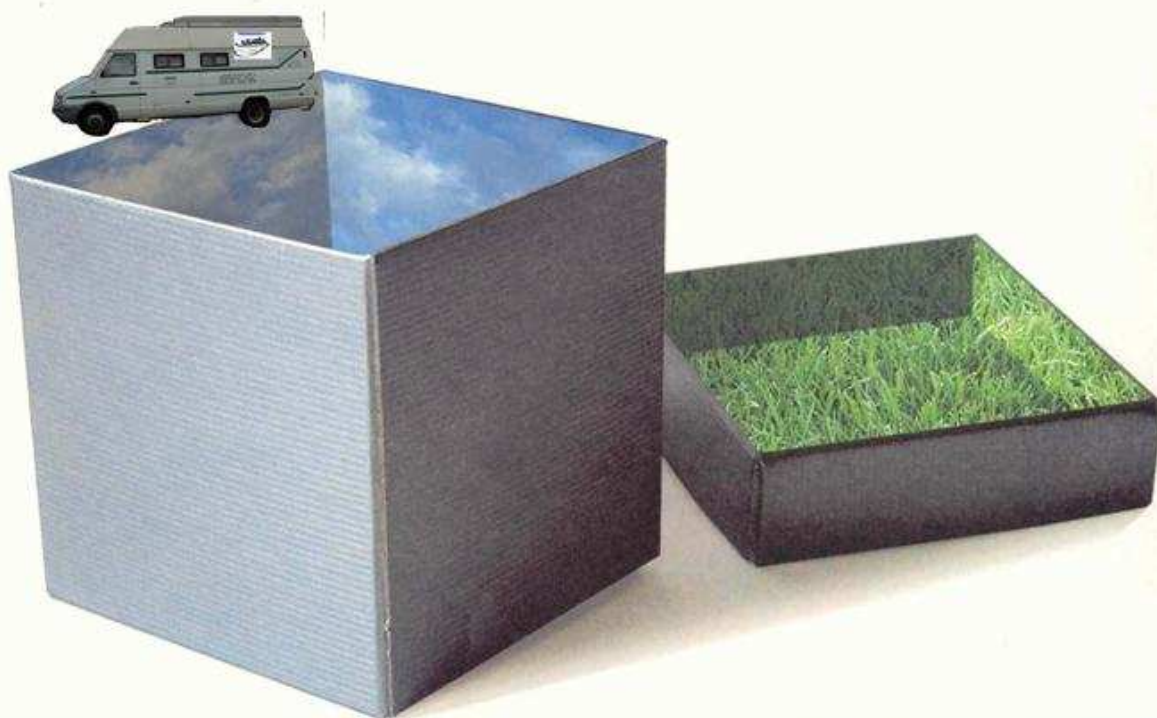




dipartimento provinciale di arezzo



campagna monitoraggio
qualità dell'aria
Civitella Val di Chiana
Postazione Badia al Pino



Regione Toscana
Diritti Valori Innovazione Sostenibilità

PERIODO DI OSSERVAZIONE
04 GIUGNO 2009 – 29 MARZO 2010



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

PRESENTAZIONE	Pag.	3
1. POSTAZIONE DI MISURA	Pag.	3
2. PIANO DI UTILIZZO	Pag.	7
3. INQUINANTI MONITORATI	Pag.	8
4. RIFERIMENTI NORMATIVI	Pag.	9
5. OBIETTIVO DI QUALITA' DEI DATI	Pag.	10
6. DATI RILEVATI NELLA CAMPAGNA DI MISURA	Pag.	11
6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa e con gli Indicatori registrati nelle precedenti campagne di monitoraggio	Pag.	12
6.2 Confronto con i valori degli indicatori registrati nelle precedenti campagne di monitoraggio	Pag.	14
6.3 Andamenti orari dei livelli di concentrazione	Pag.	15
6.4 Distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione	Pag.	18
6.5 Giorni tipo	Pag.	21
6.6 Andamenti stagionali degli indicatori	Pag.	24
6.7 Confronto con i valori degli indicatori misurati nell'area urbana di Arezzo	Pag.	25
6.8 Materiale particolato PM2,5	Pag.	26
6.9 Metalli	Pag.	26
7. VALUTAZIONE DEI RISULTATI	Pag.	27
8. CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI	Pag.	30
ALLEGATI		
Allegato 1. Meccanismi di formazione degli inquinanti	Pag.	31
Allegato 2. Limiti normativi	Pag.	33
Allegato 3. Livello di attendibilità dei dati forniti	Pag.	36
Allegato 4. Elaborazione dei dati meteorologici	Pag.	37



SINCERT

IL SISTEMA DI GESTIONE ARPAT
È CERTIFICATO SECONDO LA NORMA
UNI EN ISO 9001:2008
REGISTRAZIONE N. 3198-A



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione
ambientale della Toscana



Dipartimento Provinciale di Arezzo • U.O. PREVENZIONE CONTROLLI AMBIENTALI INTEGRATI •
Rete di Misurazione della Qualità dell'Aria di Arezzo •

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI CIVITELLA DELLA CHIANA – BADIA AL PINO PERIODO DI OSSERVAZIONE 2009 - 2010

La presente campagna di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente, è stata effettuata su richiesta ed in collaborazione con l'Amministrazione Comunale di Civitella della Chiana (richiesta n. 224_1495 del 21 gennaio 2009) allo scopo di caratterizzare livelli di materiale particolato PM_{2,5} nel Comune di Civitella della Chiana. L'autolaboratorio in dotazione al dipartimento ARPAT di Arezzo è stato posizionato nella postazione di misura di P.za Verdi a Badia al Pino, piazzale antistante la Scuola Media di Badia al Pino.

La postazione di P.za Verdi, è stata monitorata in precedenza mediante una serie di campagne effettuate con l'autolaboratorio sia in modalità spot (monitoraggio in un periodo limitato) sia applicando criteri di rappresentatività (misure indicative distribuite uniformemente nelle quattro stagioni dell'anno)

- anno 1992 (campagna spot);
- periodo 2003-2004 (campagna organizzata applicando criteri di rappresentatività);
- periodo 2006-2007 (campagna organizzata applicando criteri di rappresentatività).

Per quanto attiene il materiale particolato, nella campagne effettuate nell'anno 1992 e nel periodo 2003-2004 sono state monitorate le polveri sospese totali mentre nella campagna relativa al periodo 2006-2007 è stata effettuata la misura del materiale particolato PM₁₀. La campagna effettuata nell'anno 1992 ha riguardato la sola postazione di P.za Verdi a Badia Al Pino; a partire dal 2003 sono state inserite nel piano di monitoraggio le postazioni di misura di Pieve al Toppo e Tegoletto ed infine di Viciomaggio (2006).

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

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

1. Postazione di misura

La presente postazione di campionamento è di tipo urbana a carattere tipicamente residenziale; la postazione di misura è localizzata in prossimità di un parcheggio di modeste dimensioni ubicato di fronte alla Scuola Media di Badia al Pino. I flussi di traffico delle strade del contesto urbano sono attribuibili al traffico locale. Le fonti emissive della zona sono da riferire alla sorgente lineare dell'autostrada del Sole A1, contraddistinta da consistenti flussi veicolari, distante dalla postazione di misura 450 mt nelle direzioni Nord-Ovest, Ovest ed Sud-Ovest e dalla sorgente puntuale relativa agli impianti di incenerimento di rifiuti (pericolosi e non pericolosi), finalizzati anche al recupero di metalli preziosi della ditta CHIMET, distante circa 700 metri in direzione Est dalla postazione di misura. La zona è piuttosto aperta e pertanto influenzata favorevolmente all'azione dispersiva degli eventi meteorologici.

Tabella 1.1 informazioni generali postazione di misura

Nome Postazione	BADIA AL PINO – P.ZZA G. VERDI
Coordinate Geografiche (Gauss Boaga)	LONG E 1724216,2 LAT N 4809622,5
Quota (metri s.l.m.)	278
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5
Periodo Osservazione	04 Giugno 2009 – 29 Marzo 2010



CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

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

INFORMAZIONI GENERALI	
Popolazione residente	1503
Estensione Centro Abitato (Km ²)	0,14

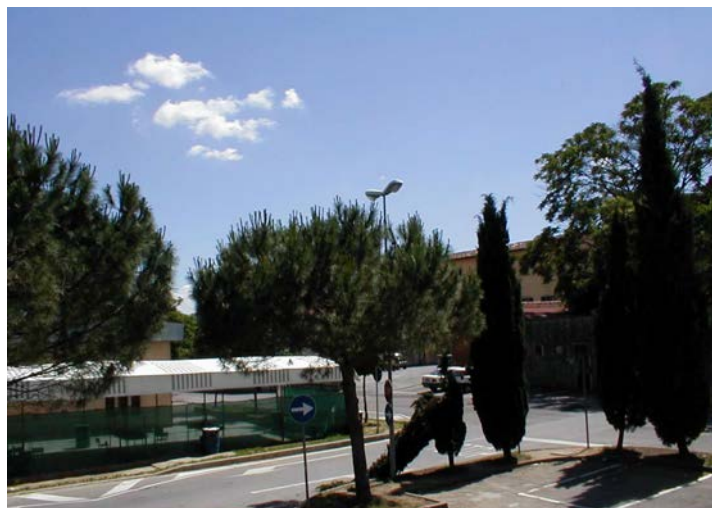
VISTE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA STAZIONE



VISTA NORD



VISTA EST



VISTA SUD

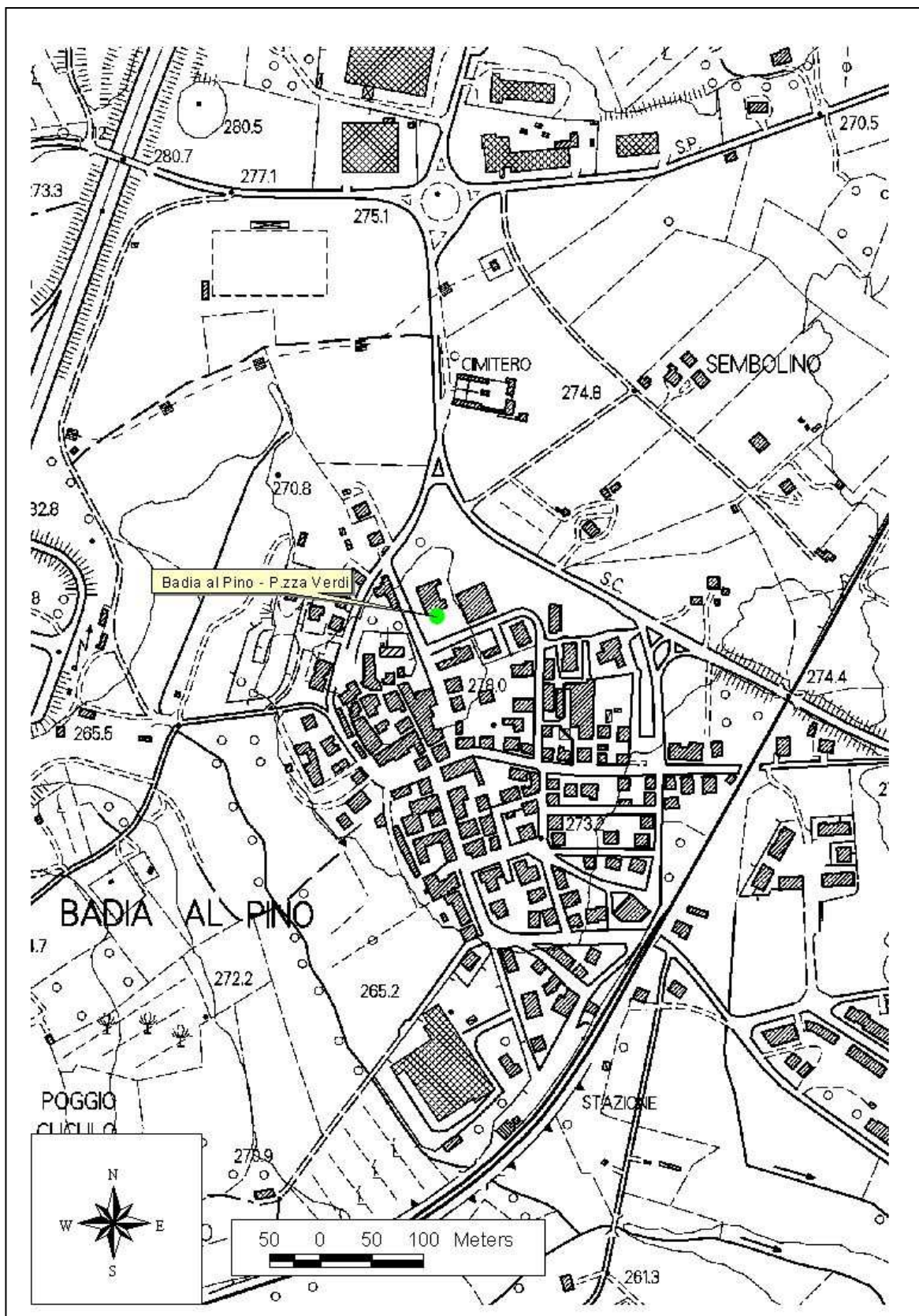


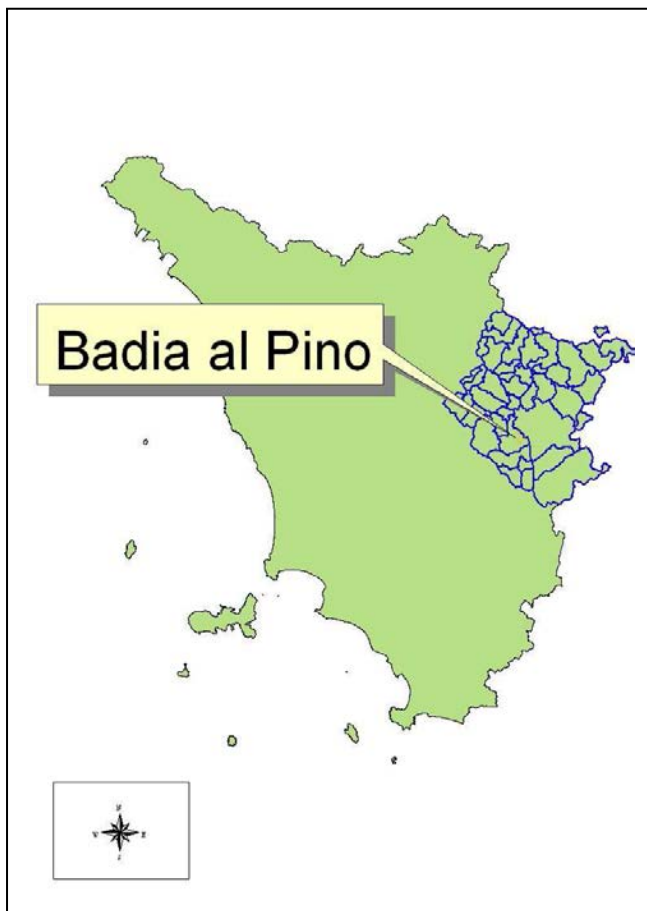
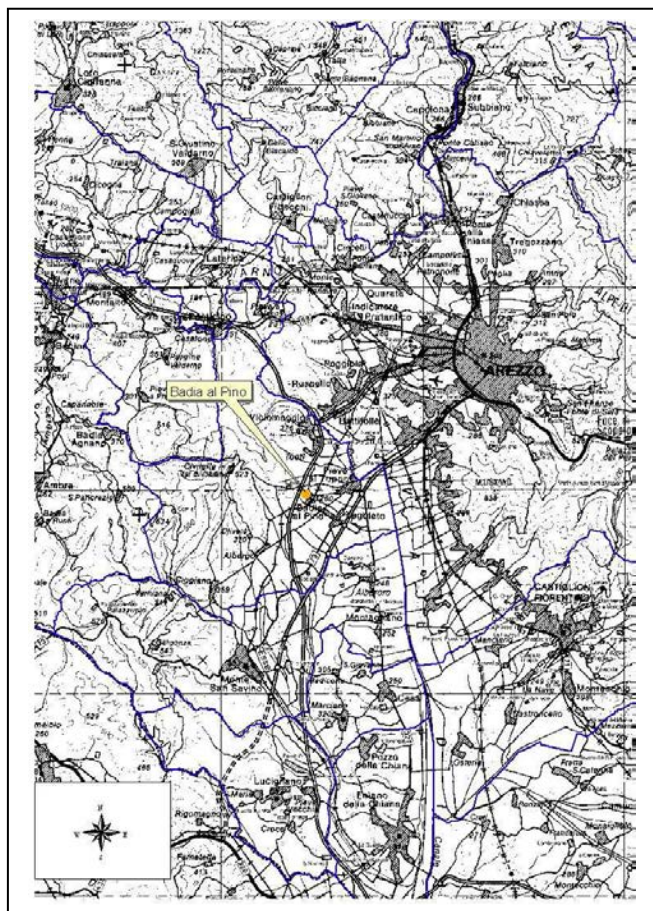
VISTA OVEST

LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI MISURA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Mappa 1.1 localizzazione della postazione di misura





2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio

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

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

- allegato I paragrafo 1, tabella 1 DLgs n. 155/2010;
- punto 4 Deliberazione Giunta Regione Toscana N° 450/2009.

Relativamente alla postazione di Badi al Pino, sono stati effettuati complessivamente 66 giorni di misura distribuiti nell'arco di un anno.

La tabella sottostante, mostra i periodi di osservazione della campagna di monitoraggio effettuata nella postazione di Badia Al Pino nell'intervallo temporale 04 giugno 2009 – 29 marzo 2010:

tabella 2.1 piano di utilizzo autolaboratorio postazione Badia Al Pino – P.za Verdi:

Stagione	Periodo	numero giorni
Estate 2009	04-16/06/2009	13
Autunno 2009	02-14/09/2009	13
Inverno 2009-2010	16/12/2009 - 10/01/2010	26
Primavera 2010	16-29/03/2010	14
TOTALE		66

3. Inquinanti monitorati

In relazione alle disposizioni della normativa che disciplina la qualità dell'aria ambiente (DLgs 155/2010, e DPCM 28/3/83), sono stati monitorati i seguenti inquinanti: ossidi di azoto (NO-NO_x-NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), idrocarburi non metanici (NMHC), materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}), anidride solforosa (SO₂), metalli (As, Cd, Ni e Pb) ed i parametri meteorologici di direzione e velocità del vento. La legenda mostrata nell'allegato 1 alla presente relazione, riporta i meccanismi di formazione nonché il significato di ogni inquinante misurato. Per la misura le materiale particolato PM_{2,5} è stato utilizzato lo strumento automatico FAG mod. FH 62 I-N, inv. n. 4688, basato sul principio di misura dell'assorbimento di raggi β, mezzo di filtrazione rappresentato da un nastro in fibra di vetro, prodotto dalla ditta FAG Kugelfischer (ESM Andersen), Germania. Lo strumento non effettua il riscaldamento della linea di prelievo e del filtro di campionamento i quali sono mantenuti alla temperatura ambiente. E' stato impiegato il dispositivo di separazione granulometrica PM 2,5 TCR – TECORA EN 12341 con flusso di aspirazione 1 m³/h.

I metalli, sono stati ottenuti da una campagna di monitoraggio del tipo spot, effettuata nel periodo osservazione compreso tra il 03 ed il 12 settembre 2009. I relativi livelli in aria ambiente sono stati determinati dai campioni di materiale particolato PM 2,5 ottenuti da un sistema di campionamento rappresentato da strumentazione manuale (sistema di campionamento manuale TCR Tecora completo di testa di prelievo conforme EPA, mezzo filtrante in teflon) e sottoposti ad analisi mediante metodo analitico basato sul principio di misura ECP – Plasma (determinazione arsenico As) e dell'assorbimento atomico (determinazione cadmio Cd, nichel Ni, e piombo Pb). Le analisi sono state condotte dal laboratorio ARPAT di Arezzo (Cd, Ni, Pb - metodo UNI-EN 14902:2005) e dal laboratorio ARPAT di Grosseto (As - metodo UNI-EN ISO 17294-2:2005).

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

tabella 3.1 caratteristiche tecniche analizzatori

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

4. Riferimenti Normativi

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

- standard di qualità dell'aria fissati dal DPCM del 28/3/83 e dal DPR 203/88 i cui relativi indicatori statistici, forniscono un'ottima base di valutazione sulla distribuzione dei dati per lunghi periodi di osservazione;
- valori limite fissati dal DLgs 155/2010;
- deliberazione della Giunta Regionale n° 450/2009.

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

I valori limite che definiscono gli indicatori di qualità dell'aria sono stati definiti dalla Comunità Europea e sono stati recepiti dallo Stato italiano con il DLgs 155 del 2010.

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

5. Obiettivo di qualità dei dati

Raccolta minima dei dati

La normativa che disciplina la qualità dell'aria (allegato I del DLgs 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 fisse, una raccolta minima dei dati (che rappresenta l'efficienza dell'analizzatore) su base annuale non inferiore al 90 %. Questo indice è elaborato per singolo analizzatore al netto delle attività di manutenzione e taratura. Tale valore di riferimento è richiesto anche per le misure indicative a cui si riferiscono le misurazioni ottenute nella presente campagna di monitoraggio. La tabella sottostante presenta la raccolta minima dei dati per singolo analizzatore relativa al periodo di osservazione complessivo dell'intera campagna di misura (66 giorni).

La raccolta minima dei dati, è calcolata come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (per es. 24 dati orari per ogni giorno di monitoraggio che nella presente campagna comportano 1584 dati teorici). Una parte dei dati è inevitabilmente perduta per le attività di controllo automatico giornaliero, per le tarature e per le operazioni di manutenzione preventiva e straordinaria; tali attività rappresentano circa il 5 % dei dati validi raccolti.

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

Postazione	CO	NO ₂	O ₃	PM _{2,5}	NMHC	SO ₂	VV	DV
Badia al Pino	90	100	100	94	97	100	100	98

La tabella mostrata, sopra mette in evidenza in prevalenza singoli rendimenti strumentali elevati conformi agli obiettivi di qualità riguardanti la raccolta minima dei dati ($\geq 90\%$); sotto questo profilo pertanto, considerato che il valore di riferimento della raccolta minima dei dati si riferisce comunque a reti fisse e che invece l'indagine è stata articolata in singole campagne stagionali, i rendimenti strumentali sono complessivamente da ritenersi ottimi (rendimento totale medio della campagna 97 %).

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 (66 giorni distribuiti nell'anno) pari al 18 %, è conforme ai criteri degli obiettivi di qualità dei dati definiti per le misure indicative dall'allegato 1 del DLgs 155/2010 e dall'allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo (periodo minimo di copertura di riferimento = 14 %). Per misure indicative si intendono misurazioni che rispettano obiettivi di qualità meno stringenti rispetto a quelli richiesti per le misurazioni in siti fissi.

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

6. Dati rilevati nella campagna di misura

Nel presente capitolo sono riportati gli elaborati grafici relativi a:

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

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 $\text{PM}_{2,5}$ e degli NMHC 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 misura.

Tabella 4.1 valori medi della postazione Badia al Pino nell'intera campagna 2009- 2010

NMHC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CO mg/m^3	NO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO_x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM_{2,5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
57	0,3	33	54	19	5	46

6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa

Periodo di osservazione: dal 4 giugno 2009 al 29 marzo 2010.

Tabella 6.1.1 valori degli indicatori di qualità dell'aria

INDICATORE	Badia al Pino 04/06/2009 - 29/03/2010	LIMITE
NO ₂ Max Orario (µg/m ³)	107	200 ^{DLgs155}
NO ₂ 98° Percentile (µg/m ³)	84	200 ^{**}
NO ₂ Media (µg/m ³)	33	40 ^{DLgs155}
NO _x Media (µg/m ³)	54	30 ^{DLgs155}
CO Max 1 Ora (mg/m ³)	2,7	40 [*]
CO media mobile 8 Ore (mg/m ³)	1,1	10 ^{DLgs155}
O ₃ media mobile 8 ore (µg/m ³)	117	120 ^{DLgs155}
O ₃ Max 1 Ora (µg/m ³)	127	180 ^{DLgs155}
PM _{2,5} Media (µg/m ³)	19	25 ^{DLgs155}
SO ₂ Media giornaliera Max (µg/m ³)	11	125 ^{DLgs155}
SO ₂ Max Orario (µg/m ³)	12	350 ^{DLgs155}
NMHC media 3 Ore (µg/m ³)	437	200 ^{***}

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

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

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

DLgs 155: Valori Limite fissati dal Decreto Ministero Ambiente DLgs 155/2010 per effetto del recepimento della direttiva europea 2008/50/CE del 11/6/08 sul riordino in materia di qualità dell'aria.

Grafico 6.1.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, idrocarburi non metanici, materiale particolato PM_{2,5}, anidride solforosa.

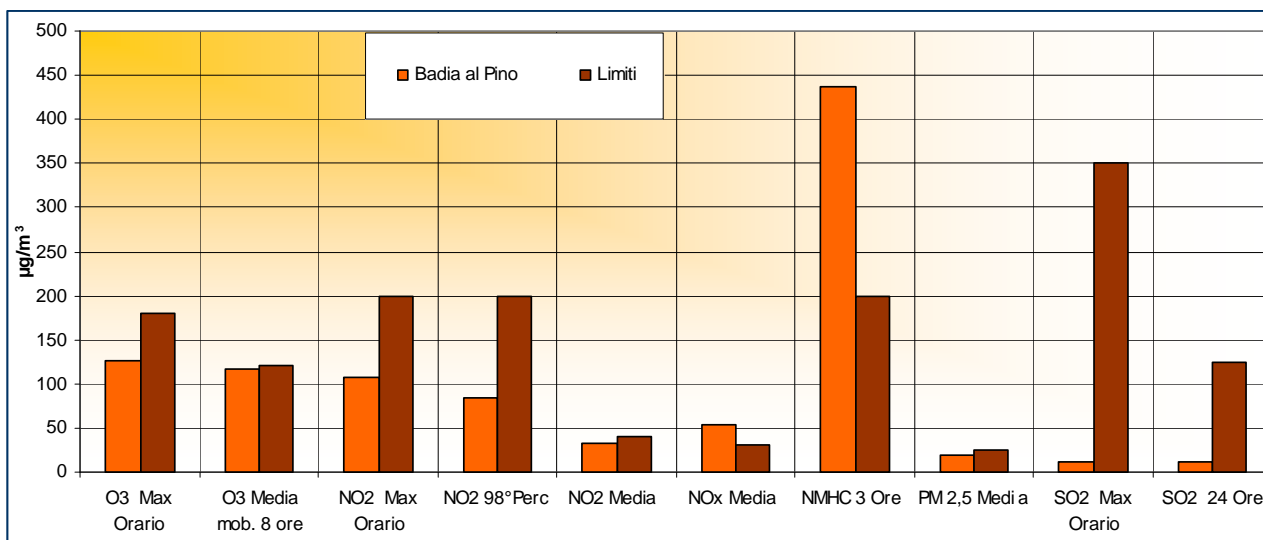
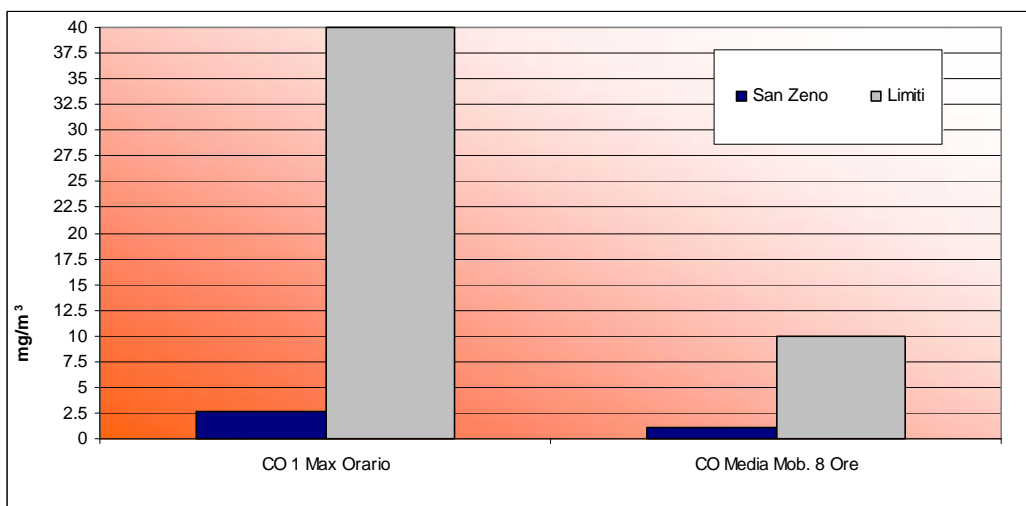


Grafico 6.1.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria monossido di carbonio



6.2 Confronto con i valori degli indicatori delle precedenti campagne di misurazione

Grafico 6.2.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 1992, 2003-2004, 2006-2007 e 2009-2010 - ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, idrocarburi non metanici, anidride solforosa

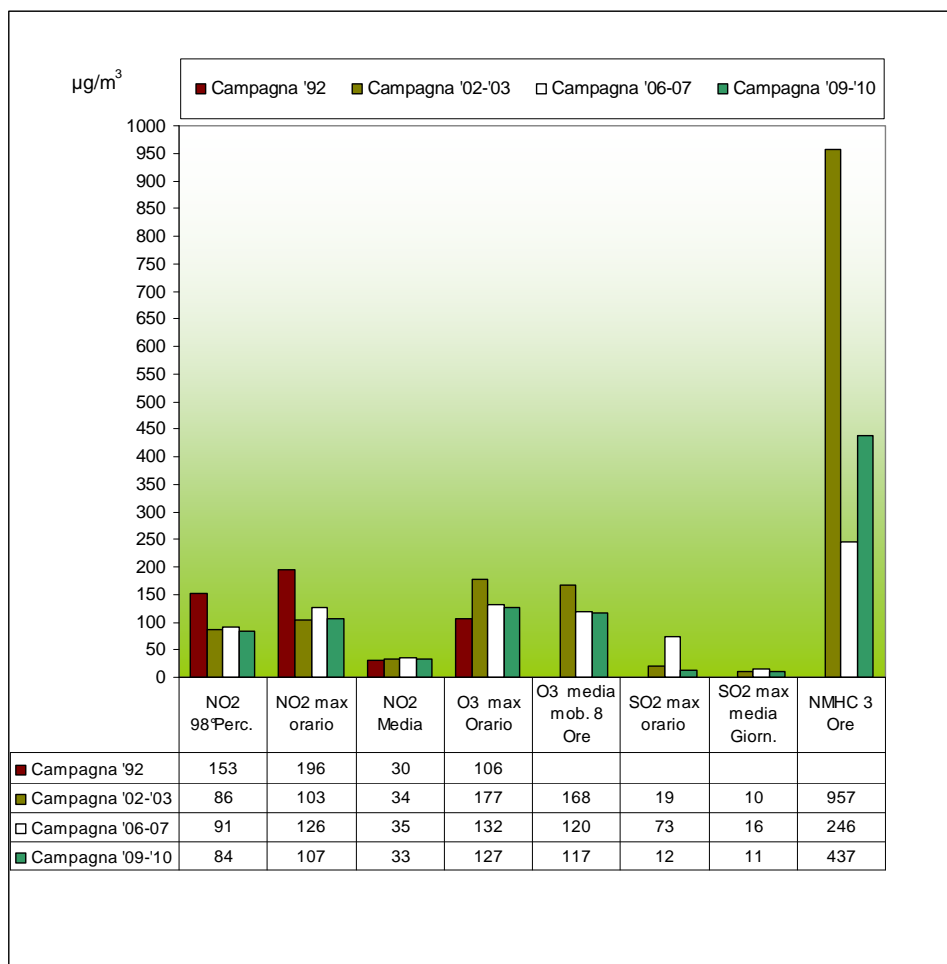
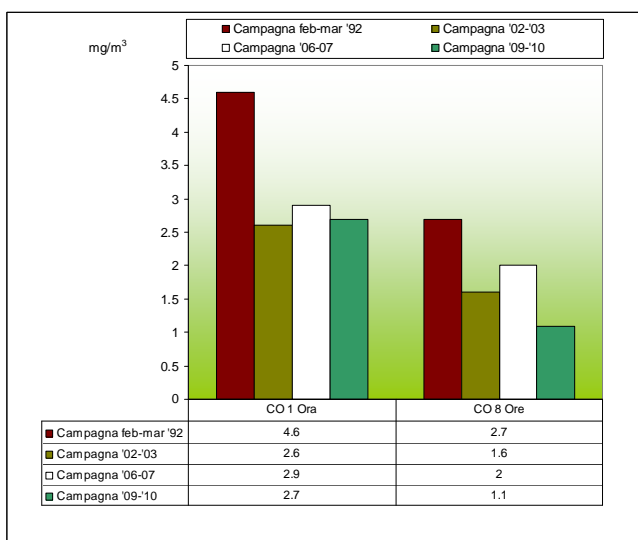


Grafico 6.2.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 1992, 2003-2004, 2006-2007 e 2009-2010 – monossido di carbonio



6.3 andamenti orari dei livelli di concentrazione

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

grafico 6.3.1 andamenti orari monossido di carbonio

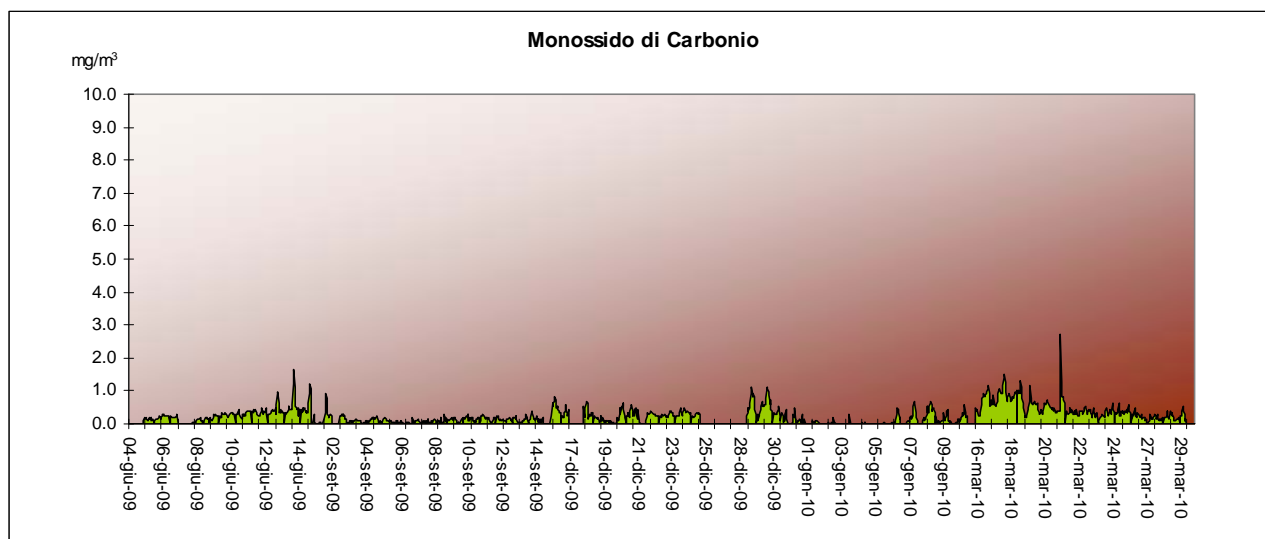


grafico 6.3.2 andamenti orari biossido di azoto

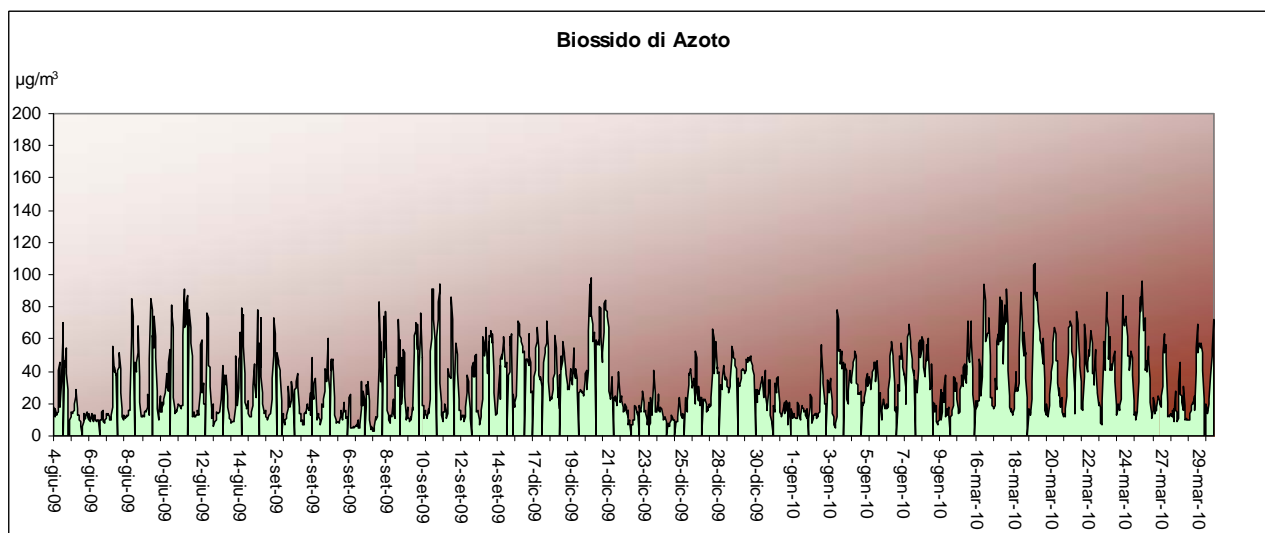


grafico 6.3.3 andamenti orari ozono

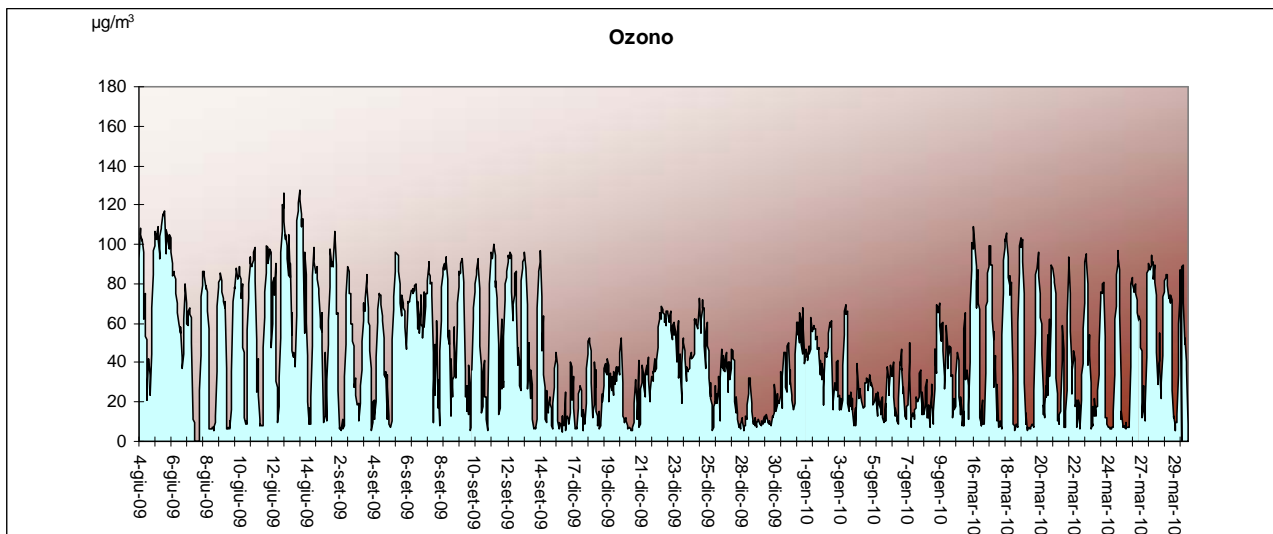


grafico 6.3.4 andamenti orari materiale particolato PM2,5

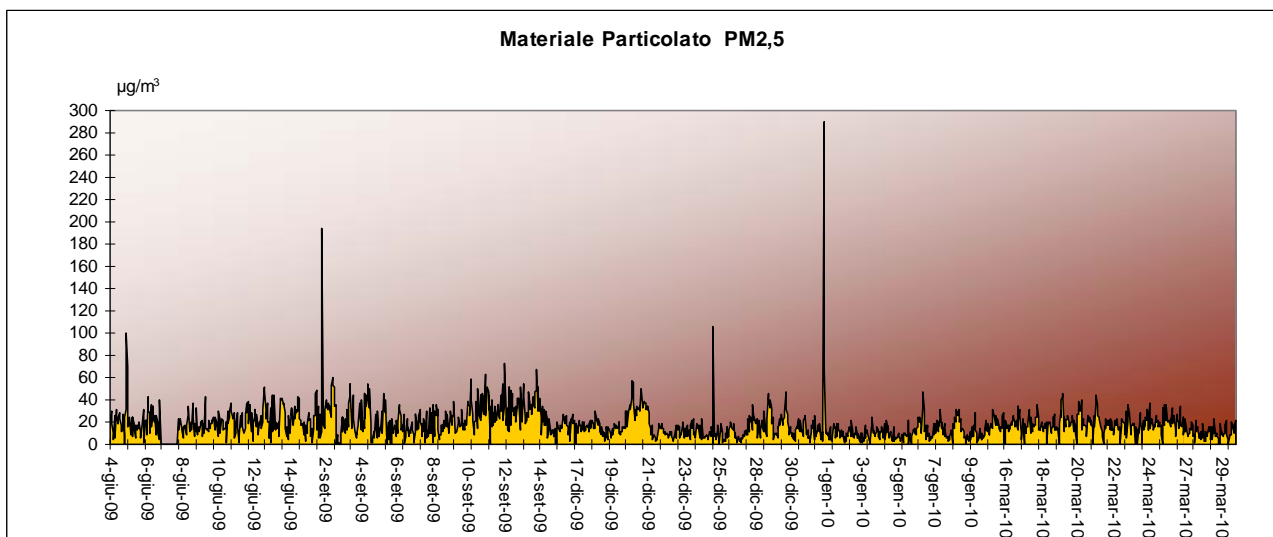


grafico 6.3.5 andamenti orari biossido di zolfo

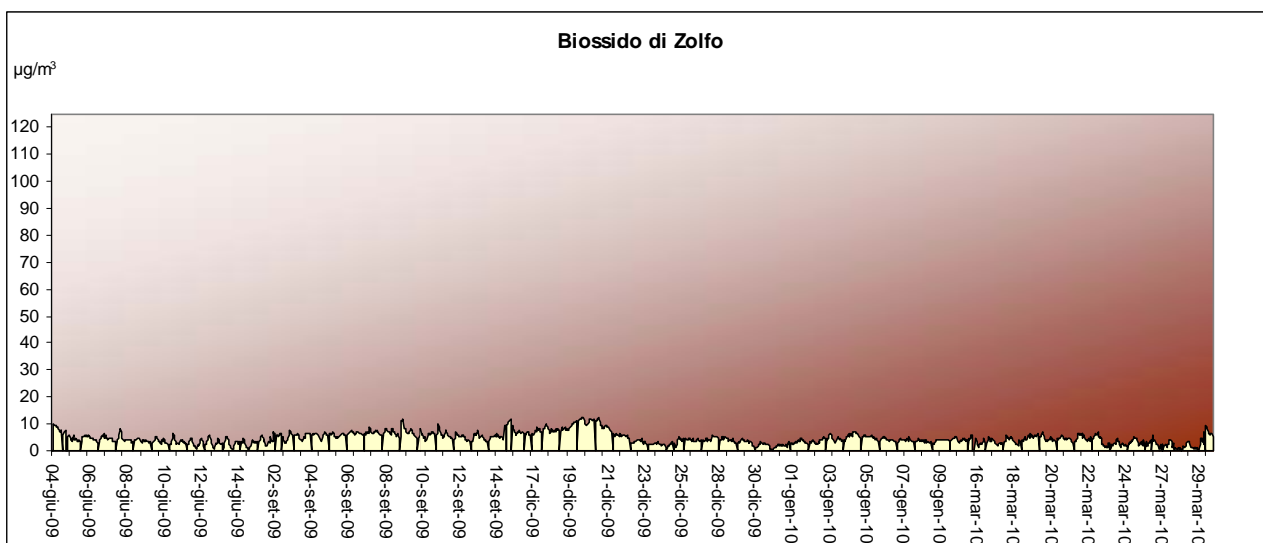
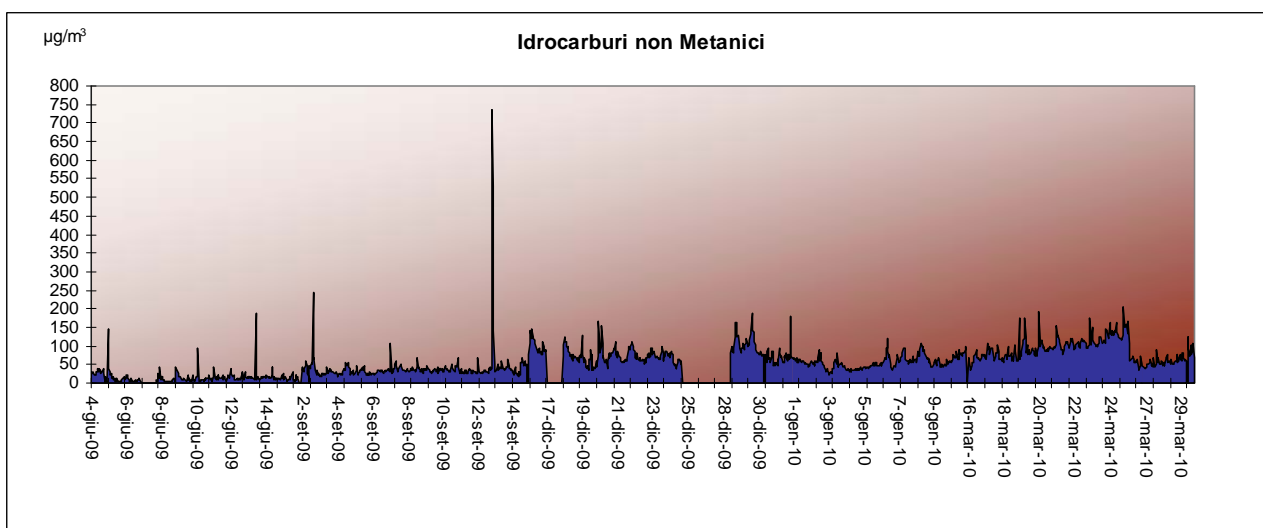


grafico 6.3.6 andamenti orari idrocarburi non metanici



6.4 distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione

grafico 6.4.1 distribuzione valori orari monossido di carbonio

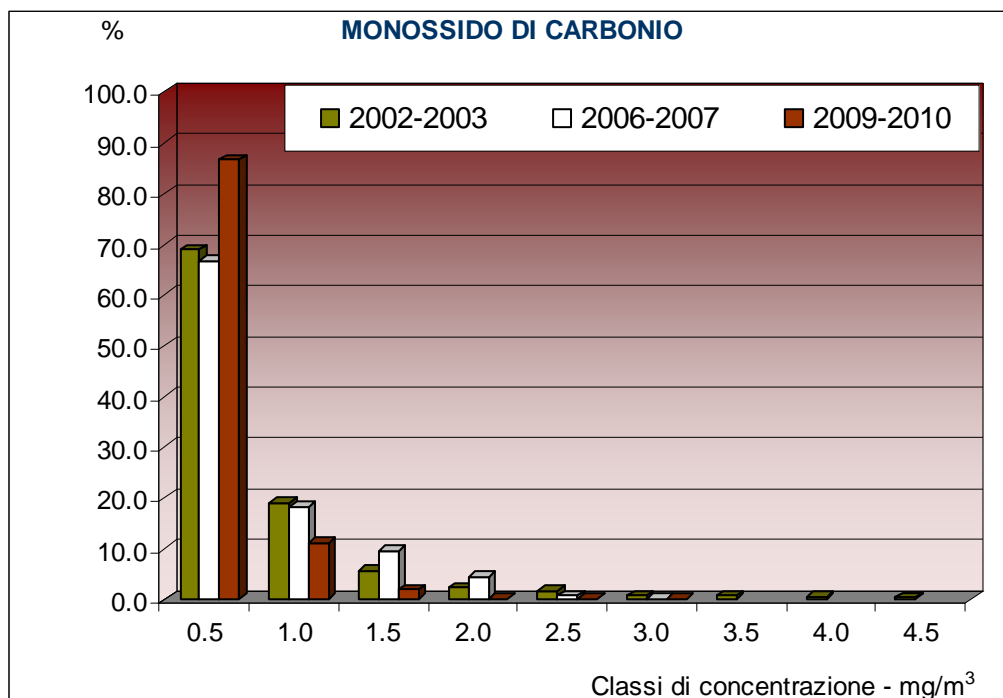


grafico 6.4.2 distribuzione valori orari biossido di azoto

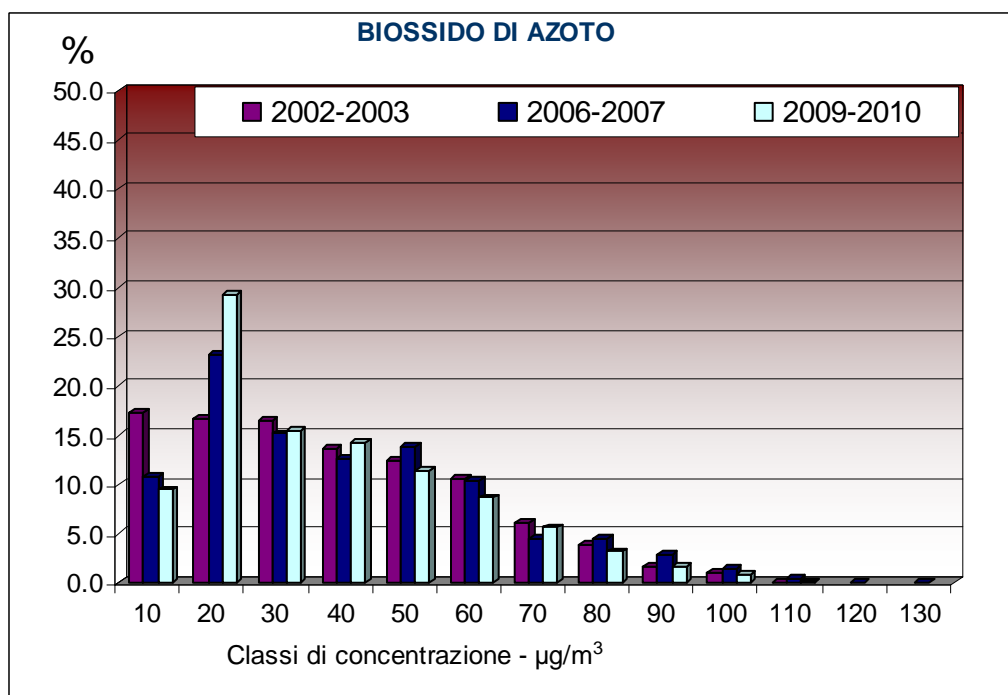


grafico 6.4.3 distribuzione valori orari idrocarburi non metanici

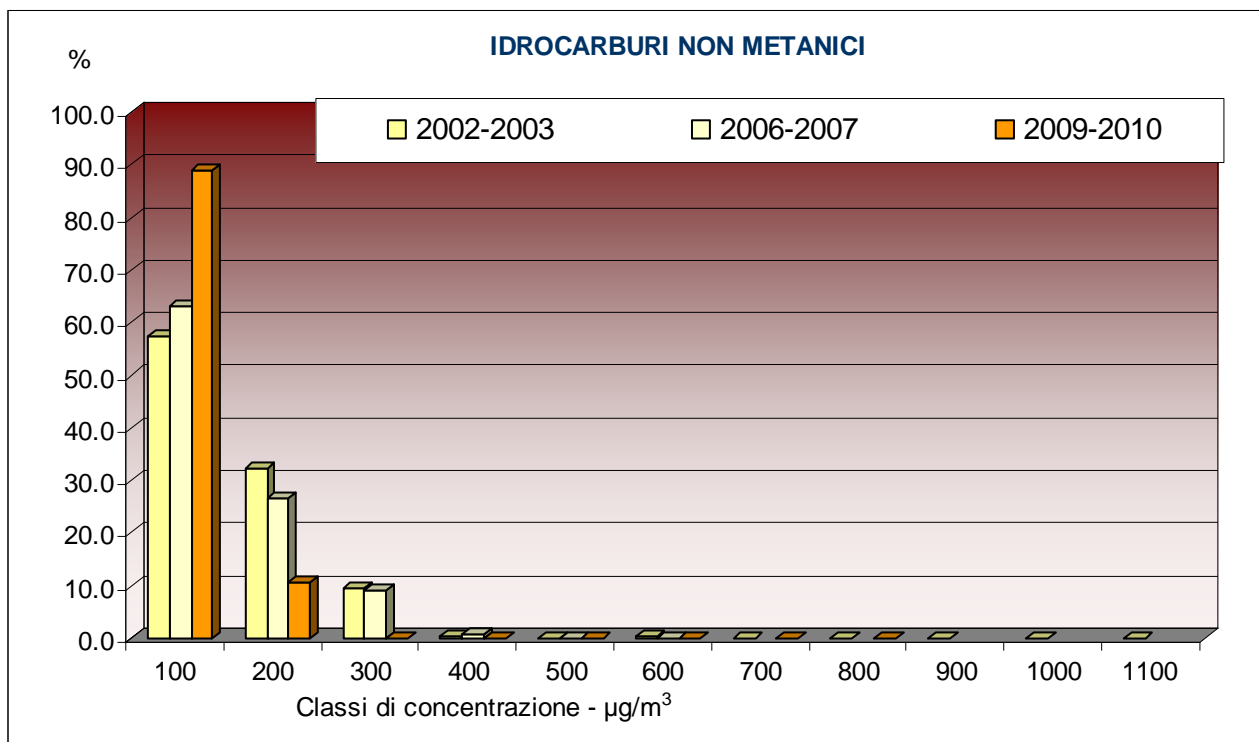


grafico 6.4.4 distribuzione valori orari ozono

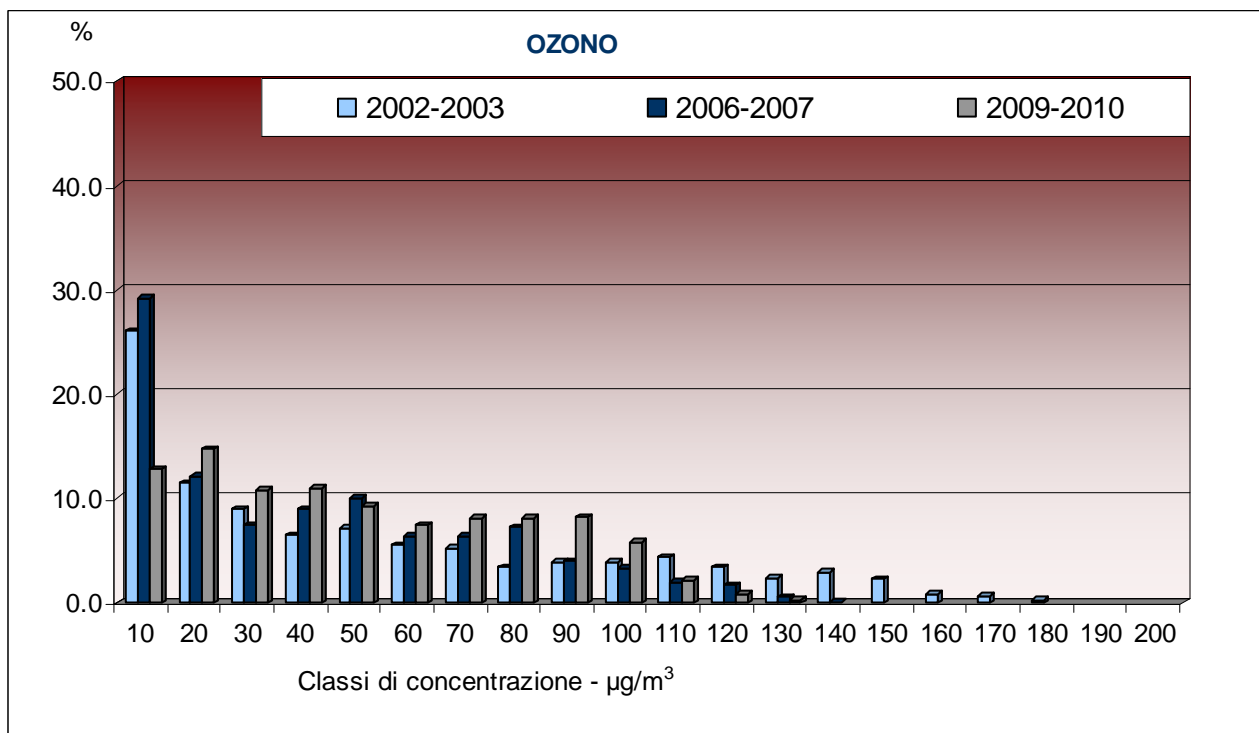


grafico 6.4.5 distribuzione valori giornalieri materiale particolato PM2,5 campagna 2009-2010

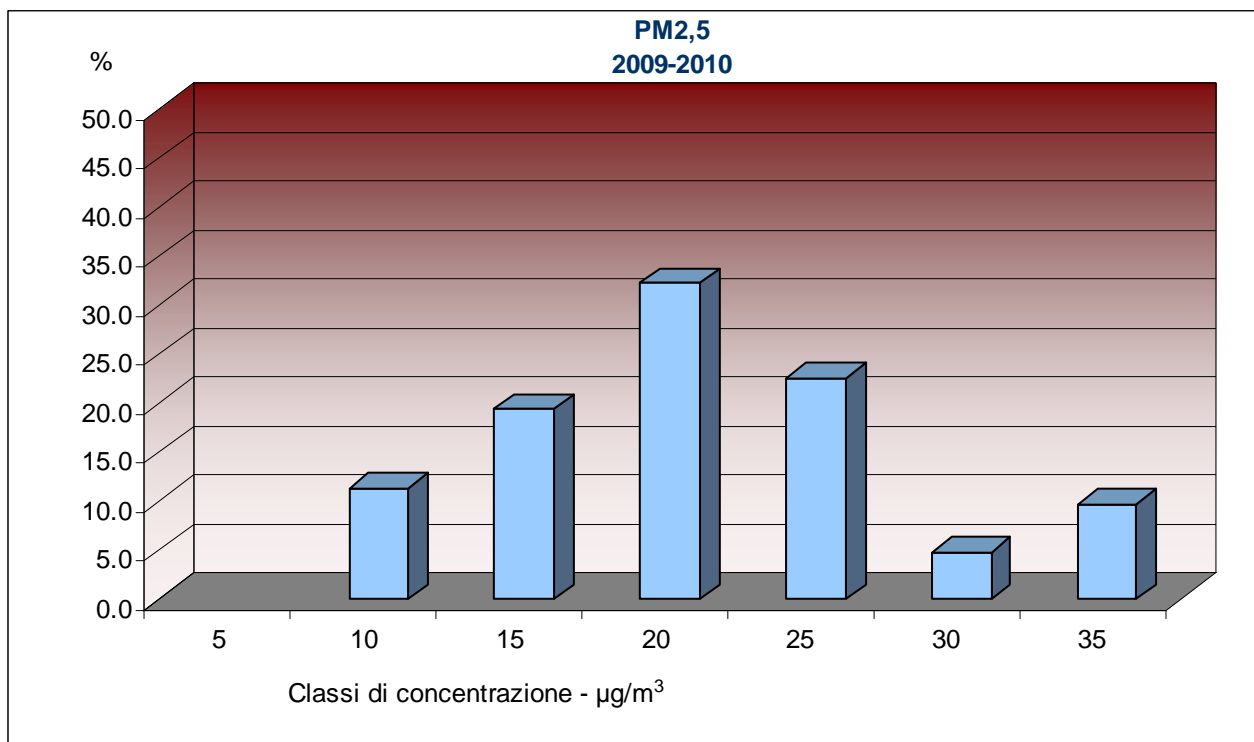
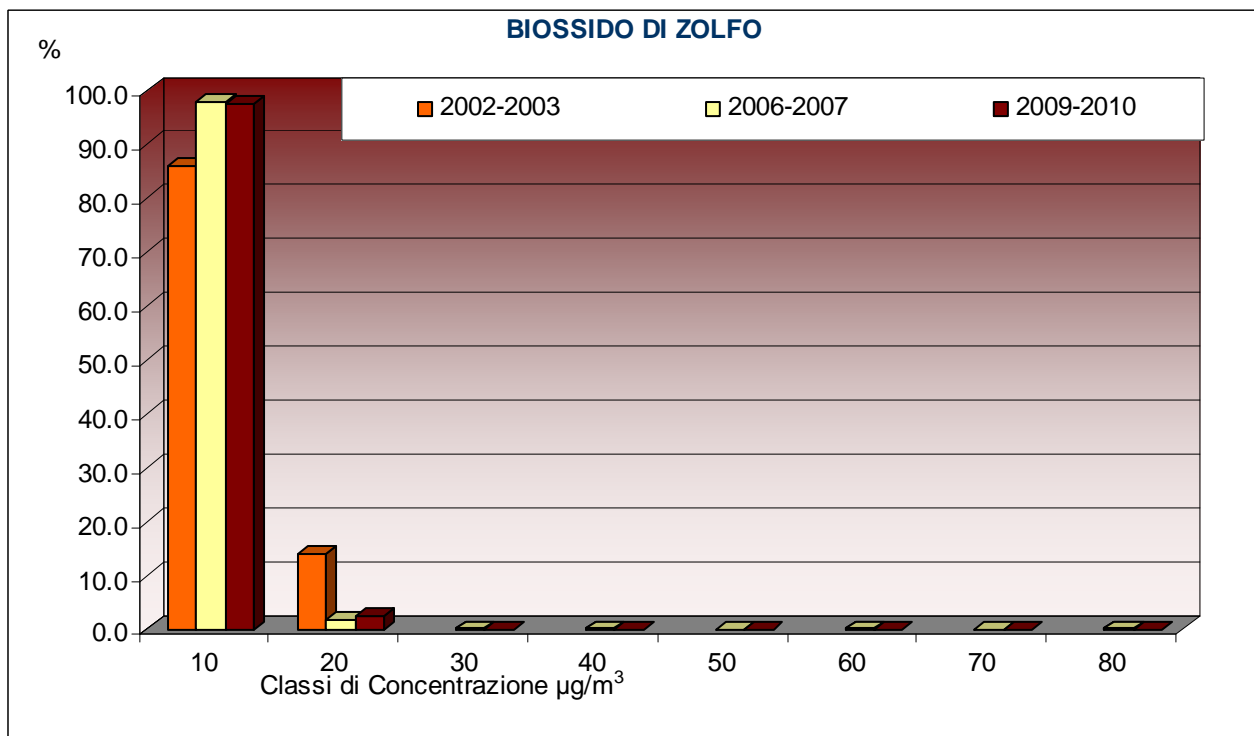


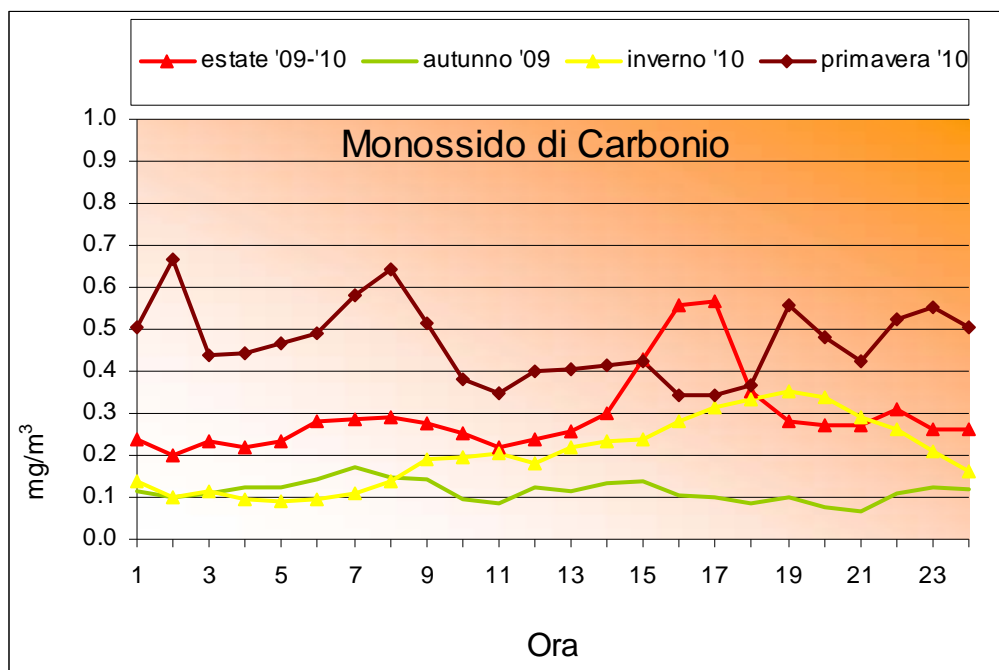
grafico 6.4.6 distribuzione valori orari biossido di zolfo



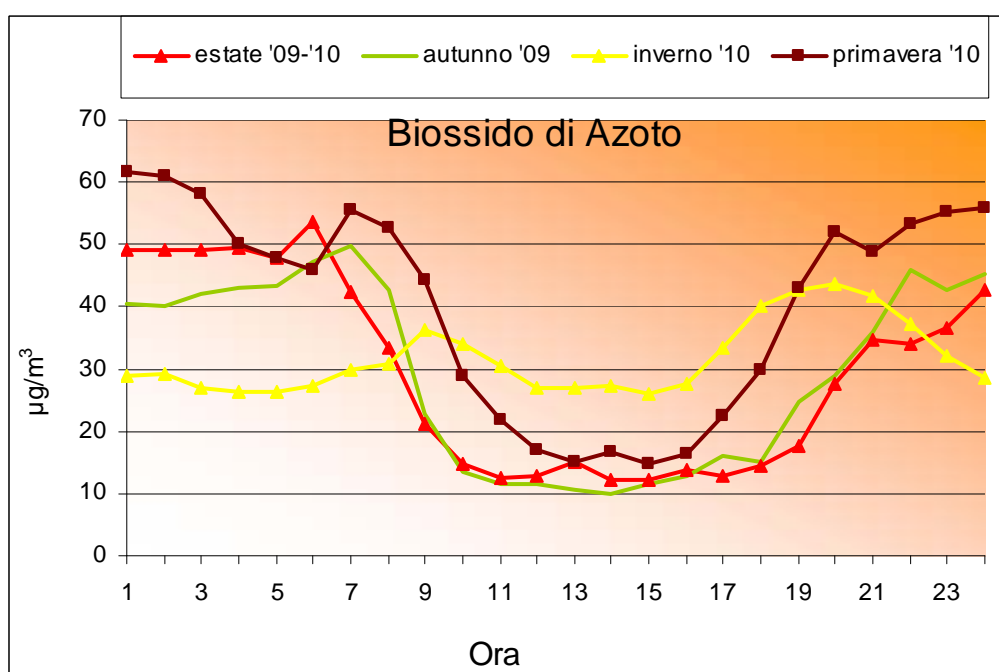
6.5 giorni tipo

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

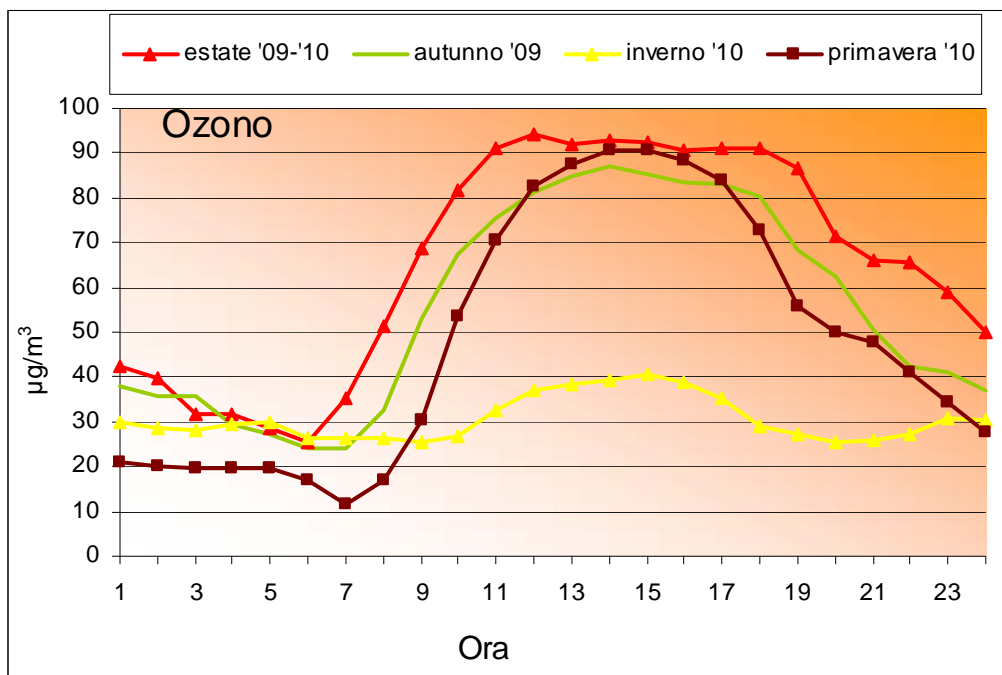
6.5.1 grafico giorno tipo monossido di carbonio



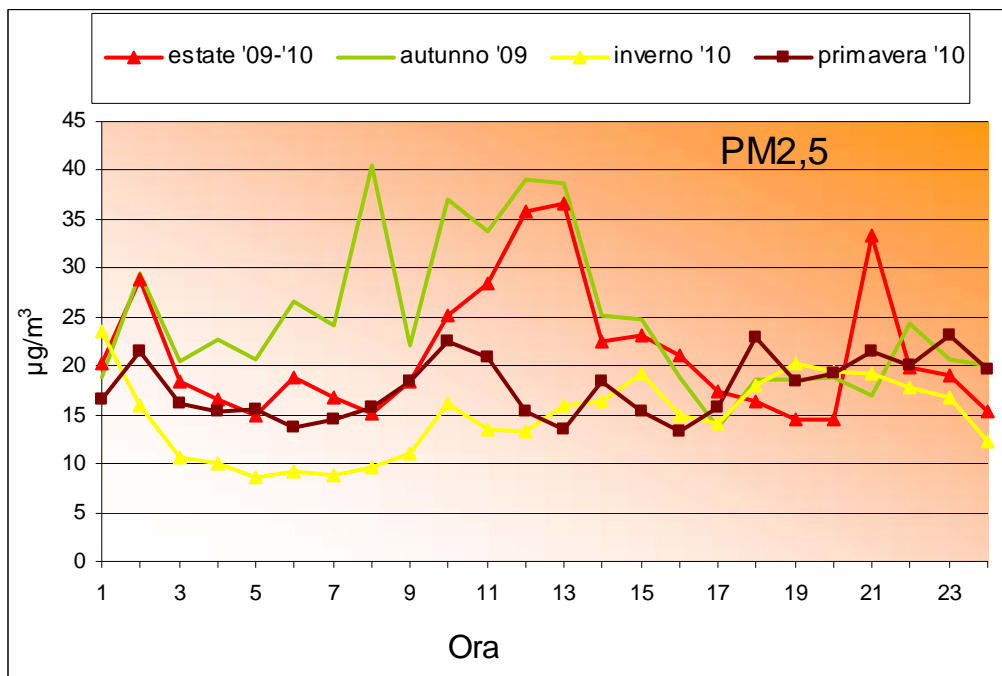
6.5.2 grafico giorno tipo biossido di azoto



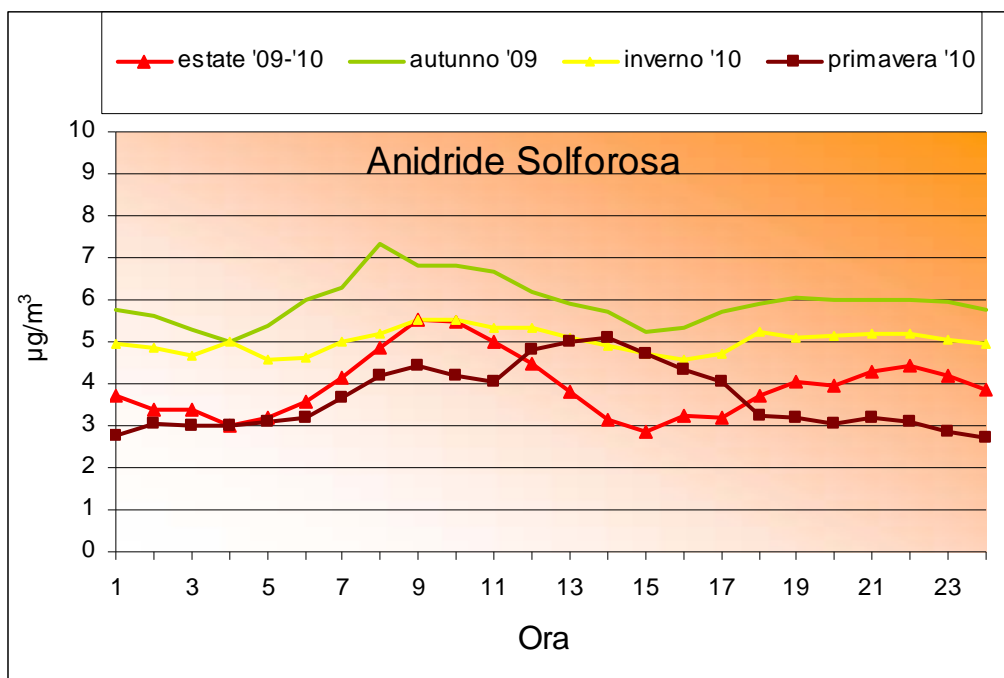
6.5.3 grafico giorno tipo ozono



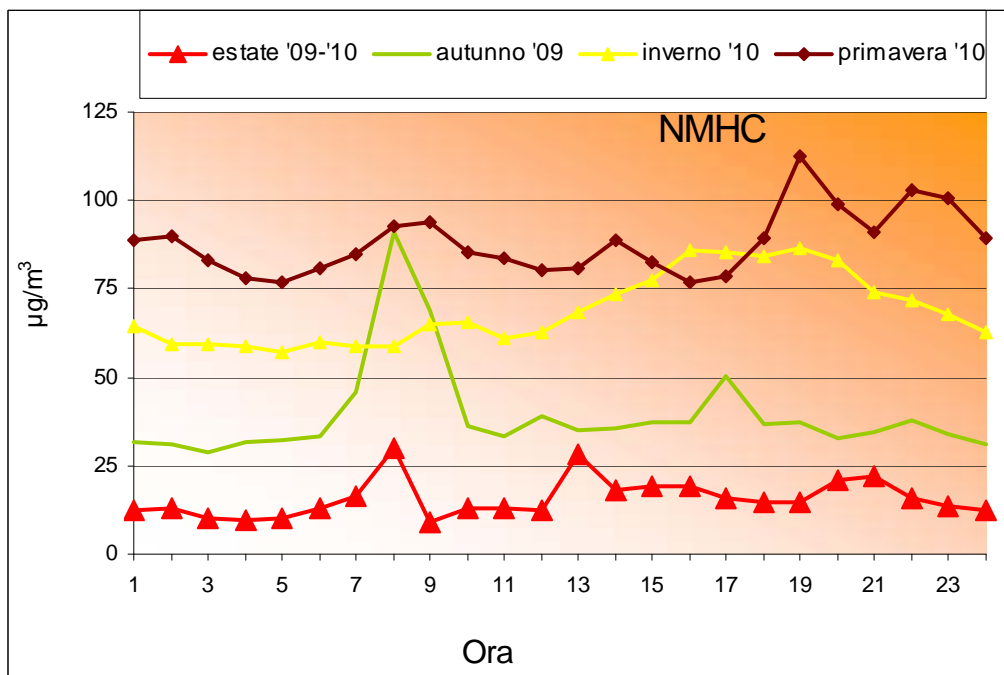
6.5.4 grafico giorno tipo materiale particolato PM2,5



6.5.6 grafico giorno tipo anidride solforosa



6.5.7 grafico giorno tipo idrocarburi non metanici NMHC



6.6 andamenti stagionali 2009 - 2010

grafico 6.6.1. istogramma andamenti stagionali indicatori di NO₂, NO_x, O₃, SO₂, NMHC, PM_{2,5}

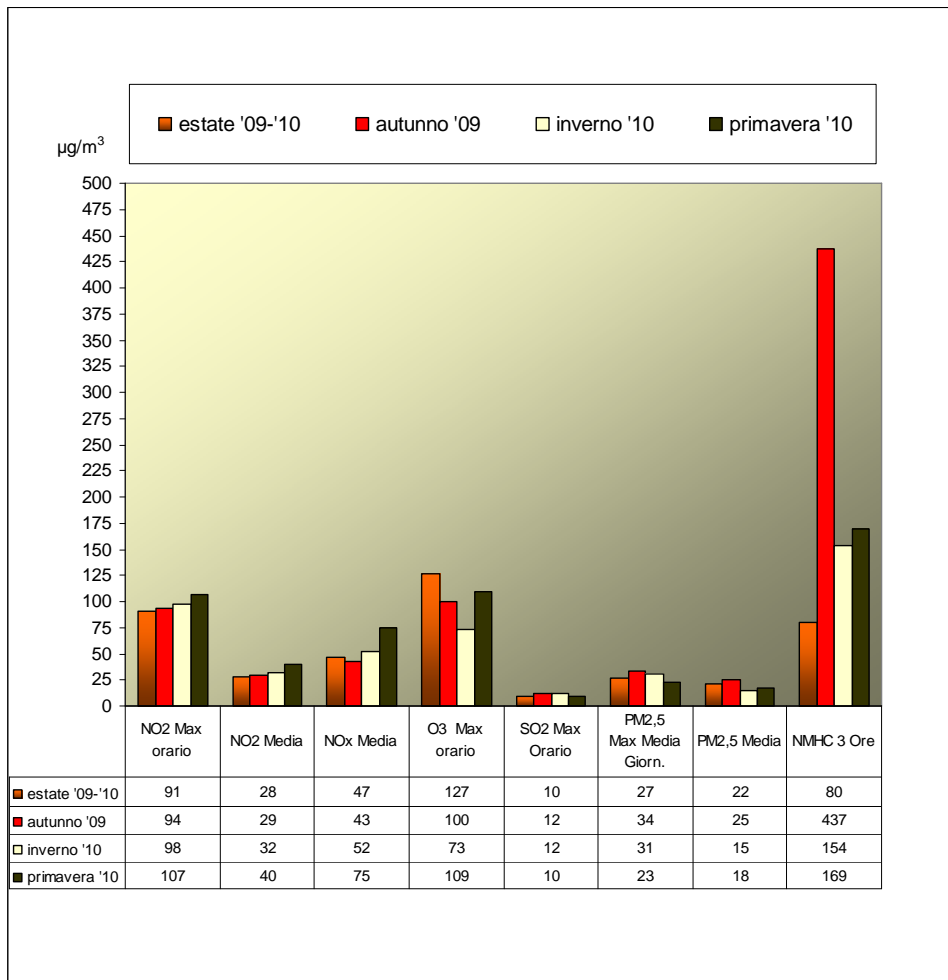
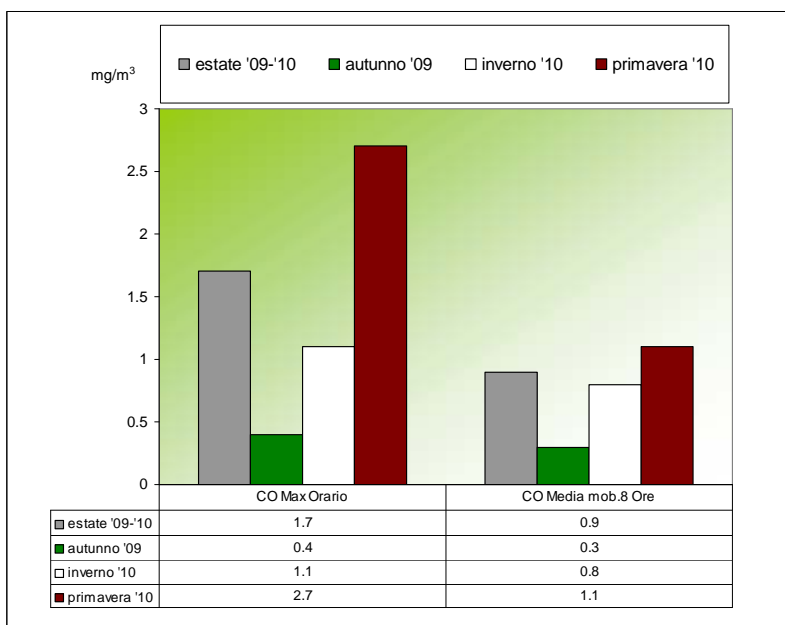


grafico 6.6.2. istogramma andamenti stagionali indicatori di CO



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

grafico 6.7.1. istogramma valori degli indicatori di NO₂, NO_x, benzene Badia al Pino/Area Urbana Arezzo

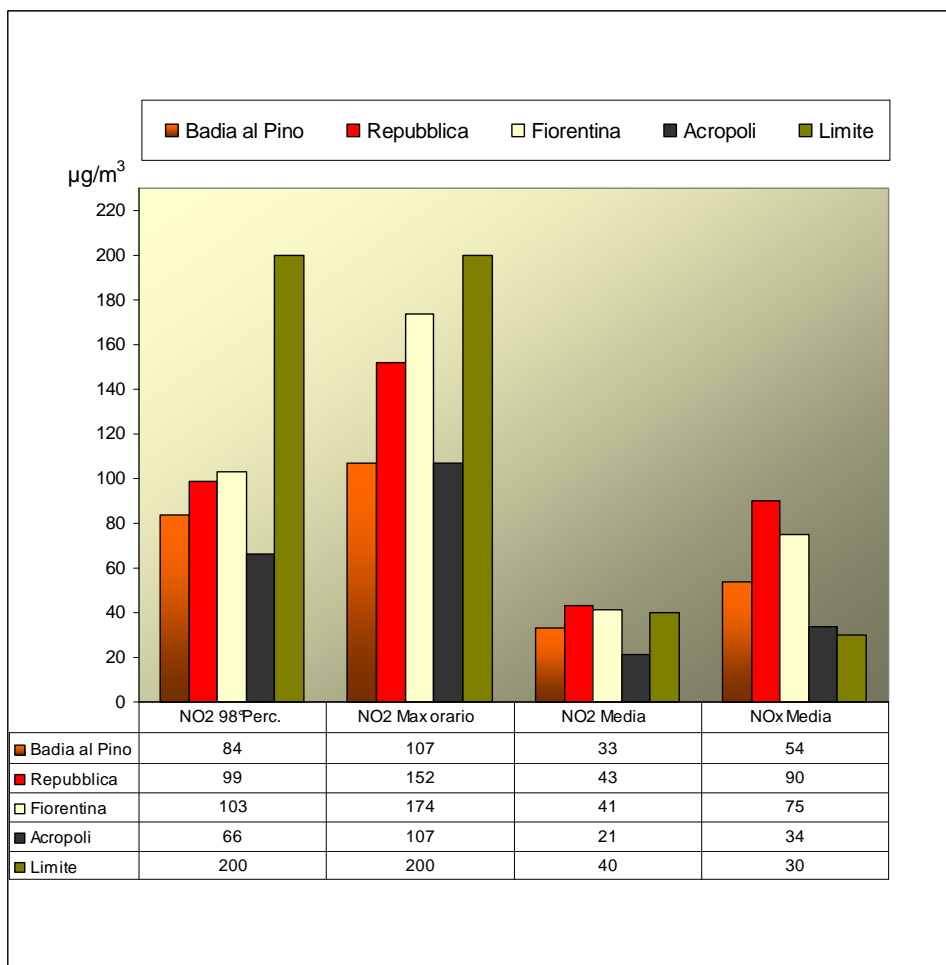
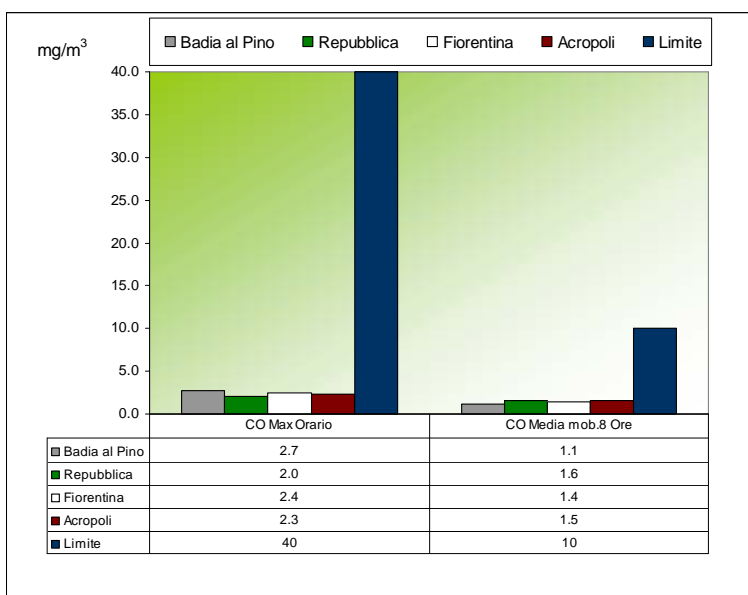


grafico 6.7.2 istogramma valori degli indicatori di CO Badia al Pino/Area Urbana Arezzo



materiale particolato PM2,5

Tabella 6.8.1 valori indicatori PM2,5 campagna 2009/2010

Postazione di misura	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	valore massimo giornaliero $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Badia al Pino	19	34

I valori medi annuali sono di poco inferiori al valore limite ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in vigore al 1 gennaio 2015) nonché al valore obiettivo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungersi al 1° gennaio 2010) definiti dagli allegati XI e XIV del D.Lgs n. 155/2010.

Se esaminiamo i valori medi di materiale particolato PM2,5 registrati nel Comune di Arezzo (area urbana di Arezzo postazioni di Via Fiorentina e di Acropoli e Zona Industriale di San Zeno) caratterizzati peraltro da valori omogenei, si riscontrano per la postazione di Badia Al Pino valori più bassi, inferiori di circa il 20 %; le differenze si fanno più marcate per quanto riguarda il valore massimo giornaliero, per il quale l'area urbana (contraddistinta da valori massimi tra loro equivalenti) registra livelli superiori di circa il 63 %, e la Zona Industriale di San Zeno livelli più elevati di circa il 15 % rispetto alla postazione di Badia al Pino.

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

Nella zona industriale di San Zeno è stato ottenuto il valore massimo giornaliero di PM2,5 superiore al valore guida OMS ($34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 11 settembre 2009) e complessivamente sono stati registrati 9 giorni (14 %) di superamento nei 62 giorni di dati validi nell'intera campagna di monitoraggio. I superamenti sono stati registrati in prevalenza nella stagione dell'autunno poiché i superamenti del mese di settembre rappresentano il 67 % dei superamenti totali registrati.

6.9 Campagna spot monitoraggio metalli

Come già segnalato al capitolo 3, l'attività di monitoraggio è stata valorizzata da una campagna spot di monitoraggio dei metalli disciplinati dal DLgs 155/2010 (As, Cd, Ni, e Pb). Il periodo di osservazione ha riguardato l'intervallo temporale compreso tra il 3 ed il 12 settembre 2009 nel quale sono stati effettuati 5 campioni di materiale particolato PM2,5 da cui sono stati determinati i metalli. Le modalità di organizzazione della campagne e la tecnica utilizzata è stata descritta al capitolo 3. Le analisi sono state condotte dal laboratorio ARPAT di Arezzo (Cd, Ni, Pb - metodo UNI-EN 14902:2005) e dal laboratorio ARPAT di Grosseto (As - metodo UNI-EN ISO 17294-2:2005).

Tabella 6.9.1 valori metalli campagna spot 2009 materiale particolato PM2,5 postazione Badia al Pino

	N° campioni	Media	Limite/Valore Obiettivo	Min	Max
Pb (AA) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	< 0,05	0,5	< 0,05	< 0,05
Ni (AA) ng/m^3	5	< 2	20,0	< 2	< 2
As (ICP) ng/m^3	5	< 1	6,0	< 1	< 1
Cd (AA) ng/m^3	5	1,4	5,0	< 0,5	3,8

I valori medi dei metalli determinati nella campagna spot sono significativamente inferiori ai relativi limiti (valori obiettivo e valore limite definiti dagli allegati XI e XIII del DLgs 155/2010 riferiti ad un periodo di osservazione annuale).

Il Cadmio è il metallo più significativo della postazione monitorata; i livelli riscontrati nell'intervallo temporale esaminato sono estremamente variabili e passano da valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale ($< 0,5 \text{ ng/m}^3$) a livelli molto più elevati ($3,8 \text{ ng/m}^3$ inferiore di circa il 30 % il valore obiettivo riferito alla media annuale). La presenza di Cadmio è stata riscontrata anche nella zona Industriale di San Zeno con livelli medi equivalenti a quelli rilevati alla postazione di Badia al Pino. Altra distribuzione dei metalli è stata riscontrata invece nell'area urbana di Arezzo dove il metallo più rappresentativo evidenziato nella postazione di Via Fiorentina è stato il Nichel. Se consideriamo la relazione riguardante "l'indagine ambientale nella provincia di Arezzo per la caratterizzazione delle emissioni di polveri da impianti industriali" (lavoro svolto dall'Università di Pisa – Dipartimento Ingegneria Meccanica Nucleare e della Produzione ed ARPAT di Arezzo nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dalla Provincia di Arezzo), i metalli più rappresentativi delle linee di emissione DC002 (incenerimento rifiuti pericolosi e non pericolosi) e BC006 (recupero metalli) dell'impianto CHIMET, ubicato in direzione EST ad una distanza di circa 700 metri dalla postazione di misura sono lo zinco (ordine 10^{-3} mg/Nm^3) poi manganese, nichel, cromo e rame (concentrazioni comprese tra 10^{-3} e 10^{-4} mg/Nm^3) ed infine cadmio, vanadio, piombo, cobalto, arsenico e antimonio (concentrazioni dell'ordine di 10^{-5} mg/Nm^3). Le concentrazioni dei metalli in aria ambiente determinate nel materiale PM_{2,5} campionato nella campagna spot dei metalli hanno messo in evidenza la sola presenza di cadmio il quale è riconducibile al quadro emissivo riguardante i metalli dell'impianto CHIMET anche se questo metallo non è il più rappresentativo sotto il profilo quantitativo sia rispetto ad altri metalli non determinati nei campioni della campagna spot in aria ambiente (es. zinco) sia ad altri metalli determinati nei campioni della campagna spot in aria ambiente (es. arsenico, nichel e piombo). I venti prevalenti nel periodo 3 – 12 settembre 2009 riguardante la campagna spot dei metalli in aria ambiente sono stati quelli da Sud-Sud-Ovest (19%) ed Ovest-Nord-Ovest (13 %) pertanto non attinenti alla direzione di ubicazione l'impianto CHIMET (EST, Est-Nord-Est) i quali hanno rappresentato solo il 5 % della rosa dei venti del periodo.

Valutazione dei risultati

La situazione riguardante la qualità dell'aria ambiente della postazione di Badia al Pino è contraddistinta da un'ampia conformità dei valori degli indicatori in relazione ai valori limite previsti dalla normativa vigente. In questo quadro alcuni inquinanti, come ad esempio CO ed SO₂ presentano livelli di concentrazione ben al di sotto della metà dei rispettivi valori limite ed altri, come vedremo in dettaglio, registrano valori più elevati rispetto a questi, ma comunque sempre inferiori ai limiti di riferimento. Il valore medio di materiale particolato PM_{2,5} (dell'intero periodo di osservazione) è inferiore del 30 % rispetto al valore obiettivo da raggiungersi al 1° gennaio 2010 (media annuale pari a $25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) ed al valore limite che sarà in vigore il 1 gennaio 2015 (media annuale pari a $25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) definiti dagli allegati XI e XIV del D.Lgs 155/2010.

Per quanto riguarda il biossido di azoto l'indicatore rappresentato dal valore massimo orario, registra livelli di concentrazione attorno alla metà del valore limite, mentre il valore dell'altro indicatore riguardante la media (riferita all'intero periodo di osservazione) è invece inferiore del 20 % rispetto al relativo limite. L'indicatore relativo alla media annuale degli ossidi di azoto (NO_x) espressi come NO₂, finalizzato alla protezione della vegetazione, ha superato il relativo valore limite, tuttavia questo indice si riferisce alle misure effettuate dalle stazioni suburbane, rurali e rurali di fondo al fine della protezione della vegetazione e delle foreste.

Per quanto attiene l'ozono, non sono stati registrati casi di superamento del valore bersaglio di protezione della salute umana (indicatore della media mobile di 8 ore massima giornaliera); anche la soglia di informazione (media oraria massima) è stata rispettata ampiamente.

Per quanto riguarda i NMHC (idrocarburi non metanici), è da rilevare che il valore numerico dell'indicatore relativo alla media di tre ore è superiore al relativo standard di qualità dell'aria; tuttavia la normativa intende superato questo valore limite solo quando è superato contemporaneamente anche quello dell'ozono (standard di qualità dell'aria definito dal DPCM del 28/3/83 corrispondente a $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ come media oraria), caso che non si è verificato nel periodo di osservazione relativo alla campagna di monitoraggio effettuata.

Valori di NMHC superiori ai $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono normalmente presenti nelle zone antropizzate. Tale parametro è comprensivo di tutte le sostanze organiche aerodisperse in forma gassosa.

I valori dei metalli determinati nella campagna spot sono significativamente inferiori ai relativi limiti (valori obiettivo definiti allegati XI e XIII del DLgs 155/2010 riferiti ad un periodo di osservazione annuale). Il Cadmio è il metallo più significativo della zona, esso può essere ricondotto all'impianto CHIMET ubicato in prossimità della postazione di misura, anche se questo metallo non risulta essere il più rappresentativo sotto l'aspetto emissivo (il metallo più rappresentativo della linea di emissione DC002, incenerimento di rifiuti pericolosi e non pericolosi è lo zinco).

Andamenti temporali

Non si riscontrano andamenti di particolare rilievo per monossido di carbonio, biossido di azoto, ozono e biossido di zolfo.

Per quanto riguarda il PM_{2,5} si rileva la presenza di tre isolati massimi livelli nel periodo dell'estate (16 giugno 2009 ore 21) e dell'inverno (25 dicembre 2009 ore 15 e 1 gennaio 2010 ore 1). Considerate le date in cui si sono verificati due dei tre casi registrati, è da ritenere che le cause siano da attribuire a particolari fenomeni di microscala molto probabilmente non attinenti ad attività produttive della zona. Anche i NMHC presentano un evento caratterizzato da un livello particolarmente elevato rispetto alla restante popolazione di dati registrato alle ore 9 del 13 settembre 2009, giacché questa data corrisponde ad un giorno festivo (domenica) anche in questo caso è probabile che le condizioni di microscala siano da attribuire più a fonti di emissione estranee a processi produttivi organizzati in turni di lavoro nei giorni feriali.

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. Non sono ravvisate variazioni temporali significative della distribuzione dei livelli di concentrazione poiché le tre campagne messe a confronto (2003-2004, 2006-2007 e 2009-2010) registrano le massime distribuzioni sulle stesse classi di concentrazione che sono quelle più basse.

La distribuzione dei livelli medi giornalieri di PM_{2,5} mette in evidenza la buona coincidenza tra frequenza più rappresentativa e valore medio ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Giorno tipo

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

- monossido di carbonio – livelli modesti caratterizzati da andamenti stagionali scarsamente omogenei. Il trend relativo alla primavera presenta una forte variabilità dei valori medi nel quale è ben evidente il valore di picco della mattina (ore 8), sono peraltro significativi anche i valori massimi delle 19 delle 23 e delle ore 2. Gli andamenti dell'estate e dell'inverno sono invece caratterizzati dalla presenza di valori massimi nel pomeriggio (17 – 19); la stagione autunnale si distribuisce su valori modesti nel quale le variazioni temporali sono poco significative;
- biossido di azoto – andamenti medi coincidenti per tutte le stagioni meteo nel quale sono evidenti i livelli di picco della fascia oraria del mattino (7) e della sera che si protrae fino alla notte (20 - 3); è peculiare il rilevante decremento dei livelli medi nella fascia centrale della giornata (ore 12 - 16) per il quale si determinano scarti rilevanti con i livelli massimi precedenti e successivi sotto il profilo temporale;

- materiale particolato PM_{2,5} – anche per questo inquinante gli andamenti sono contraddistinti da un'accentuata variabilità, esiste però un elemento comune rappresentato da un livello massimo notturno (ore 2) per tutte le stagioni meteorologiche; sotto il profilo quantitativo le stagioni dell'inverno e della primavera registrano i livelli medi più bassi. La stagione dell'autunno registra livelli medi più elevati e la caratteristica presenza di livelli massimi nella fascia oraria 8 -13. L'andamento stagionale dell'estate mette in evidenza la presenza di tre livelli di picco nella notte (ore 2) nel primo pomeriggio (ore 13) ed alla sera (ore 21);
- biossido di zolfo – le evoluzioni caratterizzate da livelli di modesta entità, tracciano andamenti stagionali comparabili in estate ed in autunno nel quale il valore massimo è registrato alla mattina (ore 8 - 10) ed in minore entità alla sera (20 - 22). La stagione della primavera segue un trend caratteristico nel quale i due livelli massimi si avvicinano attorno alle ore centrali del giorno (ore 9 ed ore 14);
- idrocarburi non metanici NMHC – sono riscontrati elementi comuni negli andamenti stagionali tra l'estate e l'autunno e tra l'inverno e la primavera. Nel primo caso (estate-autunno) il massimo livello è registrato alla mattina (ore 8); nel secondo caso (inverno-primavera) il livello massimo è invece registrato al pomeriggio ed alla sera (ore 16 - 19). Sotto il profilo quantitativo la stagione dell'inverno registra valori più elevati rispetto alle altre stagioni, in particolare rispetto all'estate ed all'autunno.

Andamenti stagionali

Gli andamenti stagionali degli indicatori di qualità dell'aria mettono in rilievo valori più elevati nel periodo dell'inverno e della primavera per gli ossidi di azoto (NO_x-NO₂) mentre nel periodo dell'estate e dell'autunno i valori sono sostanzialmente stabili. I restanti inquinanti presentano i valori più elevati dell'anno nella stagione della primavera che progressivamente, sotto il profilo temporale, decrescono fino a raggiungere il minimo nel periodo invernale. Relativamente al biossido di zolfo i trend stagionali sono stabili.

Il materiale particolato PM_{2,5} registra valori sostanzialmente stabili abbinate alle stagioni dell'estate-autunno e inverno e primavera; si riscontrano variazioni stagionali dei livelli di concentrazione con valori più elevati nel periodo compreso tra l'estate e l'autunno. Per quanto riguarda i valori massimi giornalieri è evidenziata una maggior variabilità stagionale rispetto al valore medio. Anche gli inquinanti primari monossido di carbonio ed idrocarburi non metanici presentano una spiccata variabilità stagionale: per il monossido di carbonio il valore più significativo è registrato in primavera mentre per gli idrocarburi non metanici il valore più elevato è stato registrato in autunno.

Raffronto con le precedenti campagne di monitoraggio

Le presenti valutazioni riguardanti le variazioni temporali degli indicatori, si riferiscono alle precedenti campagne di monitoraggio effettuate nella postazione di misura di P.za Verdi a Badia al Pino (campagna spot 1992, campagna 2002-2003, campagna 2006-2007 e campagna 2009-2010). Le tre campagne effettuate a partire dall'anno 2002 presentano valori moderatamente variabili; si sottolinea un decremento dei valori registrati nell'ultima campagna (2009-2010) rispetto alla campagna precedente (2006-2007) i quali si riallineano ai valori della campagna effettuata nel periodo 2002-2003. Non seguono questo andamento gli idrocarburi non metanici, i quali registrano un incremento rispetto ai valori 2006-2007 (+ 44 %), ma un decremento rispetto ai valori 2002-2003 (oltre la metà). Il confronto fra i dati rilevati nelle campagne effettuate nel periodo 2002-2010, con quelli registrati nell'anno '92, mette in evidenza, come peraltro riscontrato nell'area urbana di Arezzo, un decremento significativo degli indicatori da attribuire ai benefici prodotti dal rinnovo del parco veicolare per effetto degli incentivi promossi a partire da metà degli anni '90 finalizzati alla rottamazione delle vetture non catalizzate motorizzate euro zero.

Raffronto con i livelli registrati nell'area urbana di Arezzo

Se mettiamo in relazione i valori degli indicatori di qualità dell'aria registrati per la postazione di Badia al Pino con quelli misurati nello stesso periodo di osservazione nelle stazioni di misura ubicate nell'area urbana di Arezzo di P.za della Repubblica (stazione classificata urbana-traffico), di Via Fiorentina (stazione classificata urbana-traffico) e di Acropoli (stazione classificata urbana-fondo), traspare, per quanto riguarda l'NO₂, che il valore medio delle stazioni urbane-traffico è superiore di circa il 30 % rispetto a quello di Badia al Pino, questo scarto cresce se analizziamo i valori massimi poiché si arriva a raggiungere il 52%. In relazione ai valori degli indicatori di ossidi di azoto della stazione di urbana di fondo di Acropoli, la postazione di Badia al Pino presenta invece valori più elevati (scarto medio + 39 %).

Se analizziamo gli indicatori riguardanti il monossido di carbonio, la postazione di Badia al Pino, si colloca, rispetto all'area urbana di Arezzo la quale registra valori omogenei, da un lato su valori più bassi (- 37 %) se consideriamo l'indicatore riguardante la media mobile di otto ore (valore limite di protezione della salute umana), e dall'altro su valori più elevati (+ 17 %) se consideriamo il valore massimo orario.

8. Considerazioni riassuntive e finali

I livelli degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione esaminata sono contraddistinti da concentrazioni inferiori ai relativi valori limite; nella prevalenza dei casi, come ad esempio per gli inquinanti CO, SO₂, NO₂ (indicatori valore massimo orario e 98° percentile) vi è una significativa inferiorità rispetto al valore limite poiché sono registrati valori inferiori alla metà. L'inquinante più importante è rappresentato proprio dal materiale particolato PM_{2,5}, il quale registra comunque un valore medio inferiore del 30 % rispetto al valore limite (25 µg/m³ in vigore al 1 gennaio 2015) nonché al valore obiettivo (25 µg/m³ da raggiungersi al 1° gennaio 2010) definiti dagli allegati XI e XIV del D.Lgs 155/2010.

La campagna spot finalizzata al rilevamento dei metalli ha messo in evidenza la presenza caratteristica di Cadmio (comunque ampiamente conforme al valore obiettivo definito dall'allegato XIII del DLgs 155/2010), situazione riscontrata anche nella Zona Industriale di San Zeno, ma non nell'area urbana di Arezzo (presso la zona di Via Fiorentina il metallo più rappresentativo è stato il Nichel).

In relazione alle precedenti campagne di monitoraggio effettuate a partire dall'anno 2002, si riscontra un sostanziale decremento dei valori rispetto alla campagna 2006-2007 ed un riallineamento ai valori registrati nella campagna 2002-2003.

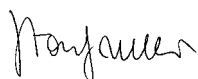
Rispetto alle stazioni di misura fisse ubicate nell'area urbana di Arezzo, la postazione di Badia al Pino registra nella prevalenza, valori medi più bassi rispetto alle stazioni da traffico dell'area urbana di P.za Repubblica e di Via Fiorentina; riguardo invece alla stazione di fondo di Acropoli la postazione di Badia presenta valori medi più elevati.

Anche livelli di PM_{2,5} di Badia al Pino sono inferiori (-20 %) rispetto a quelli misurati ne Comune di Arezzo (Via Fiorentina e Zona Industriale di San Zeno).

Il quadro complessivo che emerge da questa campagna di misura, che proseguirà per tutto l'anno 2010 con l'aggiunta di altre postazioni di misura (Pieve al Toppo, Tegoletto e Viciomaggio) è sostanzialmente buono.

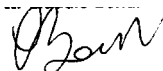
Per la redazione

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



Per approvazione

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



GT/CB/gt

Allegato 1. Meccanismi di formazione degli inquinanti

OSSIDI DI AZOTO (NO/NO₂)

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

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

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

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

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

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

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

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

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

Il PM_{2,5} è la frazione più fine del PM₁₀, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 µm. Il PM_{2,5} è il particolato più pericoloso per la salute e l'ambiente: questo particolato può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane. Le particelle maggiori (da 2,5 a 10 µm) rimangono in atmosfera da poche ore a pochi giorni, contribuiscono poco al numero di particelle in sospensione, ma molto al peso totale delle particelle in sospensione. Sono significativamente meno dannose per la salute e l'ambiente.

Il PM_{2,5} è una miscela complessa di migliaia di composti chimici e, alcuni di questi sono di estremo interesse a causa della loro tossicità. L'attenzione è rivolta agli idrocarburi aromatici policiclici (PHA) che svolgono un ruolo nello sviluppo del cancro. Alcuni nomi: Fluorantrene, Pyrene, Chrysene, Benz[a]antracene, Benzo[b]fluorantrene, benzo[k]fluorantrene, 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 10 µg/m³ nelle concentrazioni di PM_{2,5} sul lungo periodo.

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

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

OZONO (O₃)

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

NMHC (Idrocarburi non metanici)

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

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

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

Allegato 2. Limiti normativi

La legenda sottostante fornisce alcune spiegazioni in merito ai termini indicati dal 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 DLgs 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 DLgs 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 all2. OSSIDI DI AZOTO – normativa e limiti (DLgs 155/2010)

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

Tabella 2 all2. MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti (DLgs 155/2010)

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

Tabella 3 all.2 OZONO – normativa e limiti (DLgs 155/2010)

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

Tabella 3.4 Materiale particolato PM_{2,5} – normativa e limiti (DLgs 155/2010)

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

Allegato 3. Livello di Attendibilità dei dati forniti

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

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

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

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

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

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

Allegato 4 elaborazione dei dati meteorologici

Velocità del vento

Grafico 4.1 giorno tipo

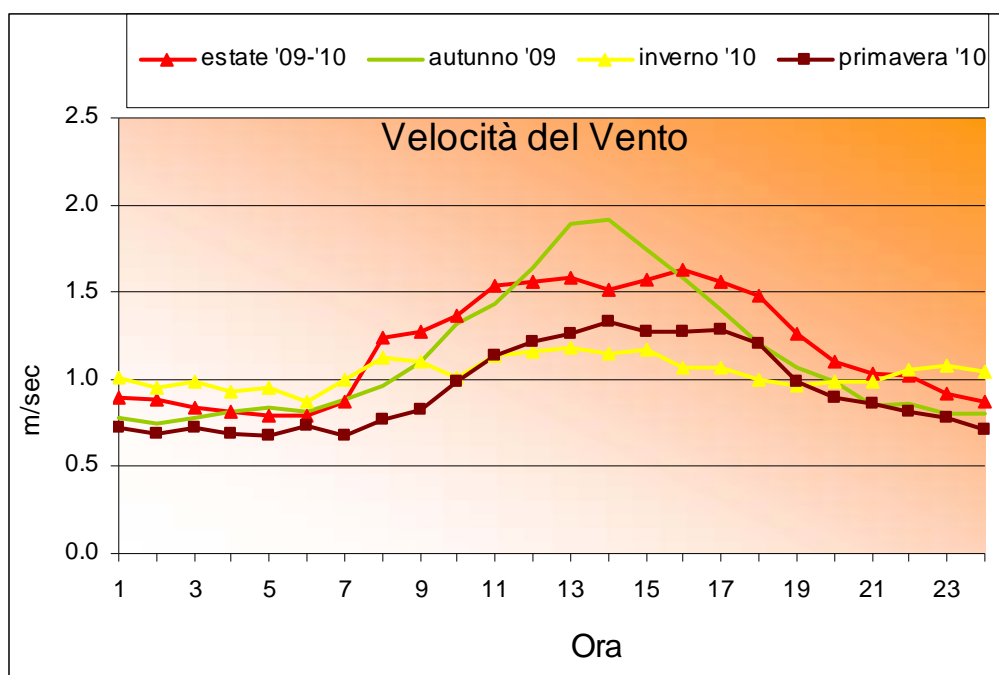
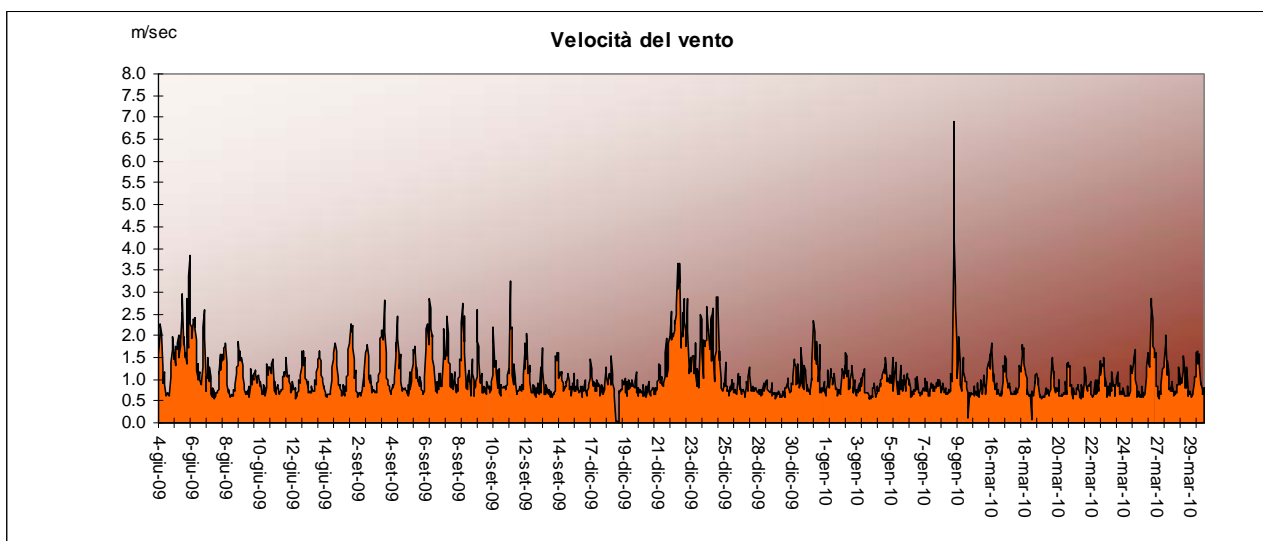


grafico 4.2 andamenti valori medi orari



Il valore massimo della velocità del vento è stato raggiunto il giorno 09 gennaio 2010 alle ore 8 con 6,9 m/sec.

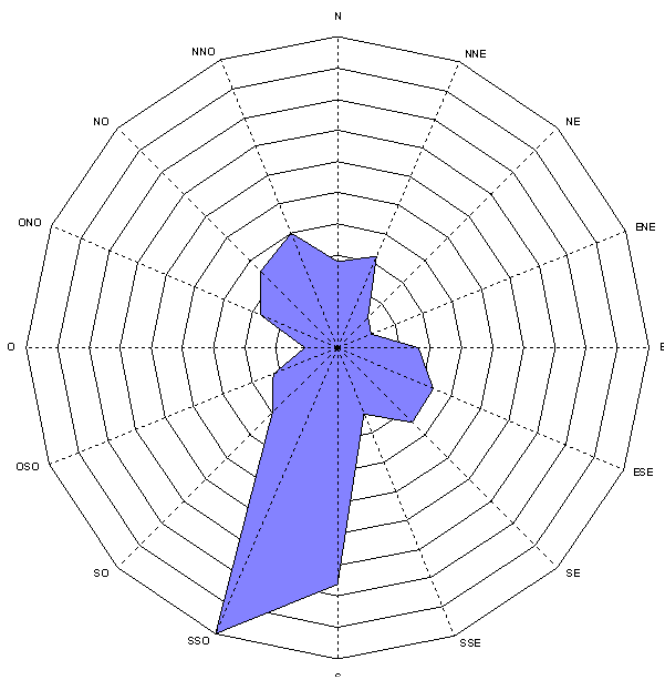
grafico 4.3 rosa dei venti 04 giugno 2009 – 29 marzo 2010

Rosa dei Venti

Rete ARPAT AREZZO

Stazione Badia al Pino

Valori dal giorno 04/06/2009 Al giorno 29/03/2010



	Occorrenze	V. media m/s
N	74	0.86
NNE	89	1.08
NE	29	1.32
ENE	22	1.03
E	69	0.88
ESE	93	1.04
SE	94	1.07
SSE	59	1.14
S	233	1.34
SSO	311	1.31
SO	81	0.85
OSO	57	0.77
O	18	0.74
ONO	71	0.84
NO	98	1.03
NNO	114	0.92

Calma	0
Variable	0
NC	0
Non validi	122
Totale	1634

Le elaborazioni relative alla rosa dei venti relative al periodo esaminato mettono in evidenza, venti prevalenti provenienti dalle direzioni Sud-Sud-Ovest, Sud, e Nord-Nord-Ovest.

Rosa dei venti stagionale

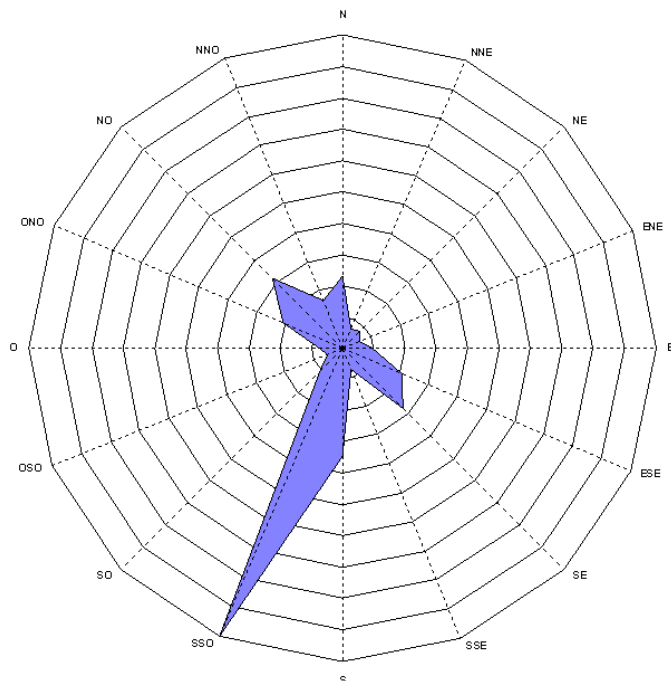
grafico 4.4 rosa dei venti estate 2009

Rosa dei Venti

Rete ARPAT AREZZO

Stazione Badia al Pino

Valori dal giorno 04/06/2009 Al giorno 16/06/2009



	Occorrenze	Vmedia m/s
N	21	0.75
NNE	2	0.70
NE	3	0.69
ENE	1	0.67
E	5	0.69
ESE	18	0.82
SE	26	1.11
SSE	3	1.05
S	34	1.53
SSO	110	1.50
SO	6	1.49
OSO	0	0.00
O	3	0.85
ONO	18	0.75
NO	31	0.96
NNO	13	0.83

Calma	0
Variable	0
NC	0
Non validi	7
Totale	301

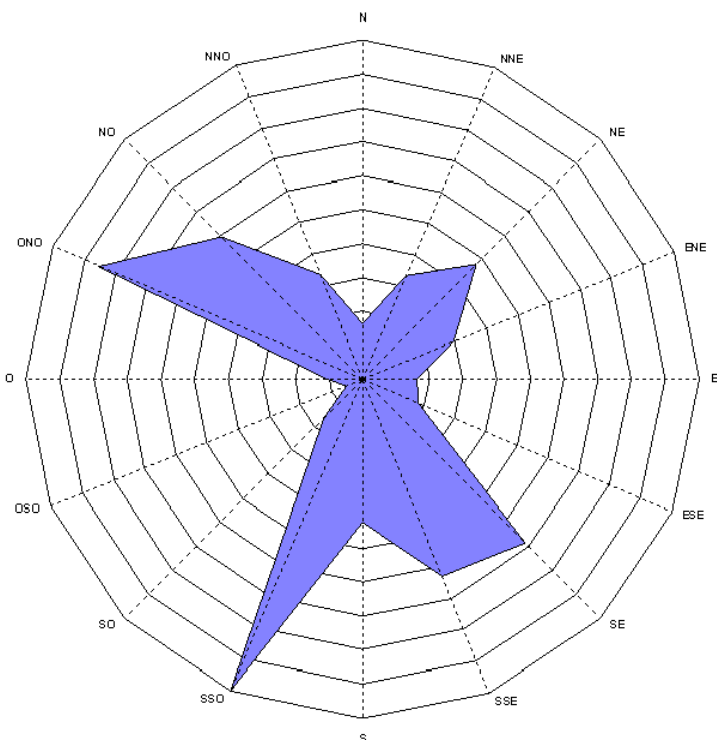
grafico 4.6 rosa dei venti autunno 2009

Rosa dei Venti

Rete ARPAT AREZZO

Stazione Badia al Pino

Valori dal giorno 02/09/2009 Al giorno 14/09/2009



	Occorrenze	Vmedia m/s
N	6	1.15
NNE	15	1.77
NE	23	1.46
ENE	13	1.23
E	6	1.03
ESE	7	0.91
SE	34	1.13
SSE	31	1.31
S	20	0.92
SSO	51	1.14
SO	6	0.88
OSO	0	0.00
O	3	0.76
ONO	43	0.88
NO	29	1.17
NNO	15	1.13

Calma	0
Variable	0
NC	0
Non validi	10
Totale	312

grafico 4.7 rosa dei venti inverno 2009-2010

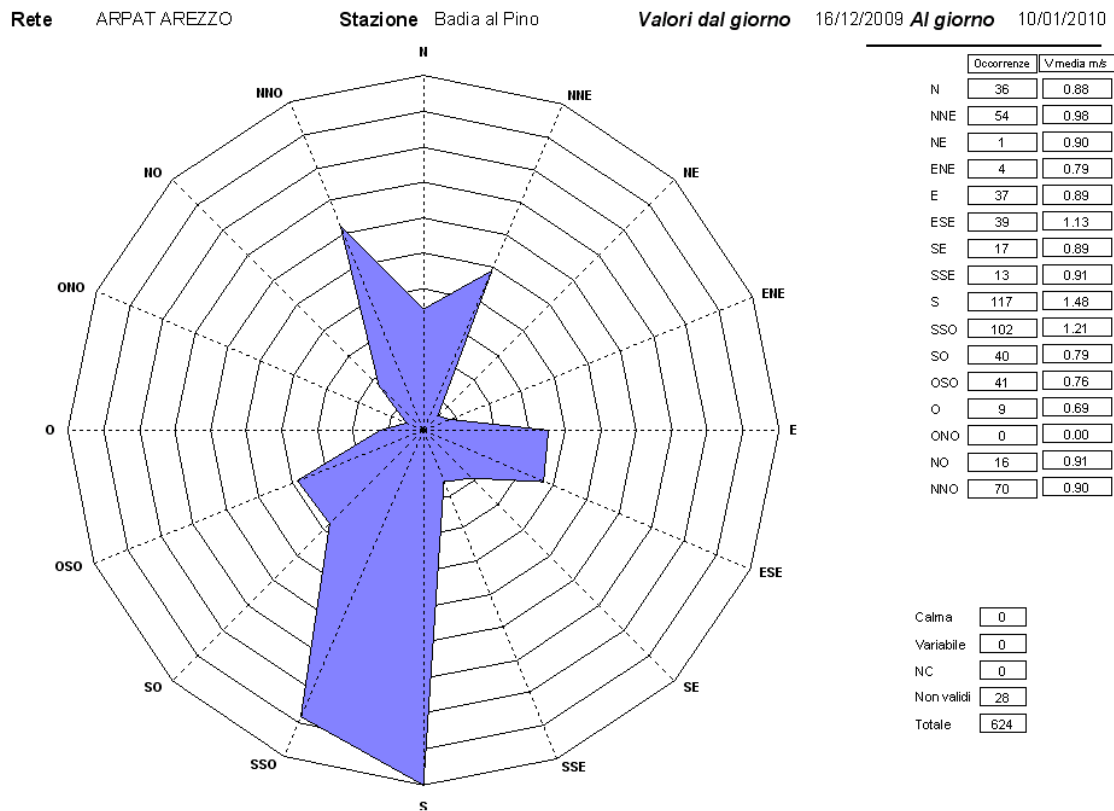


grafico 4.8 rosa dei venti primavera 2010

Rosa dei Venti

