione Laterina – Via Cinchio Bertini:

Stagione	Periodo	numero giorni
Autunno 2011	07 – 24/10/2011	18
Inverno 2012	10 - 25/01/2012	16
Primavera 2012	19/05 - 04/06/2012	17
Estate 2012	27/06 - 15/07/2012	19
TOTALE		70

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-NO₂),
 - ozono (O₃),
 - monossido di carbonio (CO),
 - materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}),
 - anidride solforosa (SO₂),
 - benzene (C₆H₆)
- 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_{2,5} è stato utilizzato lo strumento automatico FAG mod. FH 62 I-N, inv. n. 4688, prodotto dalla ditta FAG Kugelfischer (ESM Andersen), Germania, basato sul principio di misura dell'assorbimento di raggi β, mezzo di filtrazione rappresentato da un nastro 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. E' stato impiegato il dispositivo di separazione granulometrica PM 2,5 TCR – TECORA con flusso di aspirazione 1 m³/h.

Il monitoraggio del benzene è stato effettuato attraverso campagne discontinue manuali con campionatori passivi e successiva determinazione in laboratorio mediante metodo interno basato sulla tecnica analitica della gascromatografia FID (limite di rilevabilità = 1 µg/m³). Il piano di monitoraggio 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 17 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 (70 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 1.680 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 ₂	O ₃	PM _{2,5}	SO ₂	VV	DV
Laterina	98	99	97	100	97	100	90

CO = monossido di carbonio

NO₂ = biossido di azoto

O₃ = ozono

PM_{2,5} = materiale particolato PM_{2,5}

SO₂ = 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 (70 giorni distribuiti nell'anno) pari al 19 %, 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 effettuate nel territorio comunale (campagna spot anno 1995/campagna misurazione indicativa P.za Grèasque anno 2007-2008);
- 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;
- andamenti stagionali degli indicatori.

Standardizzazione

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa (μg o mg) per metro cubo di aria (m^3) sono riferiti alla temperatura di 293°K e alla pressione atmosferica di 101.3 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 Laterina nell'intera campagna 2011- 2012

CO mg/m^3	NO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO_x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM_{2,5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
0,3	19	33	16	1,0	6	53

CO = monossido di carbonio

NO₂ = biossido di azoto

NO_x = ossidi di azoto totali

PM_{2,5}= materiale particolato PM_{2,5}

SO₂ = anidride solforosa

O₃ = ozono

6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa

Periodo di osservazione: dal 07 ottobre 2011 al 15 luglio 2012.

Indicatori significativi per la salute umana

Tabella 6.1.1 indicatori di protezione della salute umana

INDICATORE	Laterina – Via Cinchio Berti 07/10/2011 – 15/07/2012	LIMITE
NO ₂ Max Orario (µg/m ³)	79	200
NO ₂ Media (µg/m ³)	19	40
CO media mobile 8 Ore (mg/m ³)	1,1	10
O ₃ media mobile 8 ore (µg/m ³)	130	120
O ₃ Max 1 Ora (µg/m ³)	147	180
PM _{2,5} Media (µg/m ³)	16	25
SO ₂ Max Media giornaliera (µg/m ³)	18	125
SO ₂ Max Orario (µg/m ³)	22	350
C ₆ H ₆ Media (µg/m ³)	1	5

CO = monossido di carbonio

NO₂ = biossido di azoto

NOx = ossidi di azoto totali

O₃ = ozono

PM_{2,5} = materiale particolato PM_{2,5}

SO₂ = anidride solforosa

C₆H₆ = 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
Laterina	4
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 NO₂

Postazione di misurazione	Laterina	LIMITE
NOx media (µg/m ³)	33	30

Il valore limite relativo agli ossidi di azoto NOx (espressi come NO₂) 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

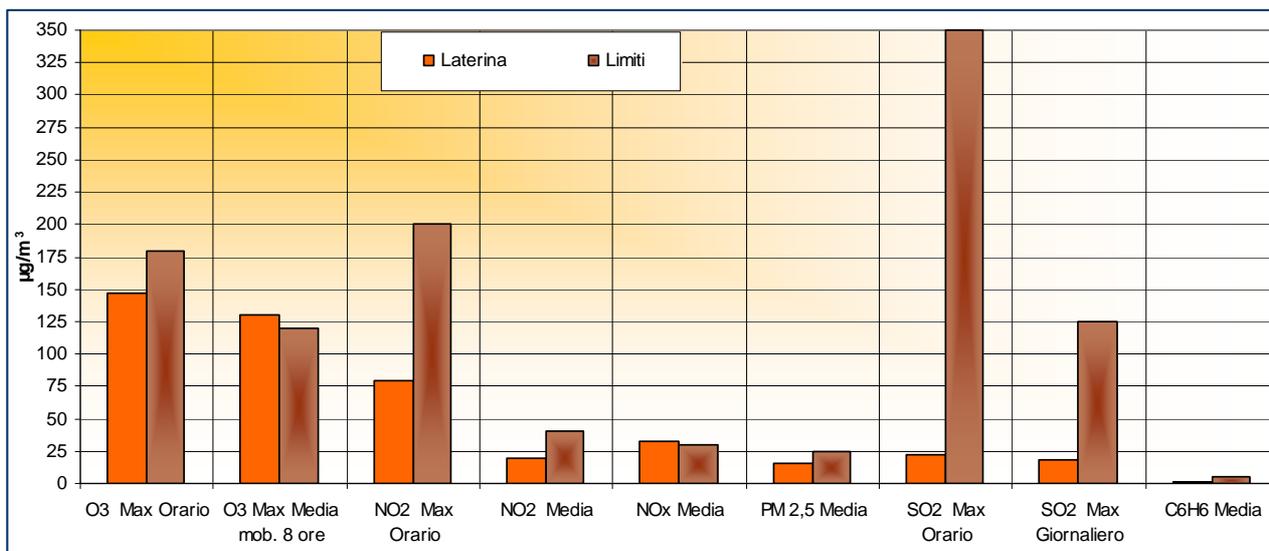
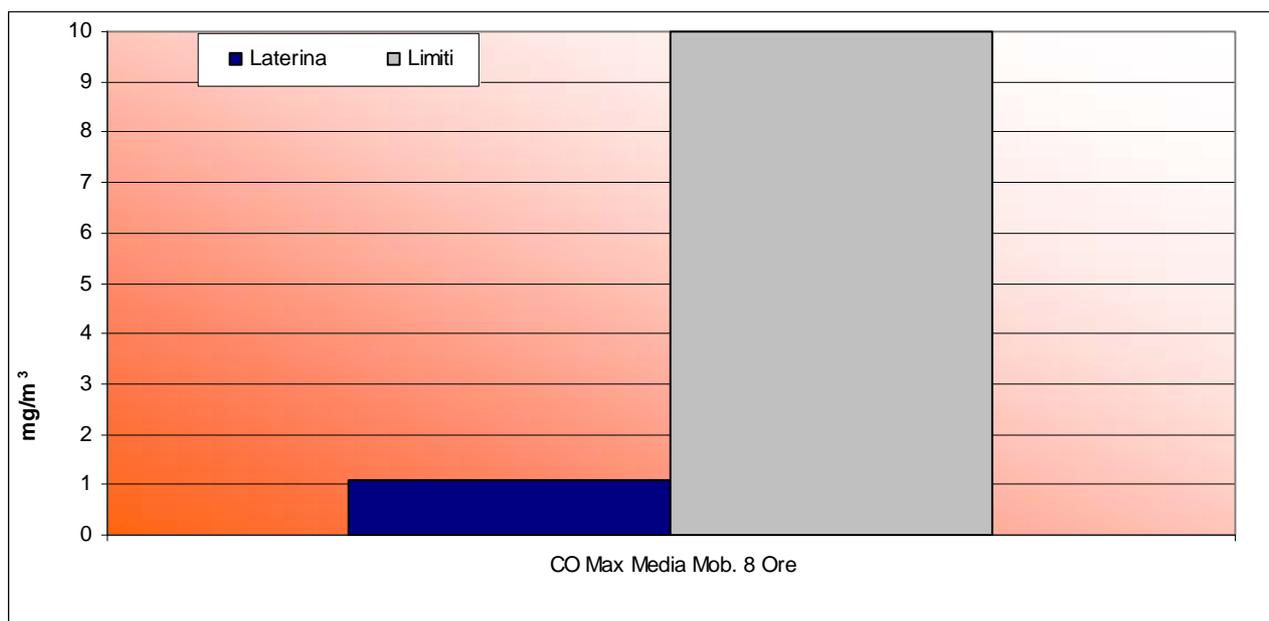


Grafico 6.1.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria monossido di carbonio

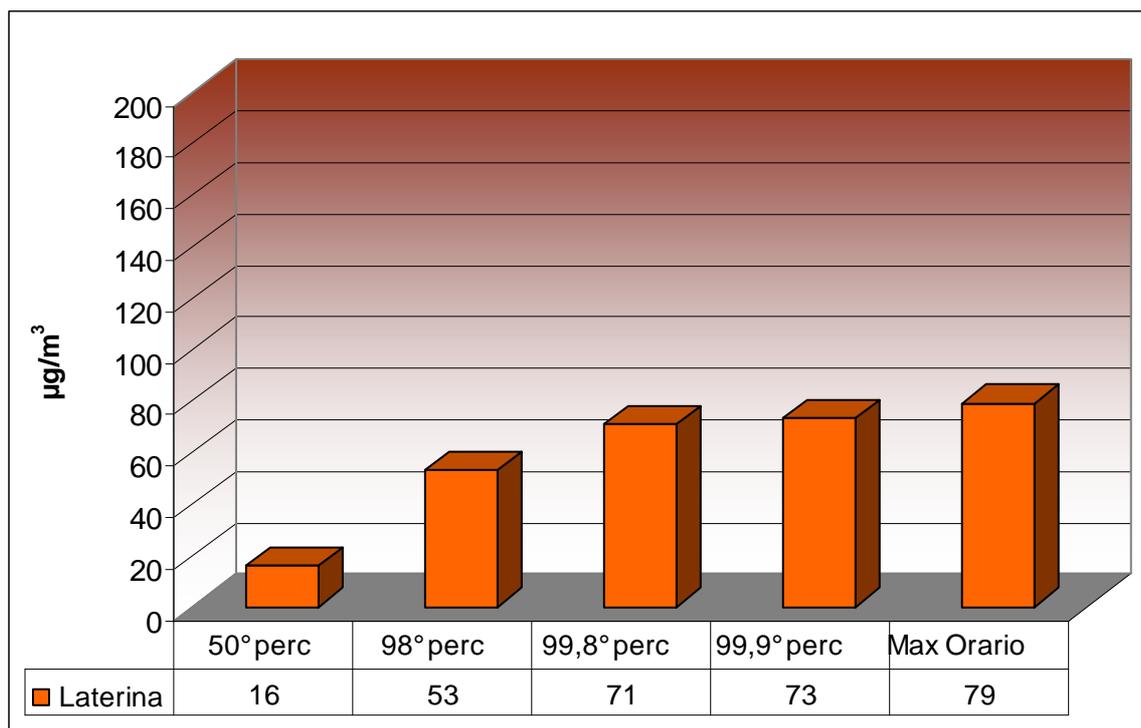


Valori dei percentili di biossido di azoto (NO₂)

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/m³ e per il 50° percentile, un valore guida di 50 µg/m³. La normativa vigente prevede per i dati mostrati nell'istogramma, il solo valore limite per l'indicatore del valore massimo orario (200 µg/m³).

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 riportano in dettaglio il confronto tra gli indicatori di qualità dell'aria della campagna 2011-2012 e la precedente campagna 2007-2008 effettuata nella postazione di P.za Grèasque. Per quanto attiene la campagna spot effettuata tra il mese di ottobre e novembre 1995 si presentano le elaborazioni con i soli valori delle campagne autunnali relative alle misurazioni effettuate nel periodo di osservazione 2011-2012 e 2007-2008.

Grafico 6.2.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 2007-2008 e 2011-2012 – ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato PM10-PM2,5, ed anidride solforosa

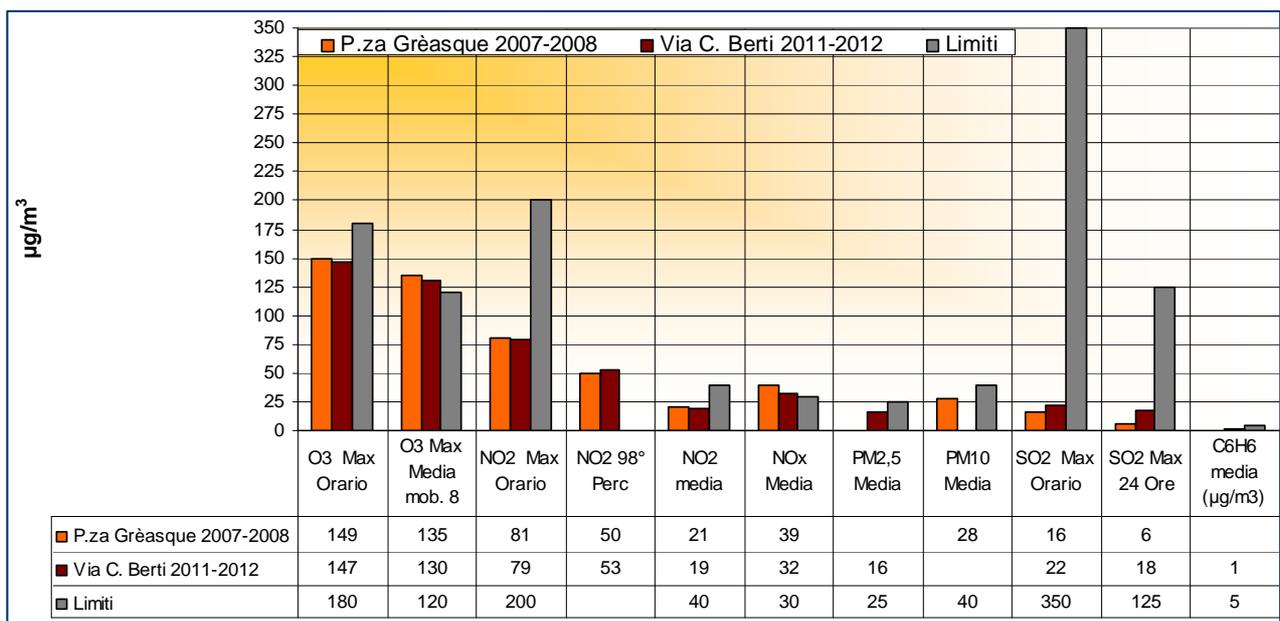
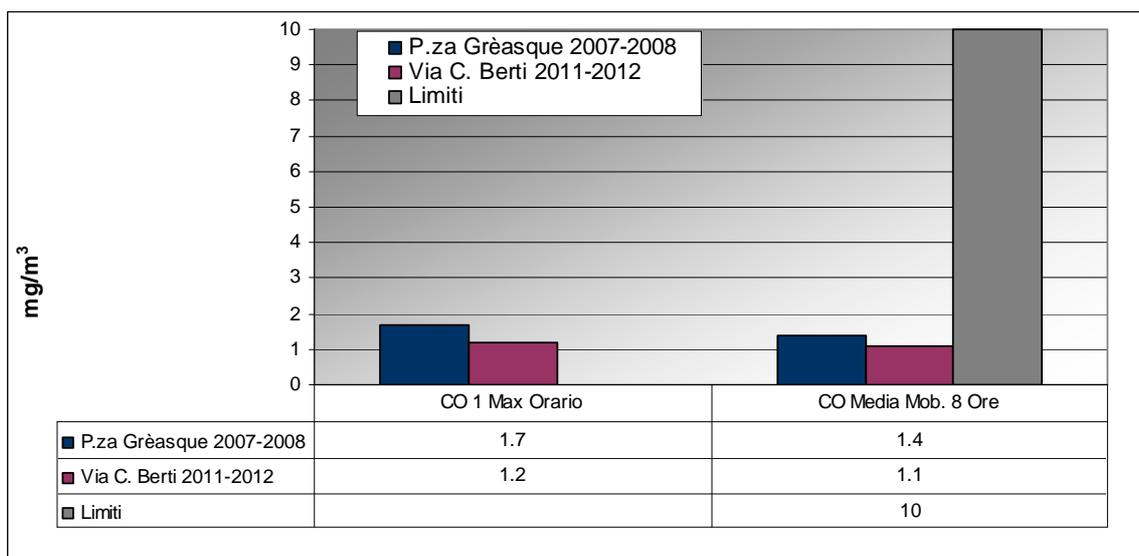


Grafico 6.2.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 2007-2008 e 2011-2012 – monossido di carbonio



CO = monossido di carbonio
 O₃ = ozono
 C₆H₆ = benzene

NO₂ = biossido di azoto
 PM_{2,5} = materiale particolato PM_{2,5}
 PM₁₀ = materiale particolato PM₁₀

NO_x = ossidi di azoto totali
 SO₂ = anidride solforosa

Grafico 6.2.3 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne spot autunnali 1995, 2007-2008 e 2011-2012 – ozono, biossido di azoto, ed anidride solforosa

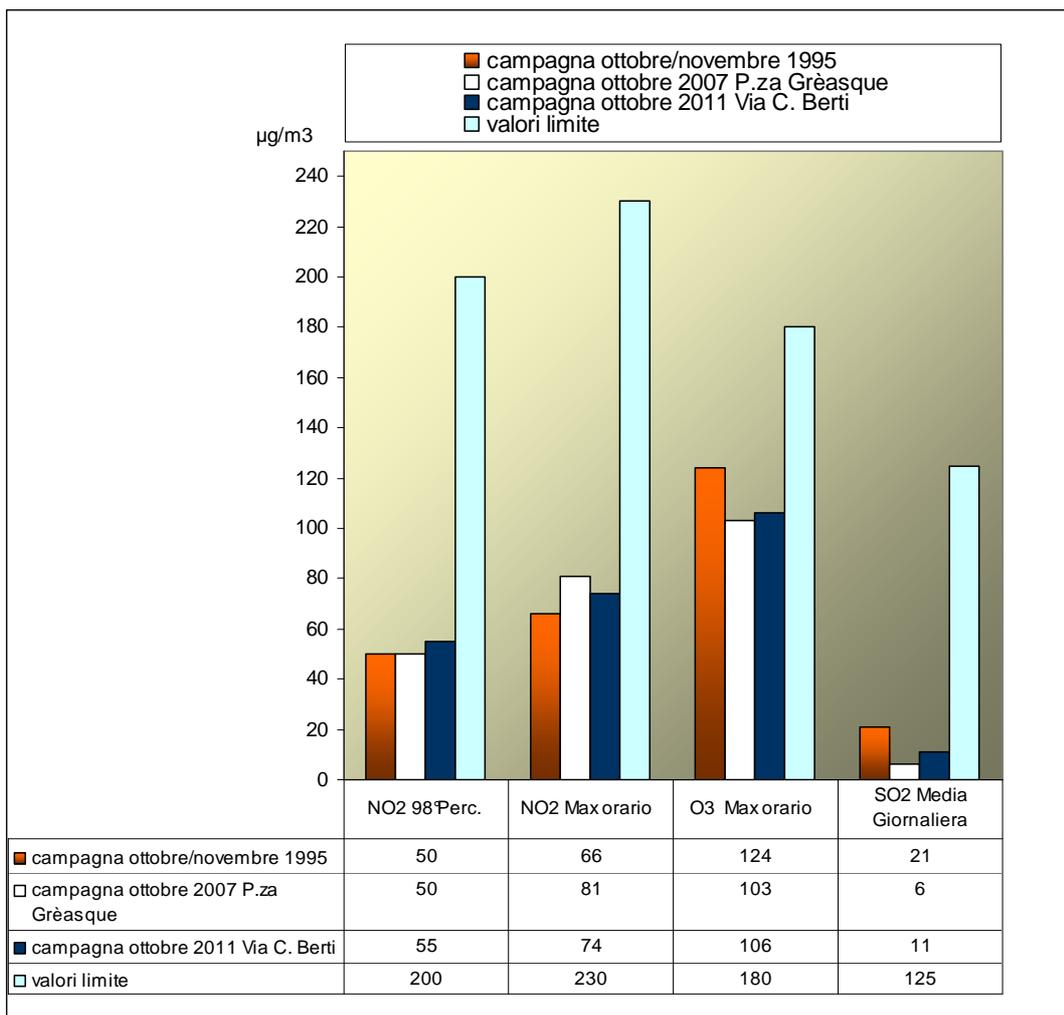
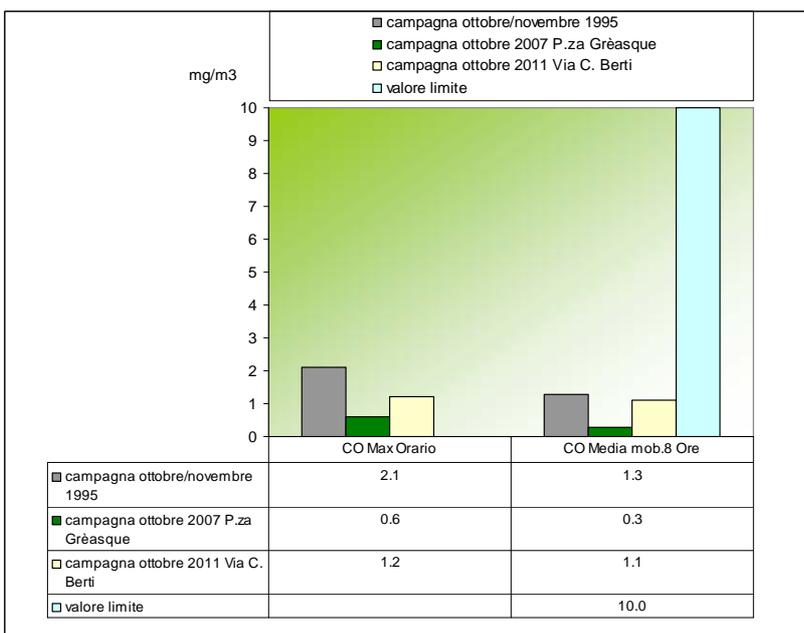


Grafico 6.2.4 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne spot autunnali 1995, 2007-2008 e 2011-2012 – monossido di carbonio



6.3 Confronto con i livelli rilevati nell'area urbana di Arezzo

grafico 6.3.1. istogramma valori degli indicatori di NO₂, NO_x, PM_{2,5} Laterina/Area Urbana Arezzo

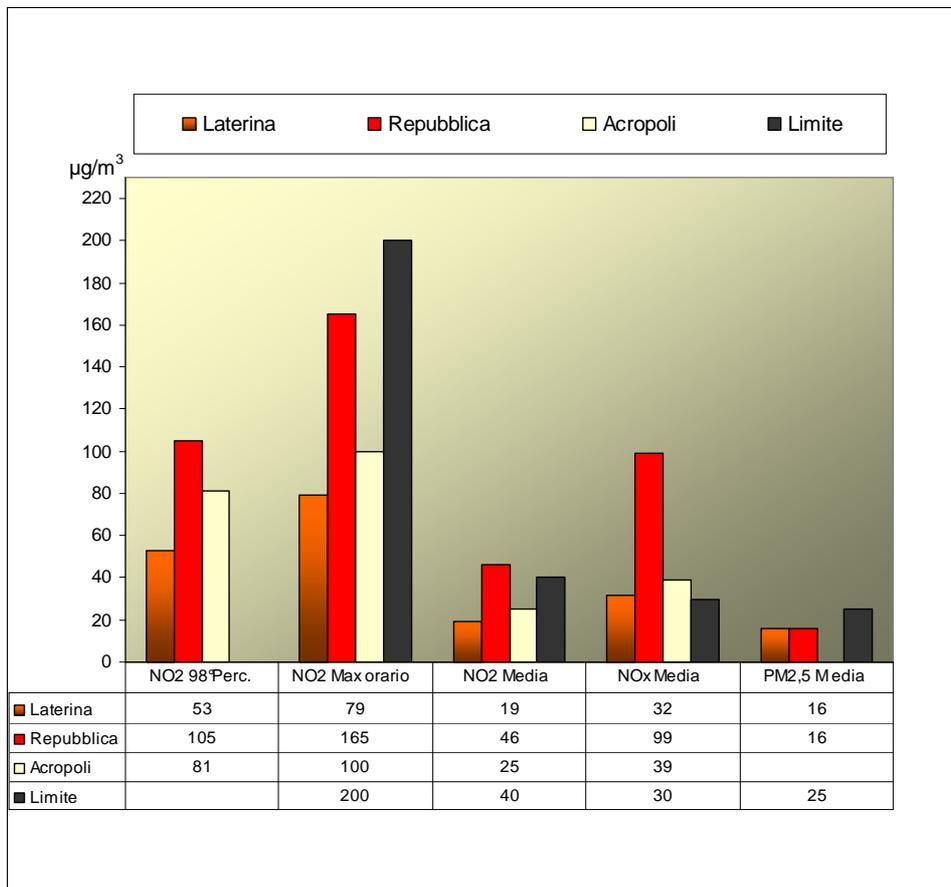
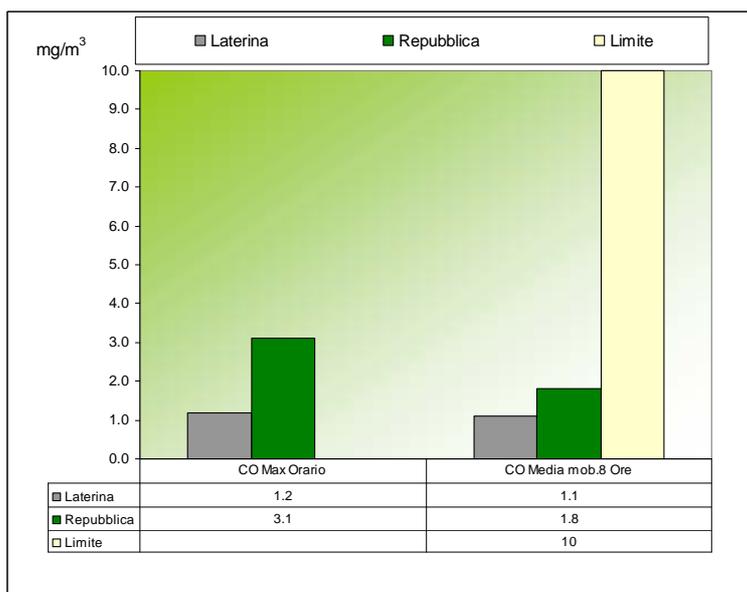


grafico 6.3.2 istogramma valori degli indicatori di CO Laterina/Area Urbana Arezzo



CO = monossido di carbonio
 NO₂ = biossido di azoto
 NO_x = ossidi di azoto totali
 PM_{2,5} = materiale particolato PM_{2,5}

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Laterina	16	58

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 Arezzo (stazione di misurazione fissa di P.za Repubblica), si riscontrano valori medi annuali equivalenti a quelli misurati nella postazione di Laterina ad indicare che la distribuzione spaziale a livello provinciale 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 Laterina è stato ottenuto il valore massimo giornaliero di PM2,5, superiore al valore guida OMS, il giorno 19 gennaio 2012 ($58 \mu\text{g}/\text{m}^3$); complessivamente sono stati registrati 3 giorni (4 %) di superamento nei 70 giorni relativi all'intera campagna di misurazione, i quali si sono verificati tutti nella stagione invernale. Nello stesso periodo di osservazione, nell'area urbana di Arezzo (P.za Repubblica) i superamenti del valore guida OMS sono stati più del triplo (10 casi pari al 14 % dell'intero periodo di osservazione); i valori massimi delle medie giornaliere delle due stazioni messe confronto sono invece sostanzialmente equivalenti.

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 **SO₂** 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 (-36 %) 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 (media annuale e valore massimo orario) registrano livelli di concentrazione poco inferiori 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 (1,5), ad indicare che la zona non è stata caratterizzata, nel periodo delle misurazioni, da livelli di concentrazione oraria significativa; inoltre, il marcato scarto tra il valore massimo orario ed il valore medio di tutto il periodo (100 %), mette in evidenza che i livelli di picco orari 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.

Queste valutazioni sono consolidate dalle elaborazioni relative alla distribuzione dei valori medi orari di biossido di azoto, nel quale i valori massimi (classe di concentrazione da 71 a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) rappresentano lo 0,3 % dei dati nell'intera campagna di misurazione.

L'indicatore relativo alla media annuale degli **ossidi di azoto - NOx** (espressi come NO₂) – (Tabella 6.1.3) è di poco superiore 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. Al di fuori delle zone rurali, questo indicatore non è mai rispettato; la situazione rilevata a Laterina, pur se riferita ad una postazione di misurazione di tipo industriale, è comunque inferiore all'area urbana di Arezzo (-200 % rispetto a P.za Repubblica; -18 % rispetto ad Acropoli).

Si mette in evidenza che i valori relativi agli indicatori della media mobile di 8 ore massima giornaliera di monossido di carbonio – CO e del valore massimo orario di biossido di azoto – NO₂ sono maggiori di circa 2 volte nella stazione di misurazione di traffico di Arezzo P.za Repubblica (rapporto Repubblica/Laterina CO = 2; rapporto Repubblica/Laterina NO₂ = 2,1) e di 1,3 volte nella stazione di fondo urbano di Arezzo Acropoli (solo per indicatore di NO₂). Nell'anno 2012 la sola postazione urbana di Arezzo P.za Repubblica ha registrato 1 solo caso di superamento del valore limite per il valore massimo orario di biossido di azoto – NO₂ a fronte dei 18 casi di superamenti/anno ammessi dalla normativa. Se pertanto si considera che le stazioni dell'area urbana di Arezzo presentano valori più elevati della postazione di Laterina (monossido di carbonio – CO: 2 volte più elevati in P.za Repubblica; biossido di azoto – NO₂: 1,3 volte più elevati ad Acropoli) è da ritenere che la postazione di Laterina non sia ragionevolmente caratterizzata da valori di monossido di carbonio (medi mobile 8 ore massima giornaliera) e biossido di azoto (valore massimo orario) difformi ai relativi valori limite.

Per quanto attiene l'**ozono** (Tabella 6.1.2), sono stati registrati 14 casi di superamento del valore bersaglio di protezione della salute umana (indicatore della media mobile di 8 ore massima giornaliera) distribuiti in 4 giorni del periodo della primavera e dell'estate (giorni 29 maggio, 4, 5, e 6 luglio 2012); 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 alla precedente campagna di misurazione effettuata nel territorio comunale (P.za Gréasque) periodo di osservazione 2007–2008 (Tabella 6.2.1) si rileva una sostanziale equivalenza dei valori di ossidi di azoto (sia NOx che NO₂), sono riscontrate differenze per alcuni agenti inquinanti meno significativi quali il biossido di zolfo (Via Cinchio Berti, media degli indicatori +47 %) ed il monossido di carbonio (Via Cinchio Berti, media degli indicatori -34 %). Il contesto di stabilità degli ossidi di azoto è confermato anche riferendosi alla campagna spot effettuata nella zona industriale nell'anno 1995.

Raffronto con i livelli registrati nell'area urbana di Arezzo

Per quanto attiene i valori degli indicatori di qualità dell'aria (grafico 6.3.1.), la postazione di Laterina presenta dati inferiori sia alla stazione di misurazione di fondo urbana di Acropoli (media indicatori di biossido di azoto - NO₂ di Acropoli +37 % rispetto a Laterina) sia alla stazione da traffico di P.za della Repubblica (media indicatori di biossido di azoto - NO₂ di P.za Repubblica +116 % rispetto a Laterina; media indicatori di monossido di carbonio - CO di P.za Repubblica +111 % rispetto a Laterina).

La situazione fra Laterina e l'area urbana di Arezzo cambia per quanto riguarda i valori medi di PM_{2,5}, i quali sono caratterizzati da valori equivalenti (coefficiente correlazione delle concentrazioni medie giornaliere delle due stazioni: $R^2 = 0,7$). Questa situazione è stata già messa in evidenza anche per altre zone della provincia nel quale è stato misurato il PM_{2,5}. Per quanto attiene il numero dei superamenti del valore obiettivo OMS (media giornaliera = 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) la situazione è diversa rispetto alla media annuale, poiché la postazione di Laterina ha registrato 1/3 dei superamenti registrati dalla stazione di Arezzo P.za Repubblica.

Andamenti temporali Laterina

Gli andamenti dei valori orari e giornalieri (Allegato 1, grafici 1.1.1-5), mettono bene in rilievo, nella stagione invernale, la presenza di concentrazioni più elevate corredate da livelli massimi tra i più elevati dell'intera campagna di misurazione (si segnala a tal proposito per il PM_{2,5} il giorno 19 gen

naio 2012); questi sono i tipici effetti del fenomeno meteo dell'inversione termica la quale determina l'accumulo degli inquinanti al suolo. Dall'analisi dei valori medi orari sono rilevati inoltre, anche isolati livelli di picco di PM_{2,5} nei giorni 30 maggio e 3 giugno 2012, e per il biossido di azoto NO₂ nei giorni 22 maggio e 4 giugno 2012 che saranno valutati nel capitolo relativo ai valori puntuali.

Per quanto attiene le variazioni stagionali i livelli medi più elevati sono stati riscontrati nella stagione invernale (NO_x-NO₂-PM_{2,5}). I valori medi di PM_{2,5} delle restanti stagioni sono stabili; i valori massimi orari di biossido di azoto NO₂ sono sostanzialmente equivalenti (72-79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ad esclusione del periodo estivo in cui subiscono un decremento.

il biossido di zolfo – SO₂ presenta invece variazioni stagionali peculiari caratterizzato da valori più elevati nel periodo estivo e della primavera.

Valutazione dei valori puntuali

Come valutato nel precedente capitolo, sono stati rilevati alcuni casi di livelli di concentrazione più elevati rispetto a quelli registrati nel restante periodo di osservazione della campagna. La casistica, riconducibile a 5 eventi, riguarda i giorni 19 gennaio, 22 e 30 maggio, 3 e 4 giugno 2012, per i quali sarà effettuata nel presente capitolo una valutazione più approfondita mediante esame dei valori puntuali (medie al minuto minime e massime registrate dal sistema di acquisizione).

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 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.

Giorno 19 gennaio 2012

Materiale particolato PM_{2,5}:

L'esame dei valori puntuali massimi (medie minuto) di PM_{2,5} registrati il giorno 19 gennaio 2012 mette in evidenza la presenza di due valori significativi alle ore 12:00 ed alle ore 12:11 non in linea con i restanti valori massimi al minuto registrati nello stesso giorno (Allegato 1 tabella 1.8.1.); 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 13 rispetto alla media dei restanti valori orari è stato del 56 % mentre per il valore puntuale massimo (medie minuto), l'incremento del dato massimo registrato alle ore 12:11 rispetto alla media dei restanti valori massimi al minuto registrati nella giornata è stato del 59 %.

Il valore medio giornaliero di PM_{2,5} non è pertanto risultato conforme (media giornaliera PM_{2,5} Laterina = 58 µg/m³ - Valore guida OMS = 25 µg/m³) al Valore Guida OMS fissato al fine di definire un obiettivo sfidante per le Pubbliche Amministrazioni¹. Le considerazioni sul numero di superamento del Valore Guida OMS sono espresse al capitolo 6.5.

La direzione di provenienza del vento alle ore 13 è stata quella di Nord-Est con velocità del vento oraria modesta pari a 0,9 m/sec (bava di vento). La velocità del vento massima oraria della campagna è stata di 10,8 m/sec, la velocità media campagna è stata di 1,3 m/sec.

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza direzioni di provenienza del vento per i settori Nord-Est (50 % dei casi), ed Est-Nord-Est (25 % dei casi); a prescindere dalla valutazione della frequenza, l'elaborazione grafica ha messo anche in evidenza che i livelli medi più elevati di PM_{2,5} (70 e 66 µg/m³) sono stati registrati per i settori Est-Sud-Est e Nord-Est.

Giorno 22 maggio 2012

Ossidi di azoto – NO_x/NO₂:

L'esame dei valori puntuali massimi (medie minuto) di biossido di azoto NO₂ registrati il giorno 22 maggio (Allegato 1 tabella 1.8.4.), mette in evidenza la presenza di valori massimi significativamente più elevati rispetto ai valori massimi puntuali registrati nell'intera giornata alle ore 10:05 (185 µg/m³) alle ore 13:21 (251 µg/m³) ed alle 15:43 (199 µg/m³). Alle ore 11, il valore puntuale (media massimo al minuto) registrato è stato più elevato rispetto al relativo valore orario del +72 %, alle ore 14 del +96 % ed alle ore 16 del +78 %; si ricorda che tutti i valori orari, come peraltro già affermato nel capitolo del raffronto con i valori limite, sono conformi al relativo valore limite.

In fase di controllo alla strumentazione è stato percepito alle ore 9:55 un forte odore pungente il quale ha determinato l'innalzamento degli ossidi di azoto fino a raggiungere il valore di ossidi di azoto totali - NO_x di 268 µg/m³ e di 200 µg/m³ di monossido di azoto - NO; l'evento è stato di breve durata (qualche minuto) e pertanto non ha avuto un peso significativo sul valore medio orario di biossido di azoto NO₂, il quale si è mantenuto su livelli attorno al 25 % del valore limite (200 µg/m³).

La direzione di provenienza del vento alle ore 11, e alle ore 14 è stata quella di Nord-Nord-Est mentre alle ore 16 di Nord; la velocità media oraria, poco rilevante è da ricondurre alla bava di vento ed alla brezza leggera (1,6 m/sec alle ore 11; 1,1 m/sec alle ore 14 e 2,1 m/sec alle ore 16).

Nell'intera campagna di misurazione è stata registrata una velocità del vento massima oraria di 10,8 m/sec ed un valore di velocità media di 1,3 m/sec.

¹ la legislazione che disciplina la qualità dell'aria ha definito per il PM_{2,5} il solo valore limite relativo alla media annuale

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza direzioni di provenienza del vento per i settori Nord-Nord-Est (21 % dei casi), Nord-Nord-Ovest (16 % dei casi) e Nord (10 % 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 NO₂ sono stati registrati per le direzioni di Nord (27 µg/m³), di Nord-Nord-Est (23 µg/m³) e Sud (22 µg/m³).

Si rileva che il settore Nord, è sostanzialmente riferibile, in relazione al posizionamento dell'autolaboratorio, all'ubicazione degli impianti SAMPA e DOMA nella zona industriale.

Giorno 30 maggio 2012

Materiale particolato PM2,5:

La valutazione dei valori orari di PM2,5 registrati il giorno 30 maggio 2012 (Allegato 1 tabella 1.8.2.) ha messo in evidenza la presenza di un valore massimo alle ore 2 (97 µg/m³); il corrispettivo valore puntuale massimo registrato in questa ora è stato più elevato del 27 % (134 µg/m³).

Il valore medio giornaliero di PM2,5 è risultato in ogni modo conforme (media giornaliera PM2,5 Laterina = 18 µg/m³ – Valore guida OMS = 25 µg/m³) al Valore Guida OMS fissato al fine di definire un obiettivo sfidante per le Pubbliche Amministrazioni².

La direzione di provenienza del vento alle ore 2, relativa al settore Sud è stata caratterizzata da una velocità media oraria, poco rilevante da ricondurre alla bava di vento (0,6 m/sec).

Nell'intera campagna di misurazione è stata registrata una velocità del vento massima oraria di 10,8 m/sec ed un valore di velocità media di 1,3 m/sec.

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza direzioni di provenienza del vento per i settori Nord-Nord-Ovest (26 % dei casi), Nord-Ovest (21 % dei casi) e Sud-Ovest (16 % dei casi); a prescindere dalla valutazione della frequenza, l'elaborazione grafica ha messo anche in evidenza che i livelli medi più elevati di materiale particolato PM2,5 sono stati registrati per le direzioni di Sud (24 µg/m³), di Nord-Ovest (20 µg/m³) e Sud-Sud-Ovest (17 µg/m³).

In questo caso la correlazione con la direzione del vento mette in evidenza dati significativi per più settori ad indicare che non vi è stata una sorgente specifica; il valore massimo di PM2,5 registrato alle ore 2 indica tuttavia il settore sud, riferibile alla zona del fiume Arno anche se occorre considerare che la velocità del vento è stata non significativa e che pertanto potrebbero aver fornito un contributo maggiormente significativo proprio le sorgenti di emissione puntuali ubicate nell'intorno della postazione.

Giorno 3 giugno 2012

Materiale particolato PM2,5:

Dall'esame dei valori orari PM2,5 registrati il giorno 3 giugno (Allegato 1 tabella 1.8.3.) traspare la presenza di un valore più elevato (82 µg/m³ alle ore 19) rispetto agli altri misurati nello stesso giorno; per quanto attiene i valori puntuali massimi sono stati registrati valori significativi alle ore 0:52 (76 µg/m³) alle ore 18:00 (79 µg/m³) ed alle ore 18:19 (124 µg/m³). Rispetto ai corrispondenti valori orari, i valori puntuali hanno registrato un incremento del +47 % (ore 1:00), del +77 % (ore 18:00) e del +35 % (ore 19:00).

Il valore medio giornaliero di PM2,5 è risultato in ogni modo conforme (media giornaliera PM2,5 Laterina = 19 µg/m³ – Valore guida OMS = 25 µg/m³) al Valore Guida OMS fissato al fine di definire un obiettivo sfidante per le Pubbliche Amministrazioni².

² la legislazione che disciplina la qualità dell'aria ha definito per il PM2,5 il solo valore limite relativo alla media annuale

La direzione di provenienza del vento alle ore 18 e 19 è stata quella di Sud-Sud-Ovest, mentre alle ore 1 è stata quella di Nord-Est; alle ore 1 la velocità del vento è stata modesta (bava di vento) ed alle ore 18 e 19 è stata un po' più sostenuta (brezza leggera – ore 18 = 3,2 m/sec; ore 19 = 2,1 m/sec).

Nell'intera campagna di misurazione è stata registrata una velocità del vento massima oraria di 10,8 m/sec ed un valore di velocità media di 1,3 m/sec.

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza direzioni di provenienza del vento per i settori di Sud-Ovest (48 % dei casi), Sud-Sud-Ovest (48 % dei casi) e Sud (19 % dei casi); a prescindere dalla valutazione della frequenza, l'elaborazione grafica evidenzia anche che i livelli medi più elevati di PM_{2,5} (82 µg/m³) sono stati registrati per la direzione di Sud-Ovest e Nord-Est (28 µg/m³).

Giorno 4 giugno 2012

Ossidi di azoto – NO_x/NO₂:

L'esame dei valori puntuali massimi (medie minuto) di biossido di azoto NO₂ registrati il giorno 04 giugno (Allegato 1 tabella 1.8.5.), mette in risalto la presenza di valori massimi significativamente più elevati rispetto ai valori massimi puntuali registrati nell'intera giornata alle ore 14:55 (297 µg/m³), alle ore 15:01 (237 µg/m³) ed alle 17:28 (1094 µg/m³). Questi valori puntuali (media massimo al minuto) sono stati più elevati rispetto ai relativi valori orari mediamente del +89 % (minimo +84%; massimo +93%).

Per i tre casi analizzati, la direzione di provenienza del vento è stata variabile: alle ore 15 il settore di provenienza è stato Nord, alle ore 16 Sud-Sud-Est ed alle ore 18 Sud; per quanto attiene la velocità del vento si è avuta una situazione di brezza leggera alle ore 15 (3,1 m/sec) e bava di vento alle ore successive (0,9 m/sec).

Nell'intera campagna di misurazione è stata registrata una velocità del vento massima oraria di 10,8 m/sec ed un valore di velocità media di 1,3 m/sec.

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza direzioni di provenienza del vento per i settori di Nord-Est (29 % dei casi), Nord-Nord-Est (14 % dei casi) e Sud-Ovest (14 % 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 NO₂ sono stati registrati per le direzioni di Sud (50 µg/m³), di Nord (47 µg/m³) e Nord-Nord-Est (30 µg/m³).

Si rileva che il settore Nord, è sostanzialmente riferibile, in relazione al posizionamento dell'autolaboratorio, all'ubicazione degli impianti SAMPA e DOMA nella zona industriale; si rileva inoltre che il valore massimo orario registrato alle ore 18 (direzione di provenienza del vento Sud) e che rappresenta anche il valore più elevato dell'intera campagna di misurazione, non è coerente all'ubicazione degli impianti indicati sopra.

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).

Giorno tipo

Dalle elaborazioni inerenti il giorno tipo (Allegato 1, 1.3.1-5) 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 nella stagione invernale l'andamento caratteristico degli inquinanti primari (emessi direttamente dalle fonti di emissione) nel quale i livelli massimi sono da attribuire prevalentemente alle attività antropiche (fascia oraria 3 - 10 del mattino e fascia oraria 21 della sera). Situazione in parte sovrapponibile anche per la stagione autunnale nel quale il livello di picco della mattina (fascia oraria 8 - 9) è il più elevato;
- 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 8 - 11) ed alla sera (fascia oraria 19 - 22) coincidenti con le attività tipicamente antropiche. Si nota, a differenza del monossido di carbonio, la presenza di livelli di picco più elevati alle ore della sera. La stagione dell'inverno è caratterizzata da livelli più elevati;
- materiale particolato PM_{2,5} – gli andamenti stagionali relativi a questo agente inquinante sono caratterizzati da una maggiore variabilità rispetto agli altri inquinanti misurati. Si rilevano due tipologie caratteristiche: nel periodo invernale l'andamento tipico è contraddistinto sostanzialmente dalla presenza di livelli massimi su tre fasce orarie: alle 11, alle 21-23 ed alle 2-3; inoltre i livelli massimi della mattina sono i più elevati. Per quanto riguarda le stagioni dell'estate e dell'autunno i livelli massimi sono distribuiti tendenzialmente nelle ore centrali della giornata (fascia oraria 9 - 14);
- biossido di zolfo – si rilevano andamenti analoghi per le stagioni dell'estate, dell'autunno e dell'inverno nel quale i livelli, sostanzialmente stabili, presentano un decremento significativo nel primo pomeriggio (fascia oraria 14 - 17); i livelli più elevati sono registrati nella stagione estiva.

8 - Considerazioni riassuntive e finali

I valori degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione di Laterina 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), risulta a livelli significativamente inferiori rispetto al valore limite (< 50 % del valore limite).

Gli indicatori più importanti sono rappresentati dalla media annuale di biossido di azoto NO₂, pari al 47 % del relativo valore limite, e la media annuale di PM_{2,5} pari al 64 % del relativo valore limite.

In considerazione dei valori degli indicatori elaborati nella precedente campagna di rilevamento effettuata nel territorio comunale (postazione di misurazione di P.za Grèasque) nel periodo di osservazione 2007-2008, si rileva una sostanziale stabilità dei livelli di concentrazione per gli inquinanti più significativi (ossidi di azoto) e variazioni per altri inquinanti meno rilevanti sotto il profilo sanitario (monossido di carbonio CO, Via Cinchio Berti, media degli indicatori -34 %; biossido di zolfo SO₂ media degli indicatori +47 %).

Rispetto agli andamenti temporali dei valori registrati nell'area urbana di Arezzo, la postazione di Laterina presenta, nella maggioranza dei casi valori più bassi anche della stazione di fondo urbano di Acropoli (-18 % media annuale ossidi di azoto NO_x e -32 % media annuale biossido di azoto NO₂). Lo scarto risulta ancora più significativo se esaminiamo la stazione urbana-traffico di P.za della Repubblica (Via Cinchio Berti: monossido di carbonio -64 %, media annuale ossidi di azoto NO_x -200 %, media annuale biossido di azoto NO₂ -142 %).

La differenza dei dati di qualità dell'aria con l'area urbana di Arezzo non riguarda però il parametro del materiale particolato PM_{2,5} (media annuale) il quale risulta sostanzialmente omogeneo.

Questa valutazione, in prima istanza, potrebbe sembrare in disaccordo con le segnalazioni di disturbo emissivo e di natura odorigena segnalate 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). Il caso avvertito il 22 maggio conferma che il senso dell'olfatto e gli analizzatori automatici danno risposte diverse e che pertanto, eventi anche intensi di natura olfattiva non sono tradotti in una commisurata risposta dagli indicatori di qualità dell'aria previsti dalla normativa.

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 NO₂ e materiale particolato PM_{2,5}, le direzioni di provenienza dei venti relative ai settori Nord, Nord-Nord-Est, Sud e Sud-Sud-Ovest. Pertanto, in considerazione dell'ampiezza dei settori interessati, non è individuabile un contributo significativo e peculiare di determinate sorgenti emissive, ma è da ritenere che il contesto di qualità dell'aria sia determinato dall'apporto di più sorgenti (puntuali e diffuse) della zona.

Dalla rosa dei venti, si rileva anche che sono significativi i settori di provenienza del vento di Sud-Sud-Ovest (20 %), i quali mettono sottovento l'abitato di Laterina (P.za Grèasque) rispetto alla zona industriale con conseguente interessamento in caso di insorgenza di brevi episodi emissivi; relativamente a questo aspetto, l'esame dei valori puntuali (media al minuto) ha messo in evidenza la presenza di questi episodi nella zona oggetto delle misurazioni pur se non hanno determinato criticità per quanto attiene gli indicatori di qualità dell'aria.

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).

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_{2,5} 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

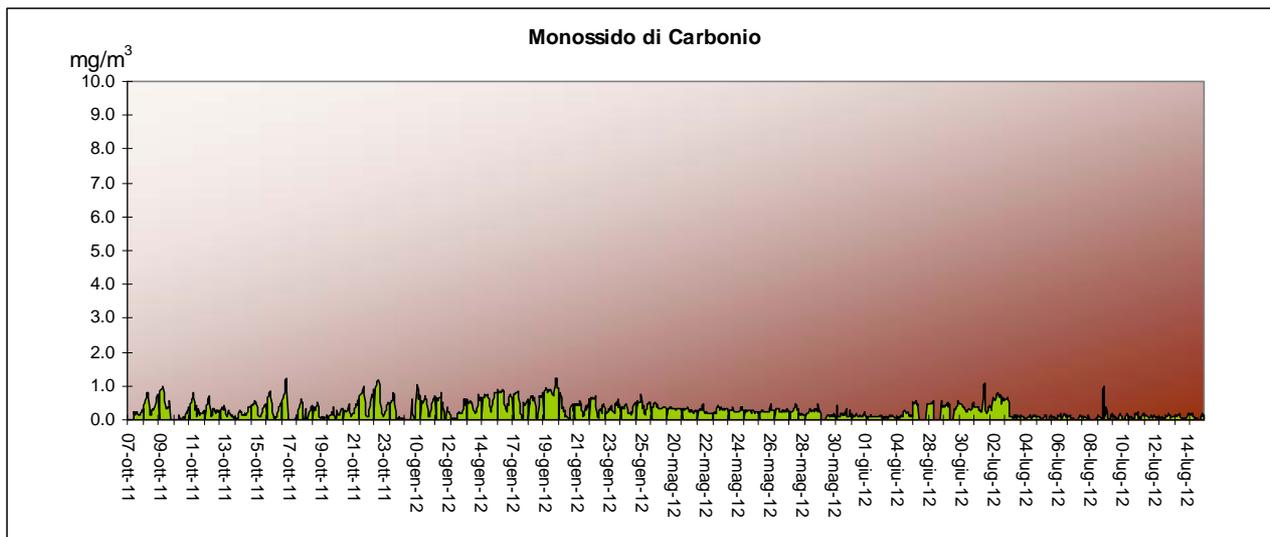


Grafico 1.1.2 andamenti orari biossido di azoto

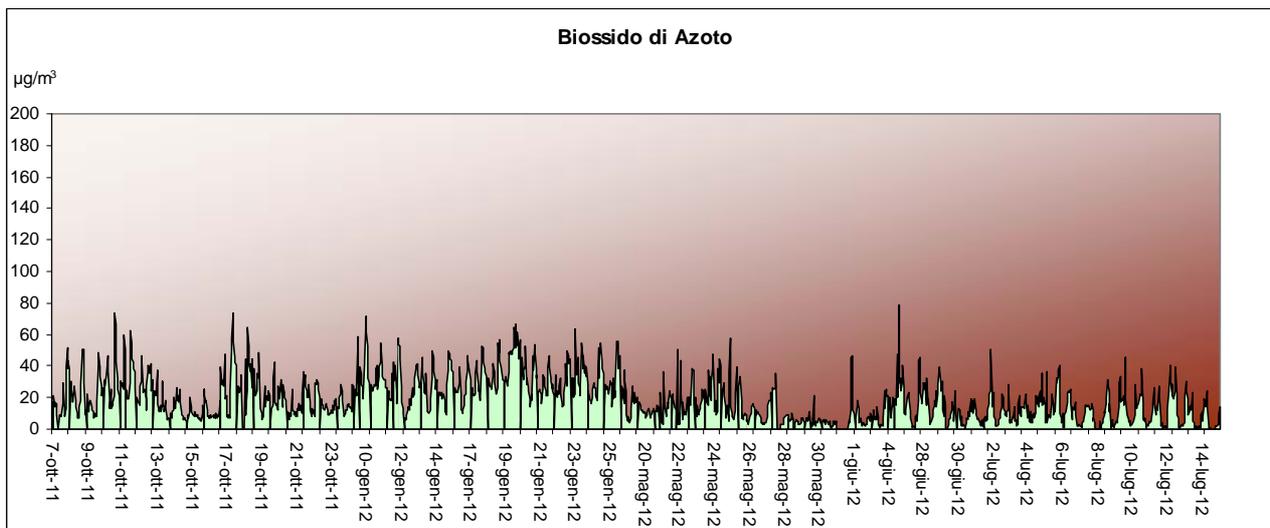


grafico 1.1.3 andamenti orari ozono

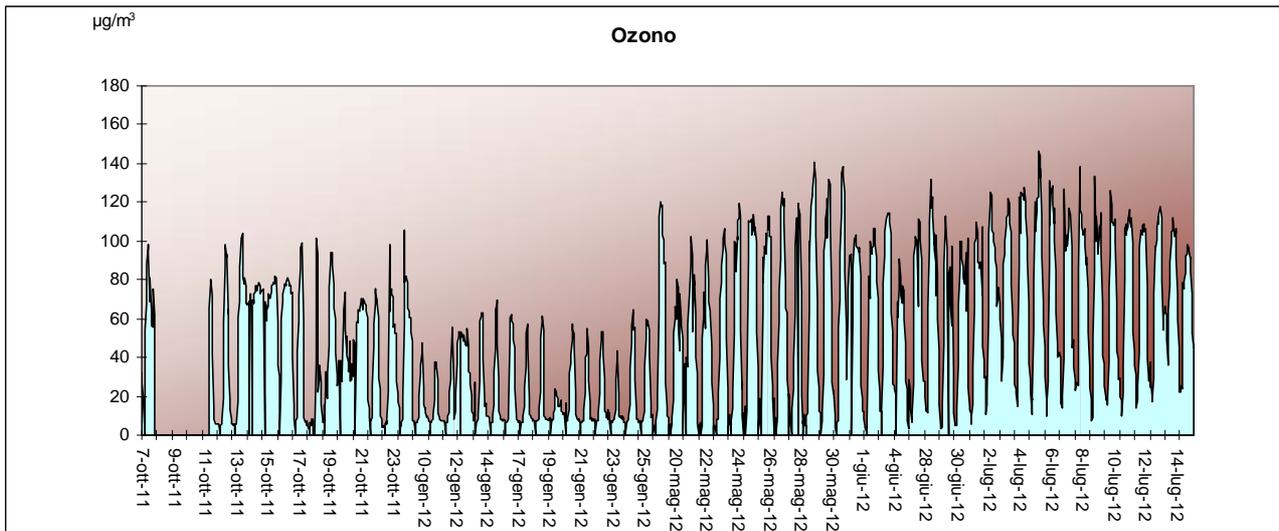


grafico 1.1.4 andamenti orari materiale particolato PM2,5

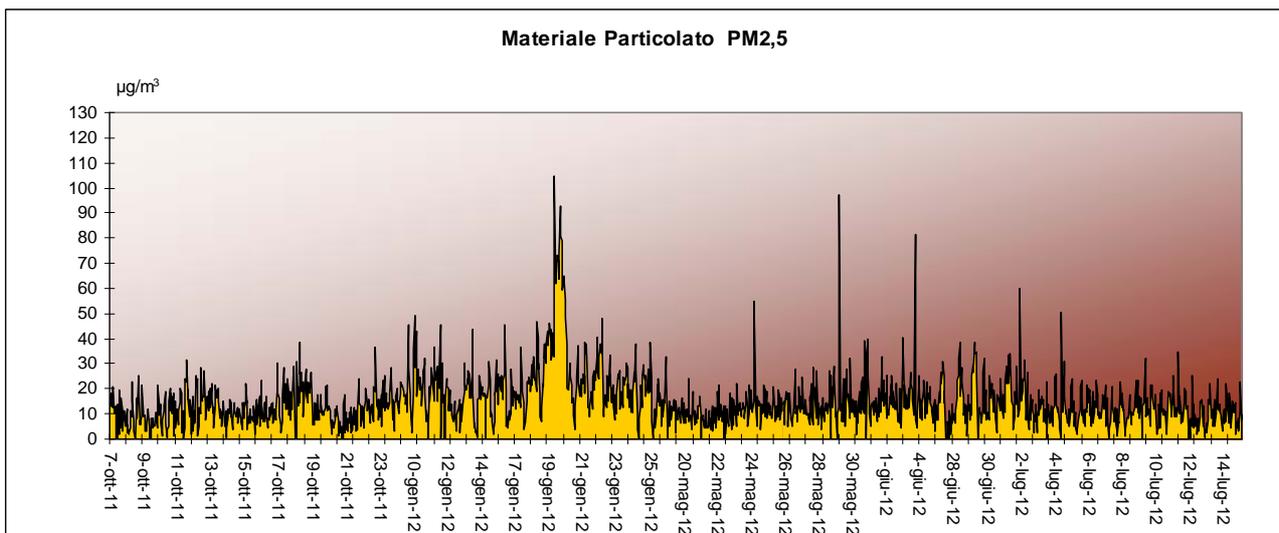
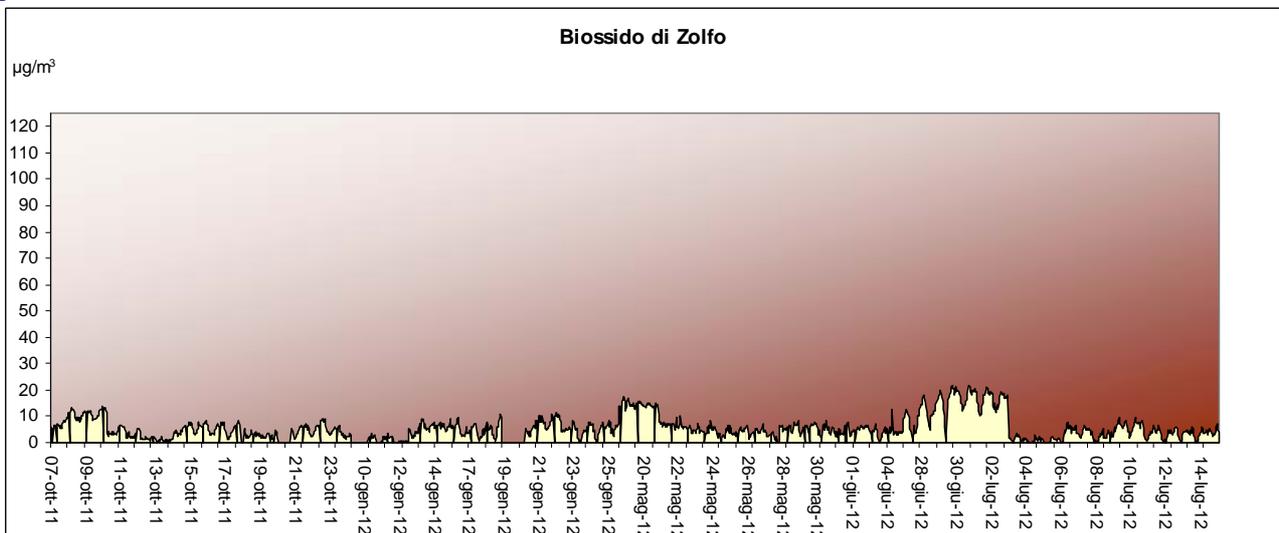


grafico 1.1.5 andamenti orari biossido di zolfo



1.2 Distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione

grafico 1.2.1 distribuzione valori orari monossido di carbonio

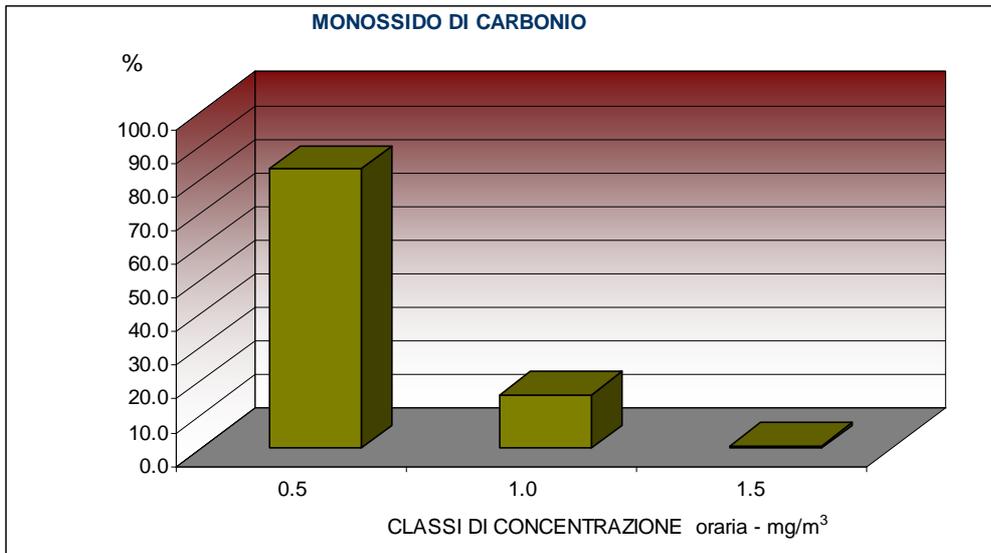


grafico 1.2.2 distribuzione valori orari biossido di azoto

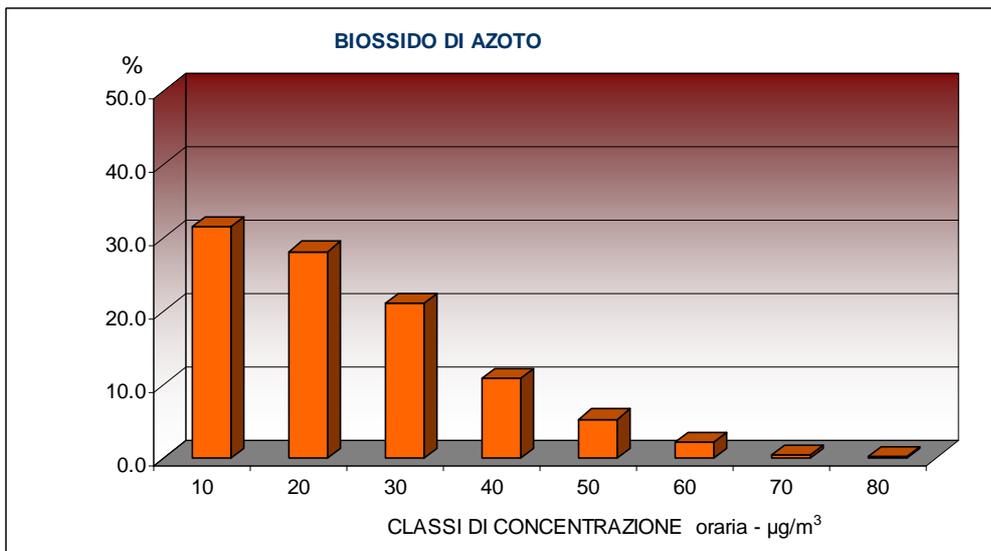


grafico 1.2.3 distribuzione valori orari ozono

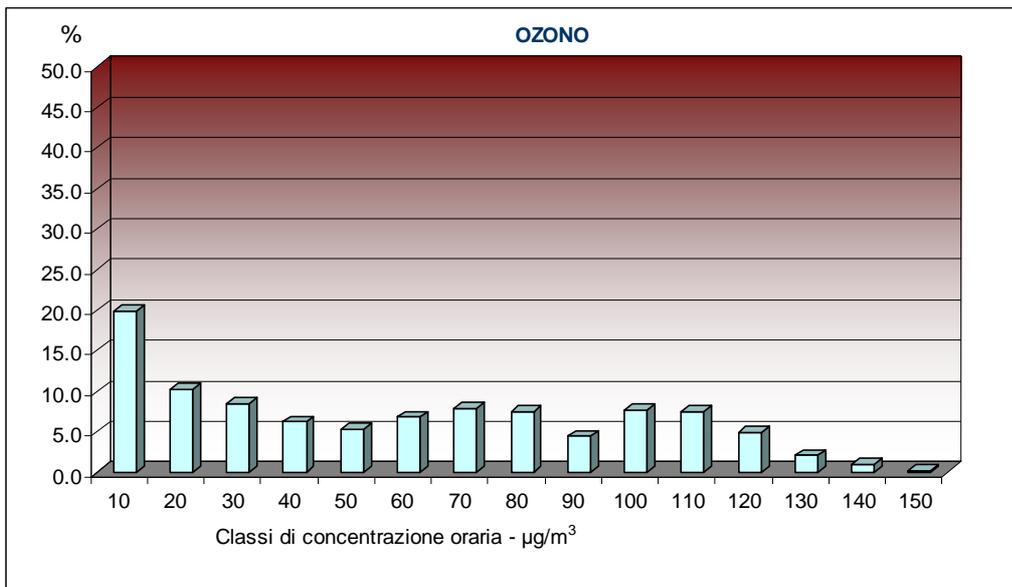


grafico 1.2.4 distribuzione valori giornalieri materiale particolato PM2,5

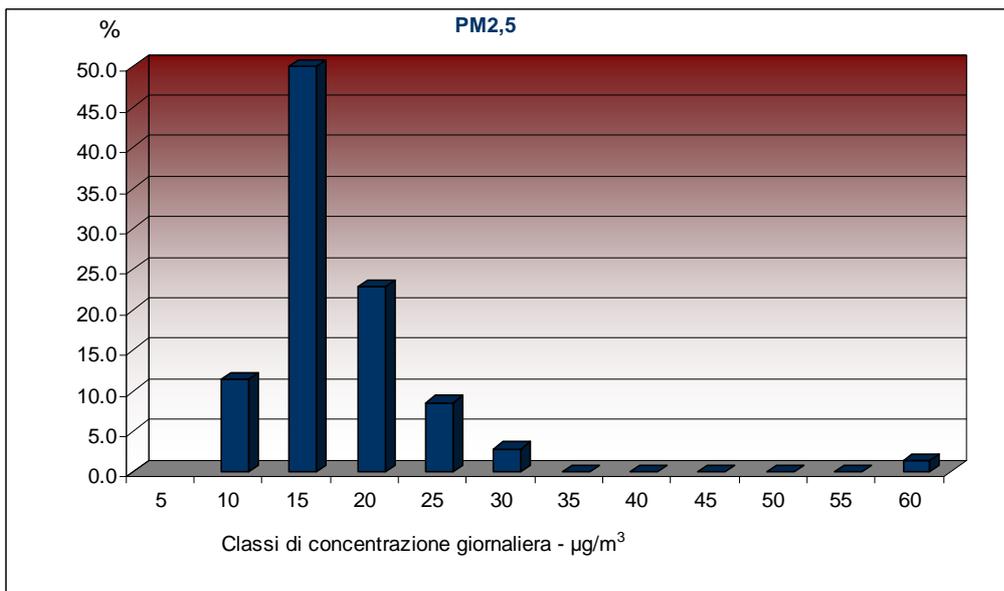
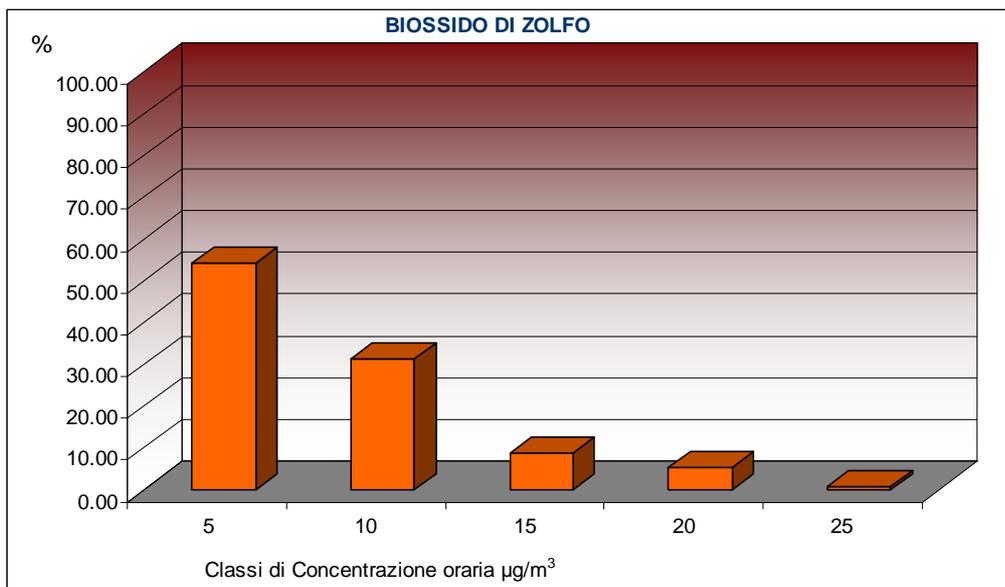


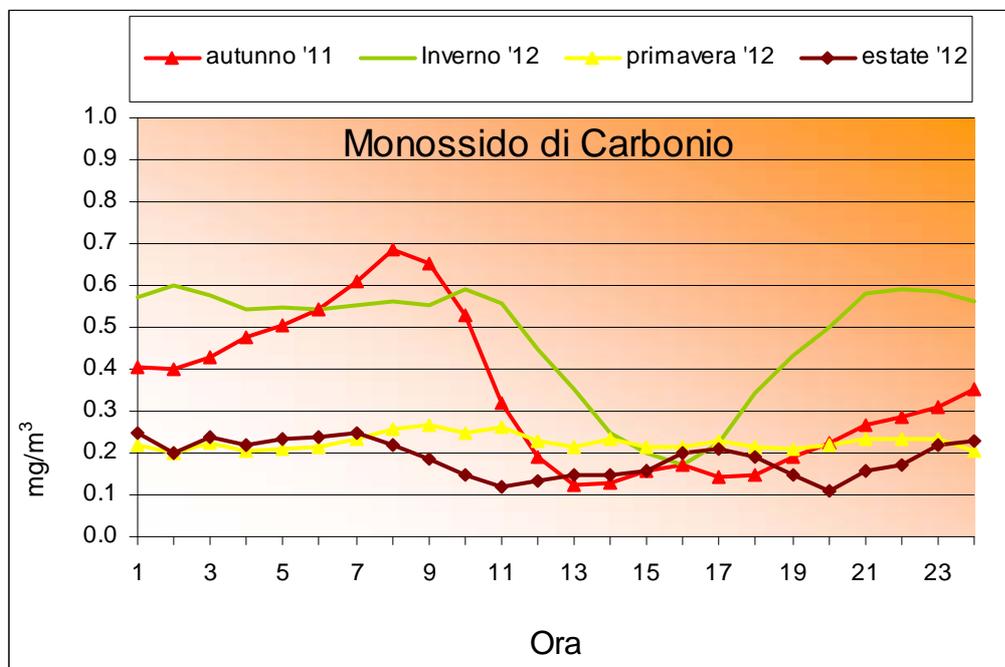
grafico 1.2.5 distribuzione valori orari biossido di zolfo



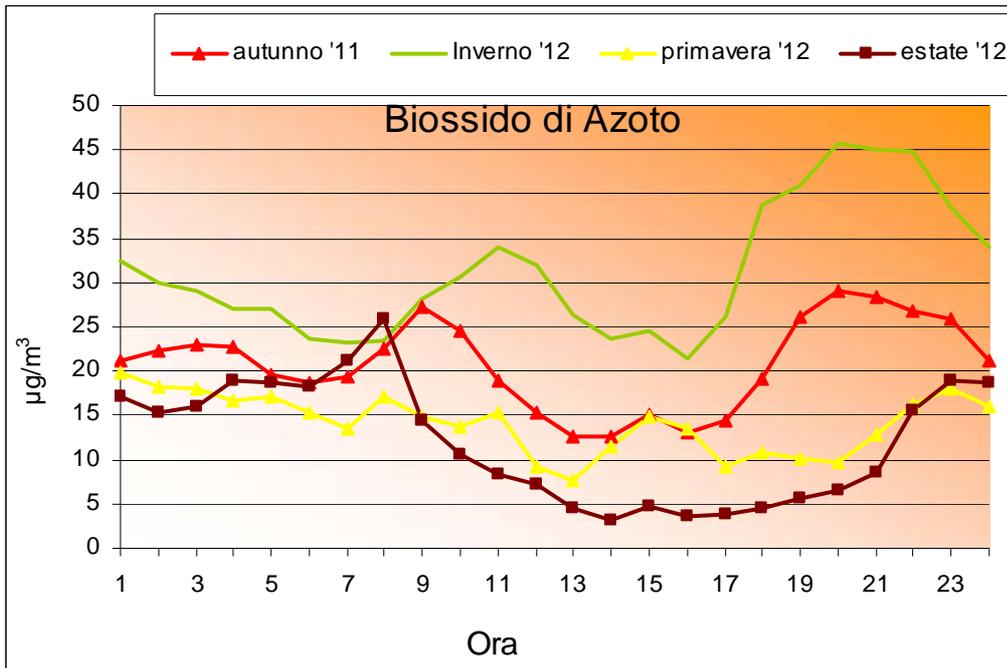
1.3 Giorni tipo

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).

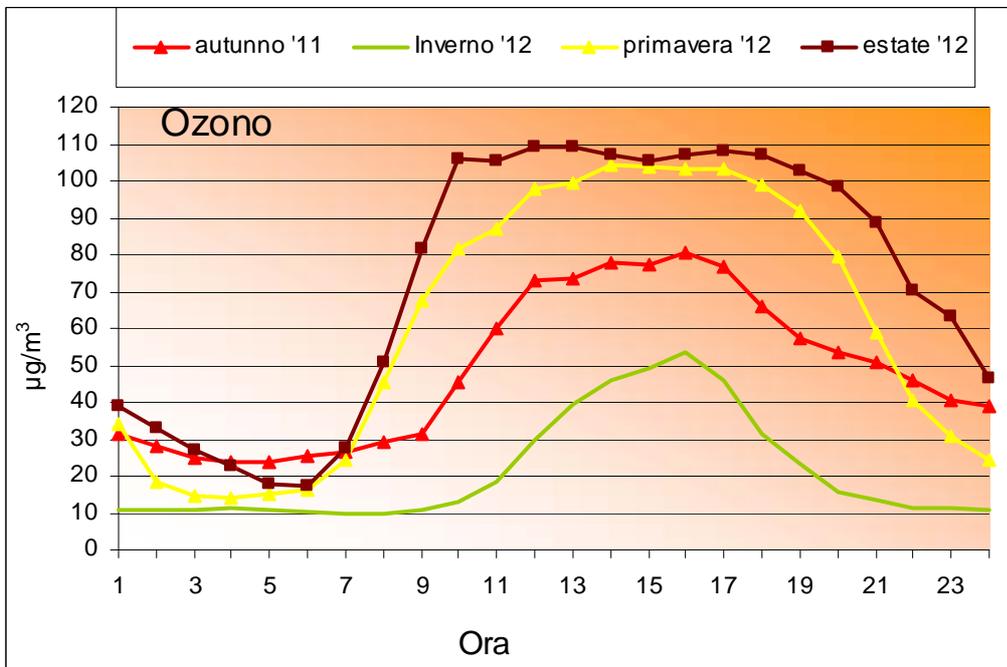
1.3.1 grafico giorno tipo monossido di carbonio



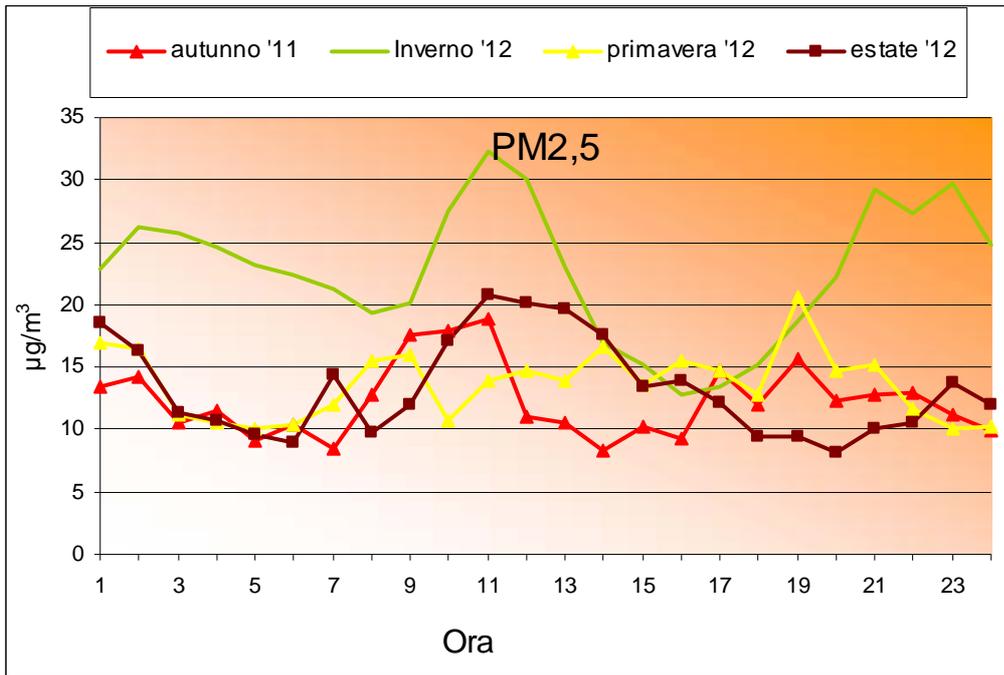
1.3.2 grafico giorno tipo biossido di azoto



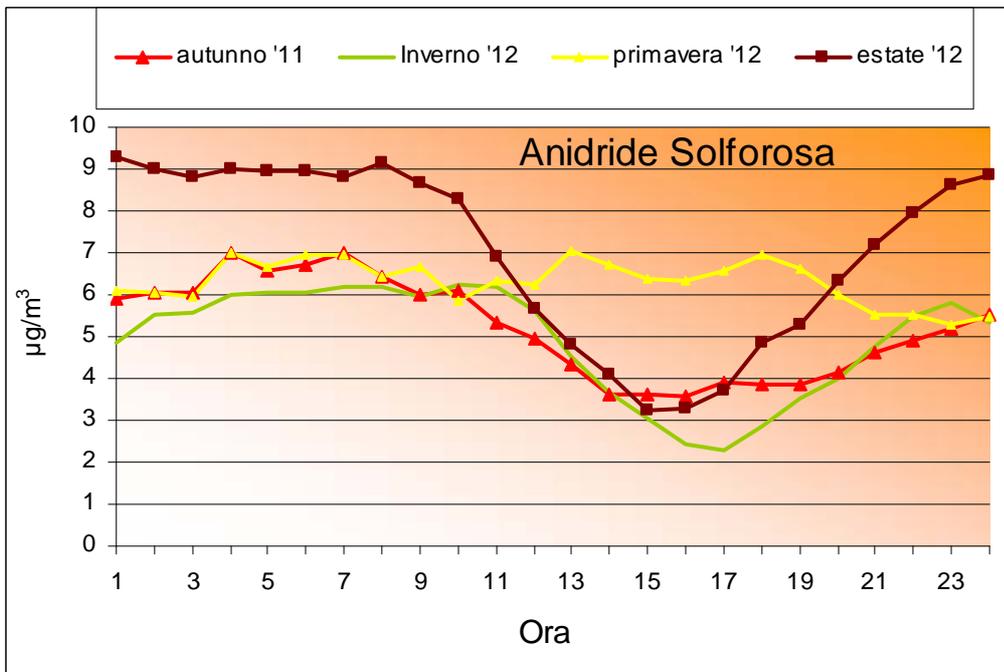
1.3.3 grafico giorno tipo ozono



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 NO₂, NO_x, O₃, SO₂, PM_{2,5}

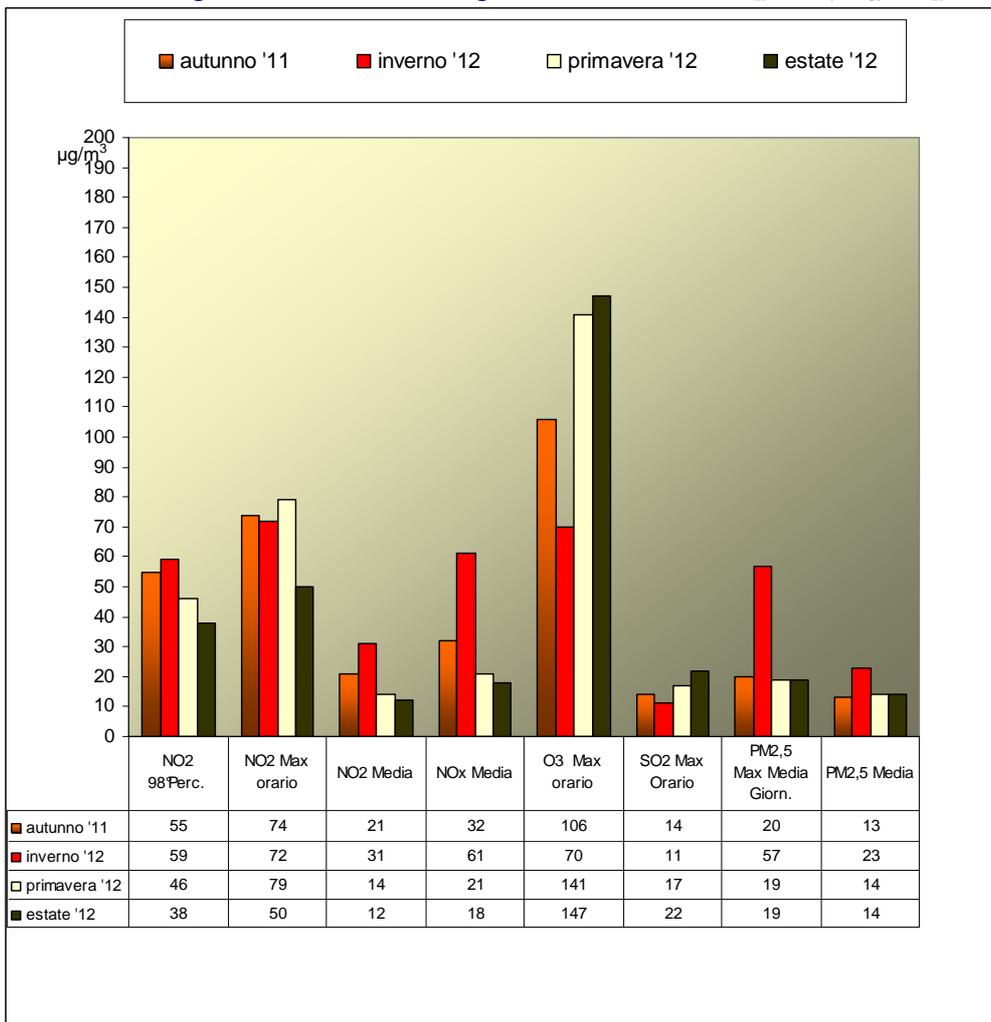
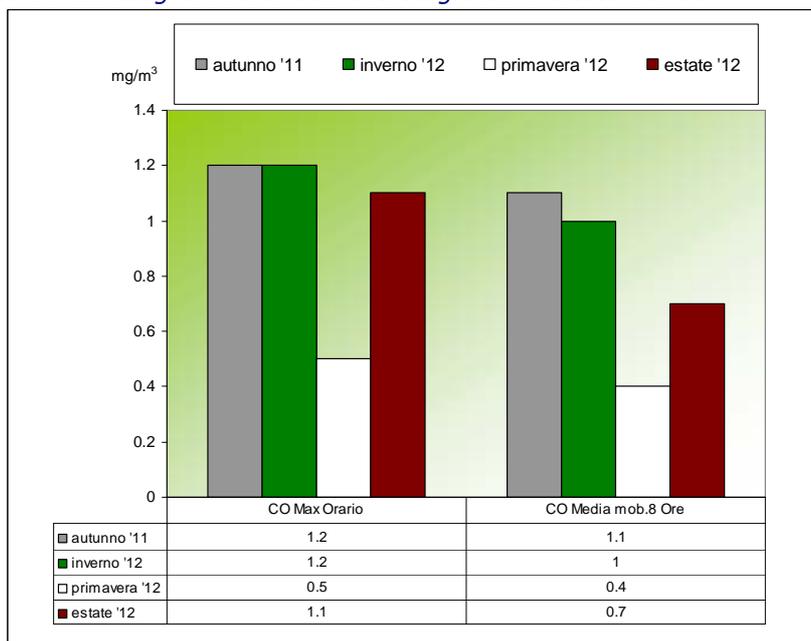


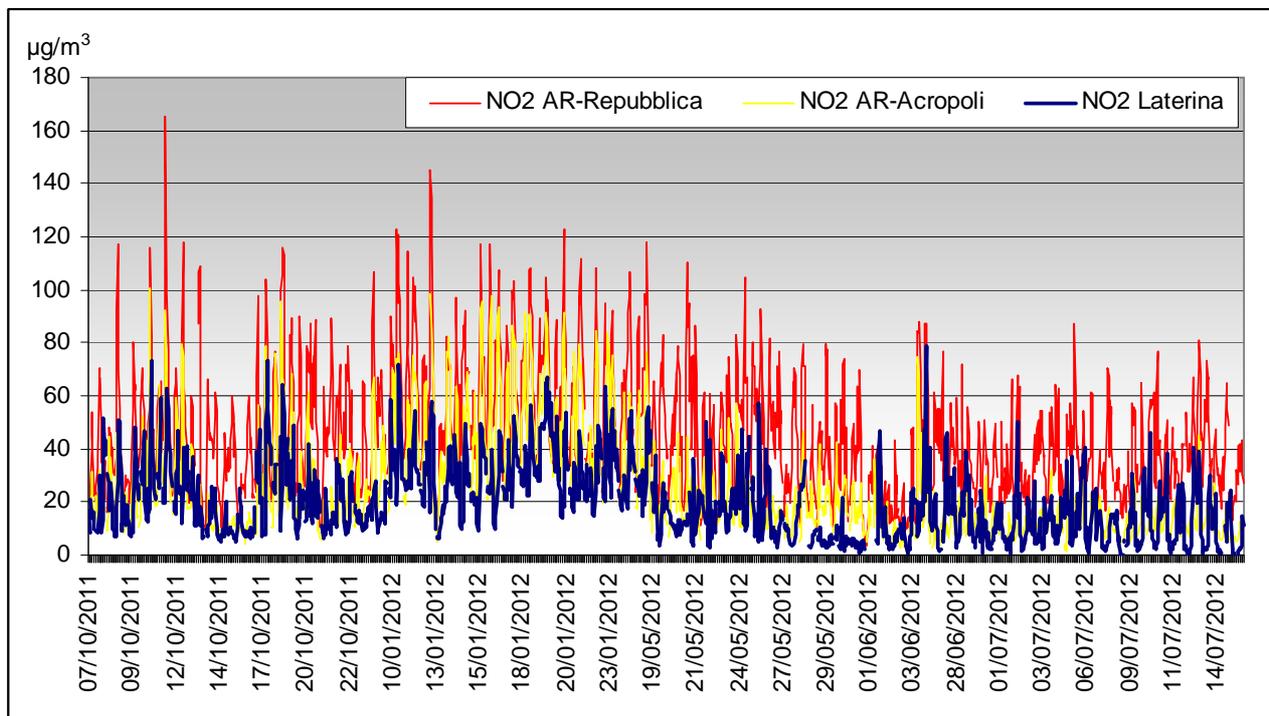
grafico 1.4.2. istogramma andamenti stagionali indicatori di CO



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

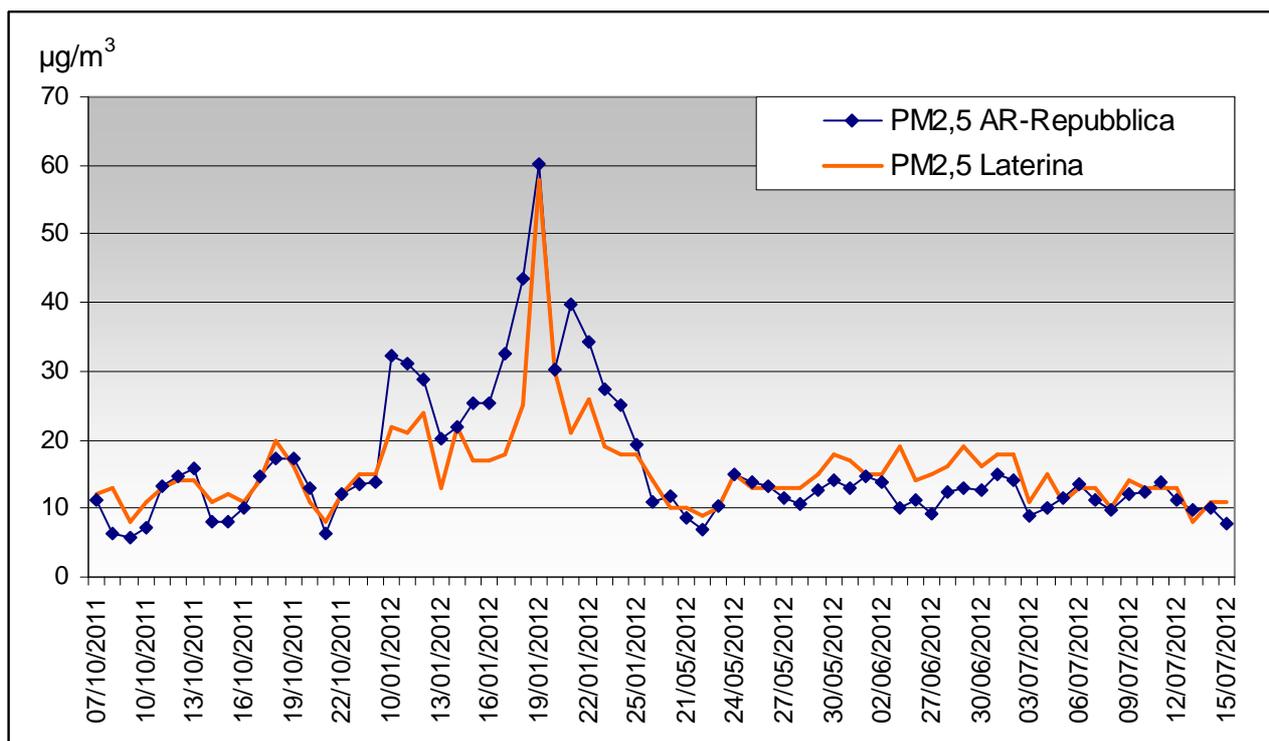
Biossido di azoto NO₂ – valori medi orari

grafico 1.6.1. andamenti orari 07 ottobre 2011 – 15 luglio 2012



Materiale particolato PM_{2,5} - valori medi giornalieri

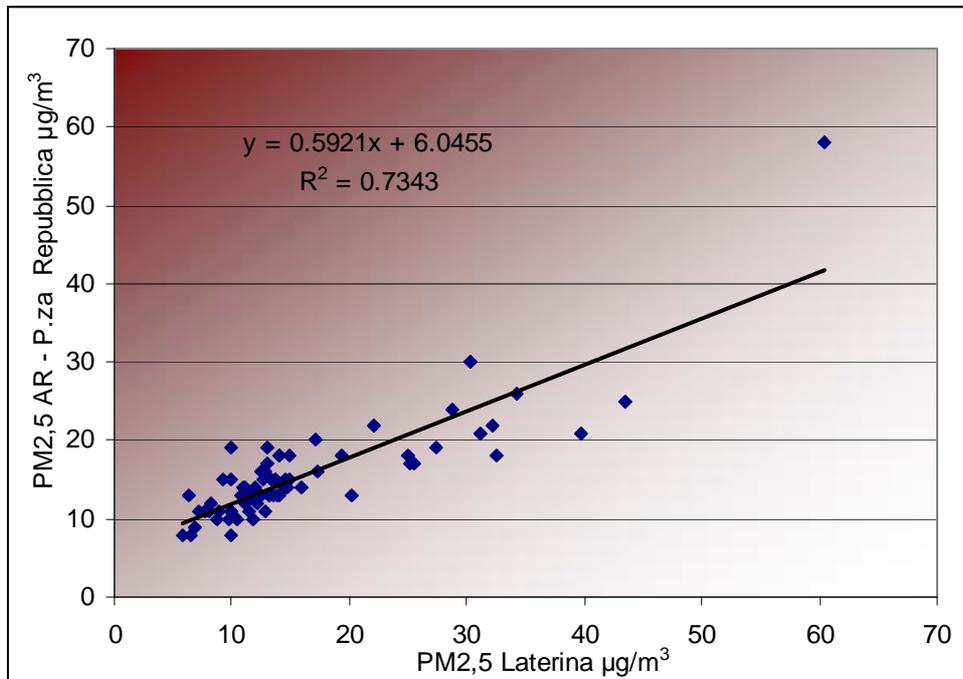
grafico 1.6.2 andamenti giornalieri 07 ottobre 2011 – 15 luglio 2012



1.7 Grafici a dispersione Laterina/Area Urbana di Arezzo

Materiale Particolato PM2,5

Grafico 1.7.1 dispersione valori giornalieri P.zza Repubblica/Laterina



1.8 Valutazione dei valori puntuali

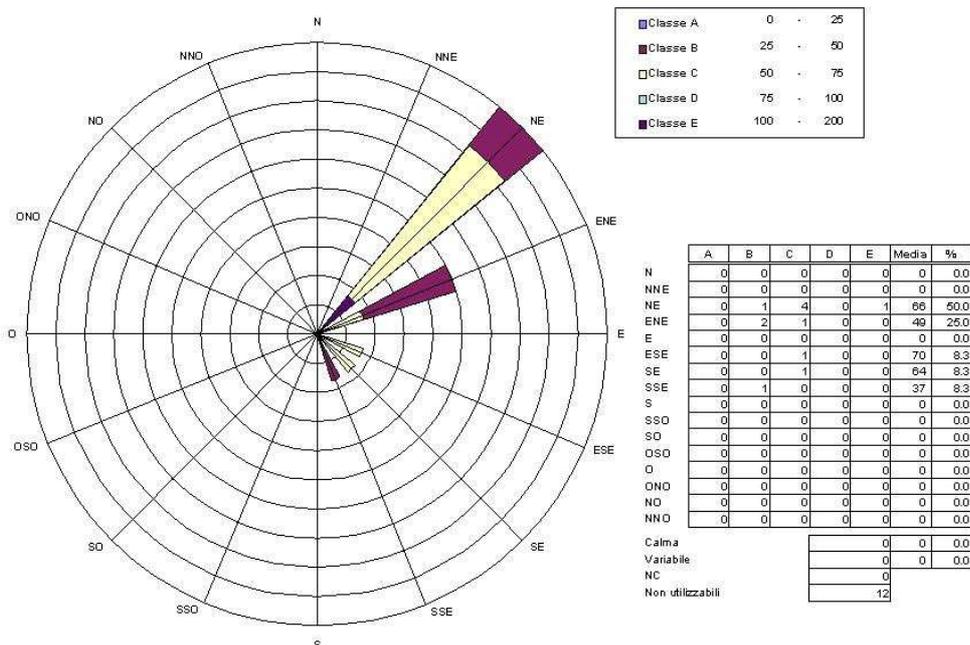
Materiale particolato PM2,5

giorno 19 gennaio 2012

Tabella 1.8.1. dati puntuali PM2,5 giorno 19 gennaio 2012

Ora	PM2,5 µg/m ³	Minimo µg/m ³	Ora minimo	Massimo µg/m ³	Ora massimo	SIGMA	DV
1.00	38	24	0.15	52	0.49	10	SSE
2.00	43	35	1.59	52	1.46	4	NE
3.00	37	30	2.57	44	2.43	3	SSE
4.00	45	33	3.01	54	3.50	6	SSO
5.00	46	29	4.56	56	4.07	8	SO
6.00	40	28	5.16	55	6.00	9	SE
7.00	44	37	6.22	55	6.01	5	N
8.00	31	21	8.00	46	7.02	7	SSO
9.00	34	19	8.05	45	8.59	8	NE
10.00	42	28	9.51	54	9.19	9	ENE
11.00	33	29	10.11	40	10.32	3	ENE
12.00	60	0	11.38	143	12.00	32	NE
13.00	105	41	12.41	163	12.11	44	NE
14.00	65	54	13.32	76	13.11	7	NE
15.00	62	50	14.35	75	14.59	8	NE
16.00	73	59	16.00	86	15.20	9	ENE
17.00	73	57	16.02	83	16.41	8	NE
18.00	70	63	17.57	76	17.21	3	ESE
19.00	64	58	18.53	72	18.27	5	SE
20.00	74	59	19.00	86	19.24	7	NE
21.00	93	67	20.02	106	20.34	12	S
22.00	80	72	21.23	97	21.59	7	SSE
23.00	79	67	22.41	97	22.03	9	SSO
24.00	59	41	23.59	70	23.01	8	SSO

grafico 1.8.1. grafico a dispersione giorno 19 gennaio 2012 - PM2,5/Direzione Vento

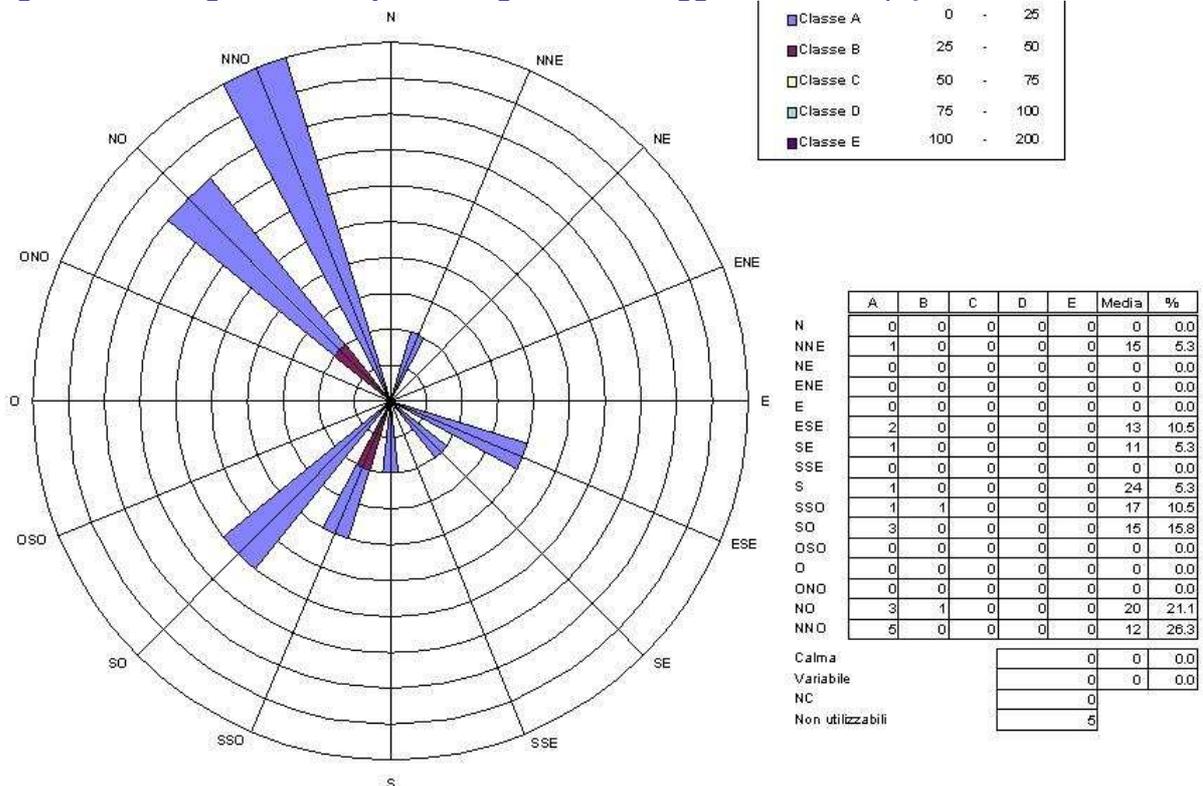


giorno 30 maggio 2012

Tabella 1.8.2. dati puntuali PM2,5 giorno 30 maggio 2012

Ora	PM2,5 µg/m ³	Minimo µg/m ³	Ora minimo	Massimo µg/m ³	Ora massimo	SIGMA	DV
1.00	13	0	0.24	22	0.59	8	ESE
2.00	97	22	1.06	134	1.23	38	S
3.00	12	0	2.45	30	2.00	11	SSO
4.00	12	0	3.59	21	3.12	5	S
5.00	12	0	4.03	23	4.42	5	ESE
6.00	14	8	5.00	20	5.53	3	NNO
7.00	7	0	6.43	21	7.00	7	SO
8.00	24	18	7.10	30	7.35	4	SO
9.00	7	0	8.36	19	8.00	5	SSO
10.00	11	3	9.12	18	9.28	4	NNO
11.00	24	4	10.59	40	10.17	13	SO
12.00	5	0	11.54	9	11.08	3	NNO
13.00	28	2	12.00	47	12.47	12	SSO
14.00	20	3	13.34	36	13.09	10	NNO
15.00	15	6	14.29	23	14.53	5	NNE
16.00	18	7	16.00	23	15.14	4	NO
17.00	17	5	16.01	24	16.46	5	NO
18.00	8	0	17.38	16	18.00	5	NNO
19.00	32	16	18.57	47	18.24	10	NO
20.00	11	8	19.10	16	19.01	2	NO
21.00	15	10	20.26	21	20.54	3	SO
22.00	16	11	21.36	21	21.52	3	SSO
23.00	11	6	23.00	17	22.19	4	SE
24.00	11	1	0.00	20	23.31	6	ESE

grafico 1.8.2. grafico a dispersione giorno 30 maggio 2012 PM2,5/Direzione Vento

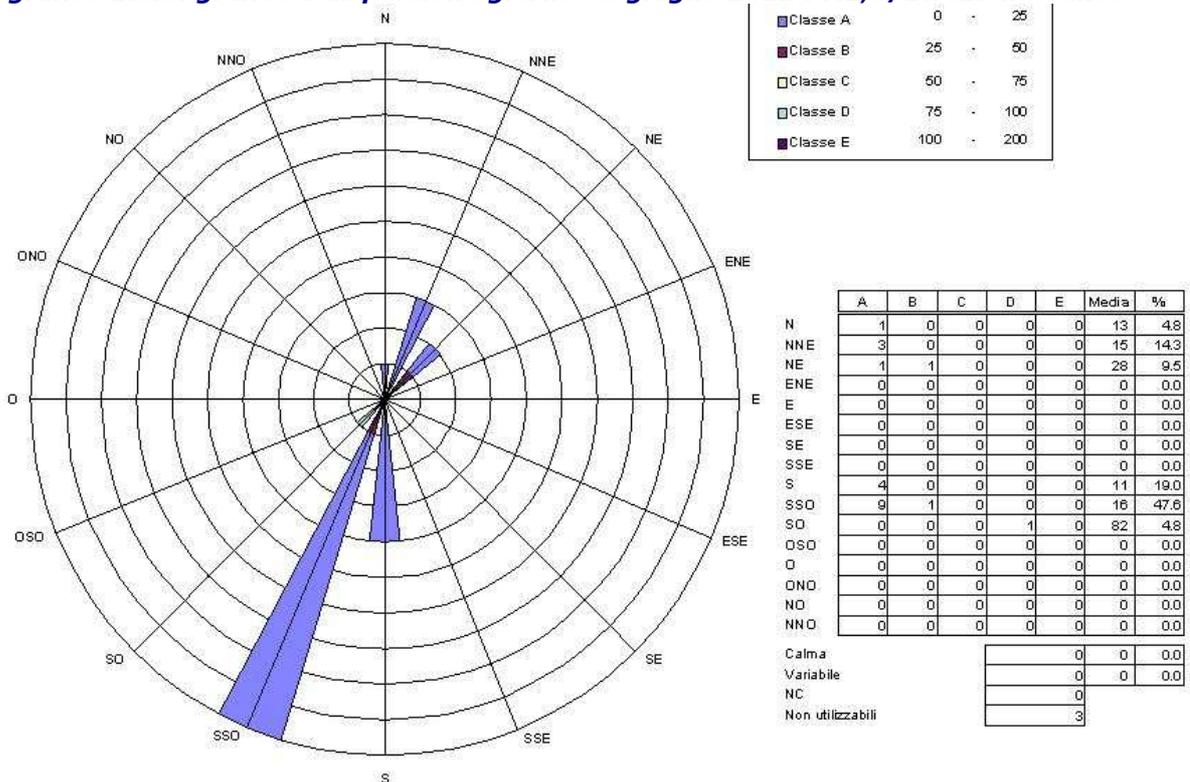


giorno 3 giugno 2012

Tabella 1.8.3. dati puntuali PM2,5 giorno 3 giugno 2012

Ora	PM2,5 µg/m ³	Minimo µg/m ³	Ora minimo	Massimo µg/m ³	Ora massimo	SIGMA	DV
1.00	40	2	0.12	76	0.52	28	NE
2.00	18	0	1.49	66	1.00	21	NE
3.00	13	0	3.00	21	2.38	5	S
4.00	22	0	3.17	38	3.43	15	S
5.00	12	0	4.27	21	4.40	7	S
6.00	18	0	5.26	33	5.51	13	S
7.00	12	2	6.23	37	7.00	11	S
8.00	15	0	7.53	38	7.06	14	NNE
9.00	20	0	8.48	40	8.15	14	NE
10.00	12	4	9.00	25	9.52	6	NNE
11.00	13	3	10.45	25	10.05	7	NNE
12.00	27	13	11.52	38	11.33	8	N
13.00	22	13	12.10	31	12.31	5	SSO
14.00	20	9	14.00	25	13.17	4	SSO
15.00	16	3	14.59	25	14.16	5	SSO
16.00	9	2	15.31	22	15.59	6	SSO
17.00	12	0	16.59	24	16.04	9	SSO
18.00	19	0	17.42	79	18.00	29	SSO
19.00	82	21	18.47	124	18.19	37	SSO
20.00	7	0	19.46	26	19.00	7	SO
21.00	5	0	20.59	13	20.03	4	SSO
22.00	10	0	21.59	21	21.27	7	S
23.00	10	0	22.11	15	22.37	4	S
24.00	20	11	0.00	30	23.36	6	SSO

grafico 1.8.3. grafico a dispersione giorno 03 giugno 2012 PM2,5/Direzione Vento



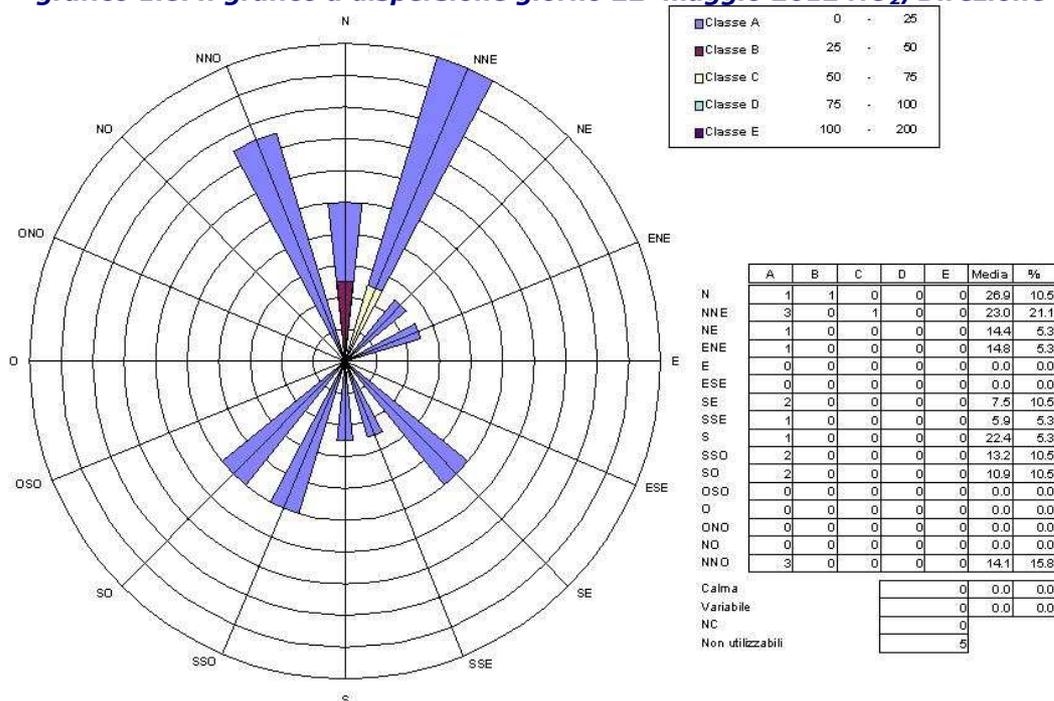
Biossido di azoto – NO₂

giorno 22 maggio 2012

Tabella 1.8.4. dati puntuali biossido di azoto - NO₂ giorno 22 maggio 2012

Ora	NO ₂ µg/m ³	Minimo µg/m ³	Ora minimo	Massimo µg/m ³	Ora massimo	SIGMA	DV
1.00	23	16	0.18	30	0.46	2.5	SE
2.00	19	16	2.00	26	1.47	2.3	SE
3.00	calibrazione						NNO
4.00	22	16	3.14	30	3.58	3.9	SE
5.00	22	16	5.00	30	4.04	2.7	NNO
6.00	19	12	5.57	26	5.05	2.3	SO
7.00	15	12	7.00	21	6.04	2.2	ENE
8.00	14	2	7.36	45	7.59	9.4	NE
9.00	12	2	8.08	40	8.01	5.2	SE
10.00	calibrazione						S
11.00	51	7	10.53	185	10.05	37	NNE
12.00	9	2	11.59	16	11.35	2.9	NNE
13.00	3	2	12.59	7	12.59	1.8	SE
14.00	10	0	13.26	251	13.21	25.3	NNE
15.00	3	0	14.38	7	14.59	1.6	SO
16.00	43	0	15.43	199	15.33	46.9	N
17.00	23	2	16.45	63	16.00	19.3	NNE
18.00	6	2	17.54	16	18.00	2.3	SSE
19.00	17	7	18.59	23	18.23	4.3	SSO
20.00	9	2	19.12	16	19.56	2.3	SSO
21.00	11	7	20.59	16	20.45	1.6	NNO
22.00	11	2	21.45	21	21.07	3.3	N
23.00	9	2	22.59	16	22.11	3.1	SSE
24.00	9	2	23.21	23	23.29	4.2	NNO

grafico 1.8.4. grafico a dispersione giorno 22 maggio 2012 NO₂/Direzione Vento

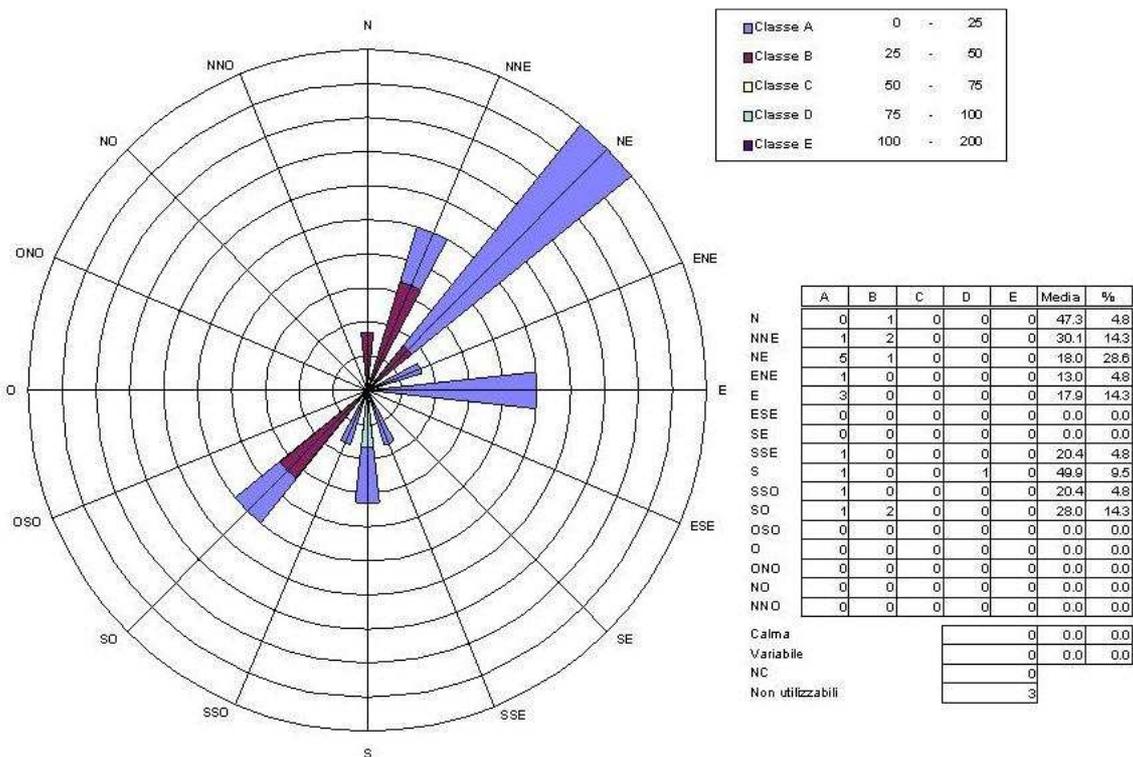


giorno 04 giugno 2012

Tabella 1.8.5. dati puntuali biossido di azoto - NO₂ giorno 04 giugno 2012

Ora	NO ₂ µg/m ³	Minimo µg/m ³	Ora minimo	Massimo µg/m ³	Ora massimo	SIGMA	DV
1.00	21	16	0.57	26	0.36	2.8	S
2.00	19	16	1.12	21	1.57	2.2	SO
3.00	calibrazione						SO
4.00	20	14	3.02	23	3.26	1.7	SSO
5.00	20	7	5.00	77	4.18	14.5	NE
6.00	7	2	5.10	12	5.57	0.9	NE
7.00	9	2	6.31	16	6.59	2.5	NE
8.00	18	7	7.33	68	7.15	11.3	NE
9.00	20	12	8.04	87	8.04	11.6	E
10.00	13	7	9.59	16	9.33	2.2	ENE
11.00	15	0	10.30	59	10.30	7.3	NE
12.00	19	12	11.59	26	11.17	2.5	E
13.00	18	12	12.53	96	12.53	9.7	NNE
14.00	15	12	14.00	23	13.08	3.4	E
15.00	47	7	14.39	297	14.55	64.4	N
16.00	20	2	15.59	237	15.01	29.8	SSE
17.00	35	2	16.10	129	16.43	37.5	SO
18.00	79	0	17.27	1094	17.28	152.5	S
19.00	29	12	18.19	82	18.51	12.8	SO
20.00	32	12	20.00	82	19.31	11.8	NNE
21.00	24	3	20.16	101	20.20	11.3	NE
22.00	30	0	21.36	87	21.50	13.9	NE
23.00	40	7	22.48	77	22.07	11	NNE
24.00	26	0	23.57	87	23.13	6.6	NO

grafico 1.8.5. grafico a dispersione giorno 04 giugno 2012 NO₂/Direzione Vento



Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori

tabella 2.1 caratteristiche tecniche analizzatori

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

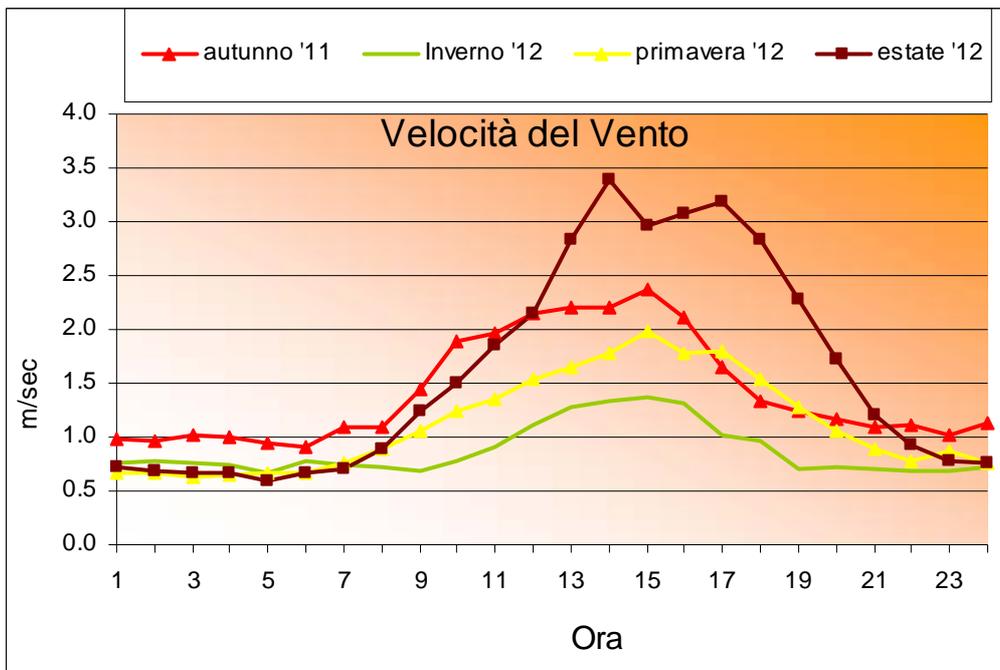
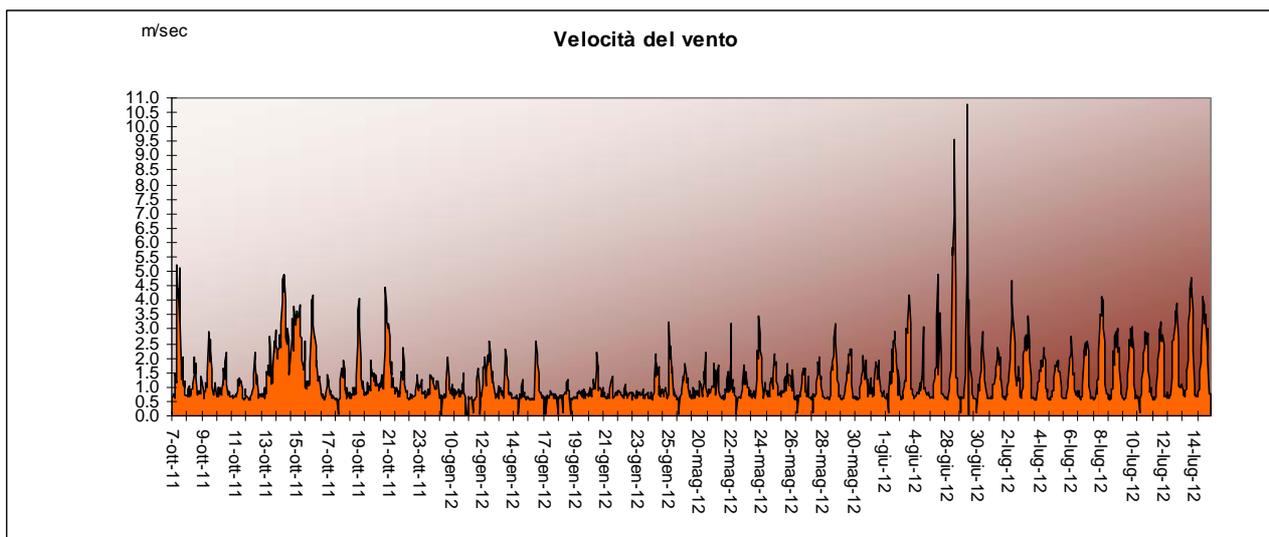
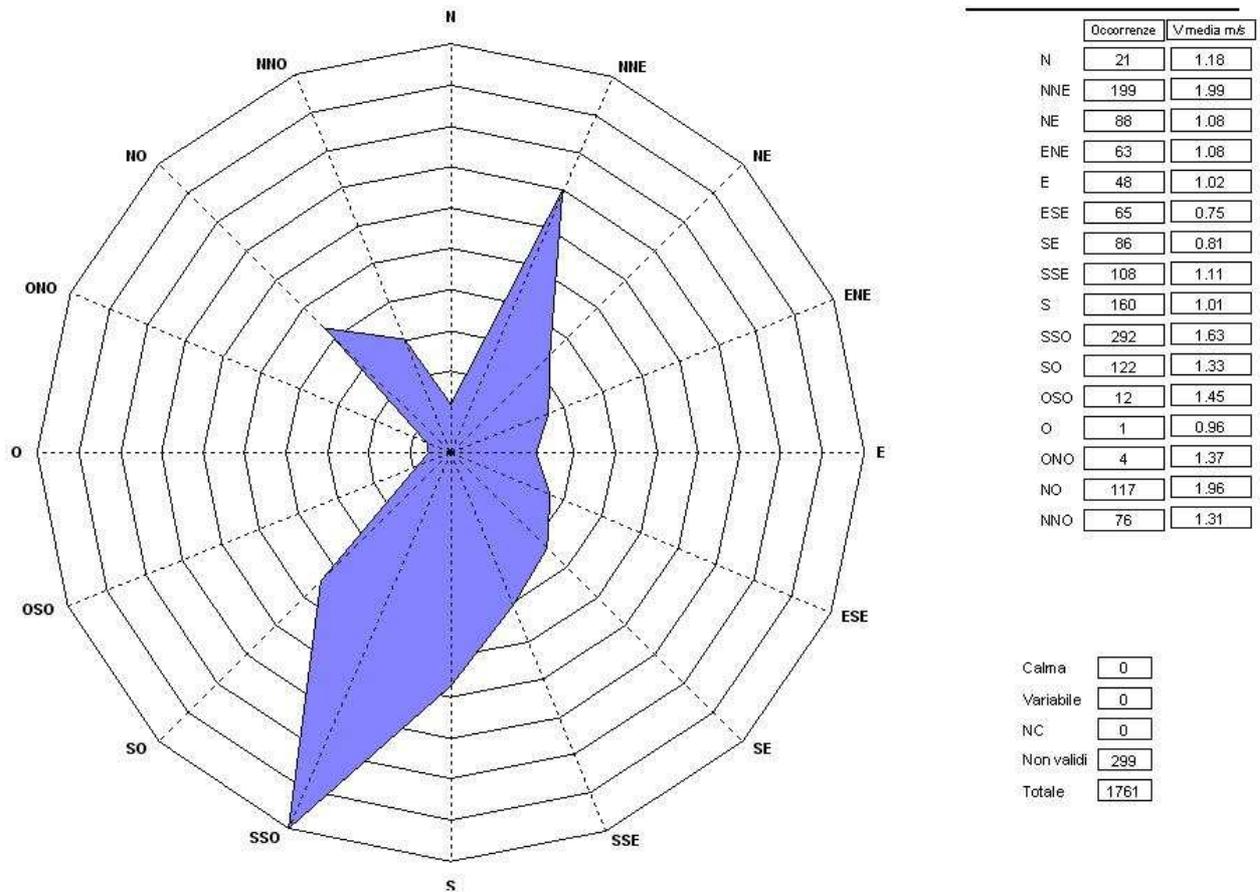


grafico 3.2 andamenti valori medi orari



Il valore massimo della velocità del vento è stato raggiunto il giorno 29 giugno 2012 alle ore 14 con 10,8 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 sud occidentali quali Sud-Sud-Ovest (20 %), Sud (11 %), e Sud-Ovest (8 %) nonché dati settori Nord-Nord-Est (14 %) e Nord-Ovest (8 %).

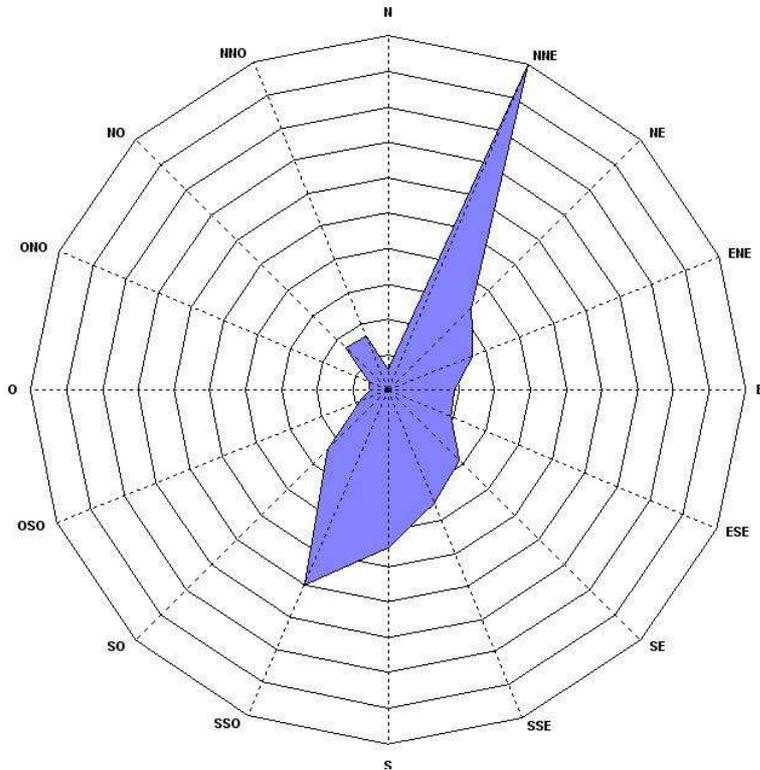
Rosa dei venti stagionale

grafico 3.4 rosa dei venti autunno 2011

Rete ARPAT AREZZO

Stazione Laterina

Valori dal giorno 07/10/2011 Al giorno 24/10/2011



	Occorrenze	V media m/s
N	1	0.63
NNE	106	2.37
NE	31	1.32
ENE	23	1.13
E	15	1.13
ESE	16	0.76
SE	26	0.97
SSE	33	0.92
S	44	0.91
SSO	61	1.54
SO	21	0.99
OSO	4	1.34
O	0	0.00
ONO	1	2.19
NO	13	1.54
NNO	13	0.95

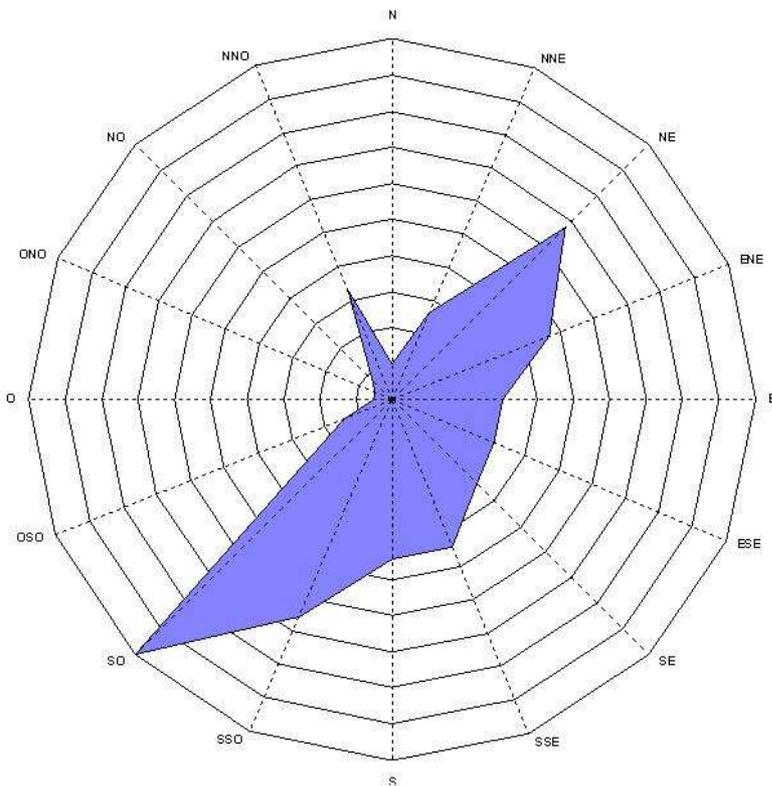
Calma	0
Variabile	0
NC	0
Non validi	24
Totale	432

grafico 3.5 rosa dei venti inverno 2012

Rete ARPAT AREZZO

Stazione Laterina

Valori dal giorno 10/01/2012 Al giorno 25/01/2012



	Occorrenze	V media m/s
N	2	0.85
NNE	9	1.60
NE	27	0.99
ENE	18	1.20
E	11	1.23
ESE	11	0.70
SE	12	0.75
SSE	17	0.74
S	17	0.88
SSO	26	1.11
SO	41	1.21
OSO	4	1.42
O	0	0.00
ONO	0	0.00
NO	1	1.65
NNO	12	1.09

Calma	0
Variabile	0
NC	0
Non validi	176
Totale	384

grafico 3.6 rosa dei venti primavera 2012

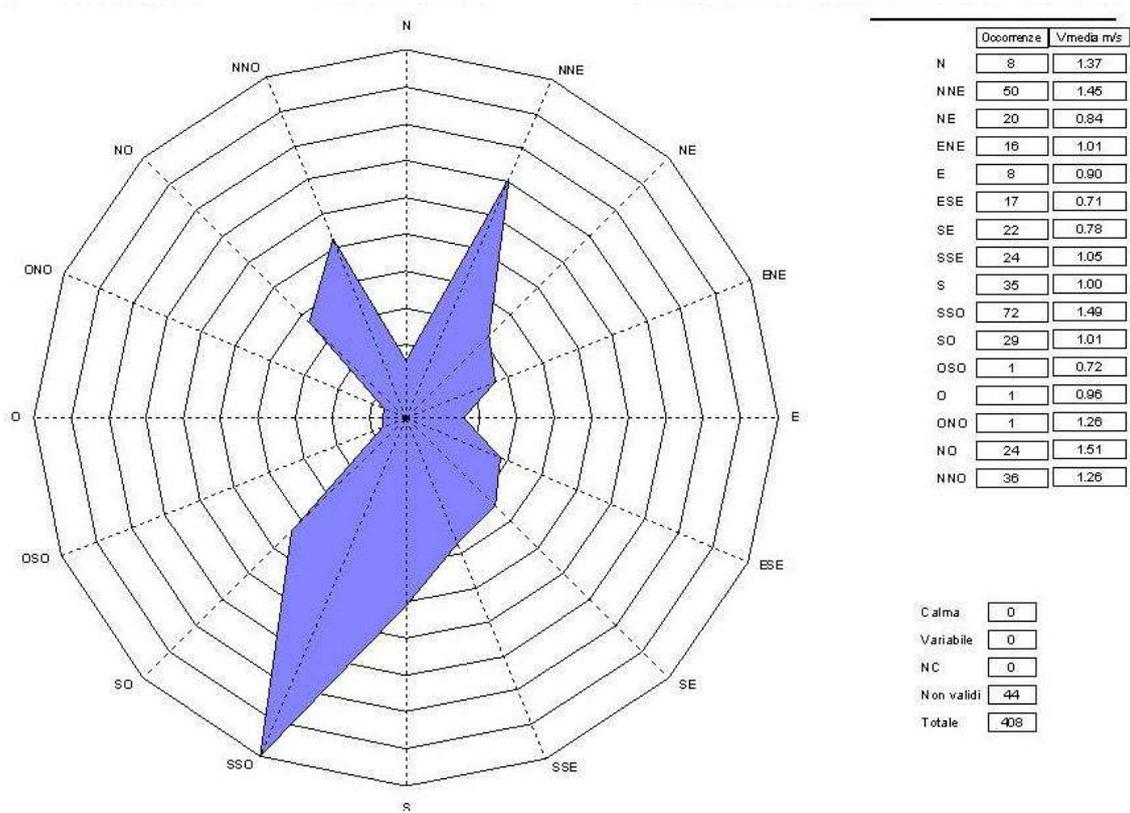
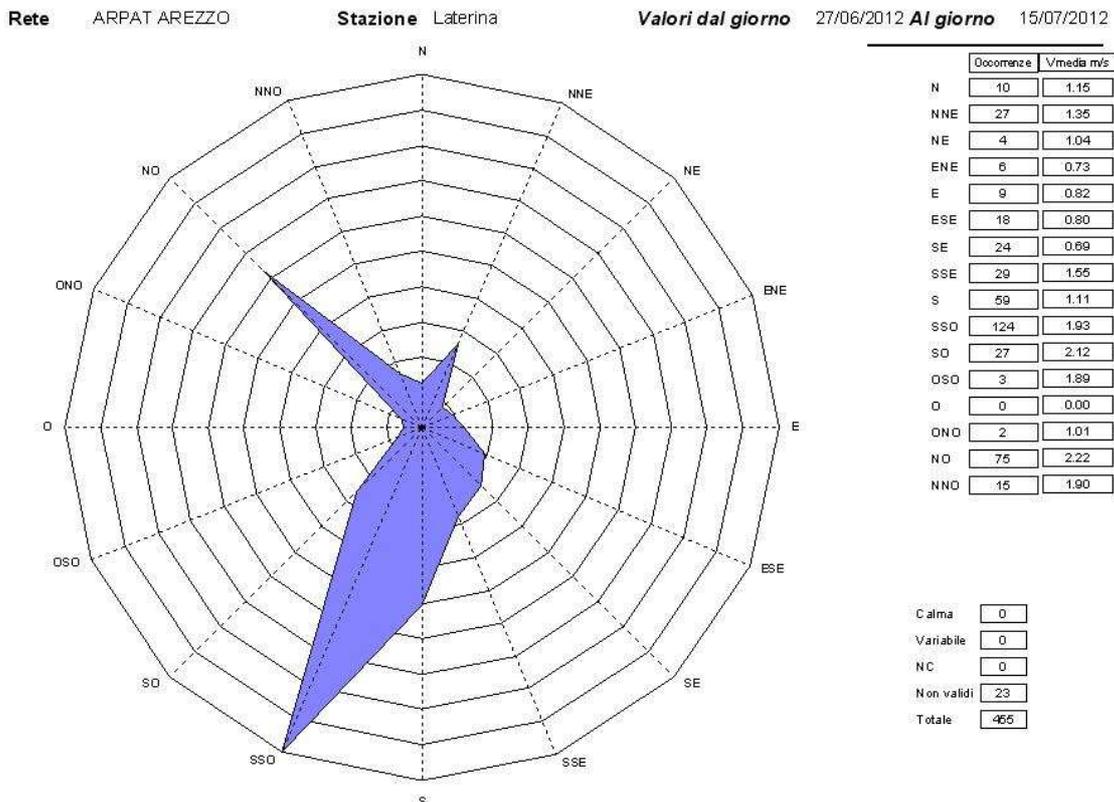


grafico 3.7 rosa dei venti estate 2012



Allegato 4. Meccanismi di formazione degli inquinanti

OSSIDI DI AZOTO (NO/NO₂)

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

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

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

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

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

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

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

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

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

Il PM_{2,5} è la frazione più fine del PM₁₀, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 µm. Il PM_{2,5} è il particolato più pericoloso per la salute e l'ambiente: questo particolato può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane. Le particelle maggiori

(da 2,5 a 10 µm) rimangono in atmosfera da poche ore a pochi giorni, contribuiscono poco al numero di particelle in sospensione, ma molto al peso totale delle particelle in sospensione. Sono significativamente meno dannose per la salute e l'ambiente

Il PM 2,5 è una miscela complessa di migliaia di composti chimici e, alcuni di questi sono di estremo interesse a causa della loro tossicità. L'attenzione è rivolta agli idrocarburi aromatici policiclici (PHA) che svolgono un ruolo nello sviluppo del cancro. Alcuni nomi: Fluoranthene, Pyrene, Chrysene, Benz[a]anthracene, Benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, Benzo[a]pyrene, 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_{2,5} danneggia seriamente la salute aumentando i decessi per malattie cardio-respiratorie e cancro del polmone. La crescita delle concentrazioni di PM_{2,5} aumenta il rischio di ricoveri ospedalieri d'emergenza per malattie cardiovascolari e respiratorie;
- il PM₁₀ ha un impatto sulle malattie respiratorie, come indicato dai ricoveri ospedalieri per questa causa.

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

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

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

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

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

OZONO (O₃)

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

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

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

Allegato 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)

NO₂-NO_x	Periodo di Mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile.	1.01.2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1.01.2010
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	1.01.2010
Soglia di allarme	Anno civile Superamento di 3 ore consecutive	400 µg/m ³ NO ₂	1.01.2010

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

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

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

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

Tabella 4 all. 5 Materiale particolato PM_{2,5} – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

PM 2,5	Periodo di mediazione	Valori limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³ è applicato un margine di tolleranza del 20 % al giorno 11 giugno 2008, con riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% il 1 gennaio 2015	1.01.2015
Obbligo di Concentrazione di esposizione per evitare effetti nocivi sulla salute umana	Anno civile	20 µg/m ³	1.01.2015
Valore Obiettivo per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	01.01-2010