

**STRUTTURA COMPLESSA
 DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI NOVARA
 Struttura Semplice di Produzione
 Struttura Semplice di Laboratorio**

**VALUTAZIONE
 DELLA QUALITA' DELL'ARIA MEDIANTE CAMPIONATORI PUNTIFORMI DIFFUSIVI
 (RADIELLO®)
 NEL PARCO DEL TICINO PIEMONTESE
 Maggio 2009 – Maggio 2010**

RELAZIONE FINALE

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale Nome: Badan Loretta	Data: 31/12/2010	Firma:
Verifica	Funzione:Responsabile SS Produzione Nome:Dott.ssa M.Teresa Battoli	Data: 31/12/2010	Firma:
Approvazione	Funzione : Responsabile Struttura Complessa Nome: Dott.ssa Daniela Righetti	Data: 31/12/2010	Firma:

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	PREMESSA.....	3
1.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
2	MODALITA' DI CAMPIONAMENTO.....	8
2.1	LA TIPOLOGIA DI CAMPIONAMENTO ADOTTATA.....	8
2.2	SCELTA DEI CAMPIONATORI DIFFUSIVI	8
2.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL RADIELLO®	8
2.4	STUDIO PRELIMINARE PER LA DETERMINAZIONE DEI BTEX	9
2.5	QUALITÀ DELLE MISURE	11
2.6	CONFRONTO TRA UN CAMPIONATORE PASSIVO ED UN ANALIZZATORE IN CONTINUO	13
2.5.1	Determinazione btex	13
2.5.2	Determinazione NO ₂	15
2.5.3	Determinazione di SO ₂	17
2.5.4	Determinazione di O ₃	17
3	METODI DI ANALISI.....	19
4	METEOROLOGIA.....	20
4.1	VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO.....	20
4.2	TEMPERATURA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5	VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	28
5.1	IDROCARBURI AROMATICI	28
5.2	DATI BLOSSIDO DI AZOTO.....	38
5.3	DATI BLOSSIDO DI ZOLFO.....	41
5.4	DATI OZONO.....	42
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	45
6.1	OZONO	45
6.2	BENZENE.....	46
6.3	BLOSSIDO DI AZOTO	47
6.4	BLOSSIDO DI ZOLFO	48
	ALLEGATO I.....	50
	ALLEGATO II.....	55

INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Oggetto del presente lavoro è la relazione riguardante la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria concordata con l'Ente Parco del Ticino Piemontese, interessato a conoscere lo stato dell'inquinamento atmosferico nel territorio di competenza.

Il Parco del Ticino Piemontese si estende lungo il fiume omonimo su due Regioni: Piemonte e Lombardia. In particolare, nel territorio piemontese, comprende una superficie di 6561 ettari di parco naturale e interessa 11 Comuni della Provincia di Novara, da Castelletto Ticino a Cerano, ubicati lungo la fascia destra del Fiume per una distanza di circa 60 km ed un'ampiezza di 2 km.

Questo territorio risente della vicinanza di grandi città come Novara, Varese e Milano, attorno a cui gravitano attività industriali, e soprattutto della presenza dell'Aeroporto di Malpensa con tutto il sistema infrastrutturale ad esso collegato.

1.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il monitoraggio si è svolto nell'arco di un anno (da maggio 2009 al maggio 2010), per un totale complessivo di 395 campioni nel solo parco e circa 65 di confronto e studio.

I campionamenti effettuati sono di seguito riassunti in Tabella 1

Tabella 1:prospetto campioni effettuati

parametro	N°campioni di										
	Studio preliminare		Campagna di monitoraggio					confronto	Bianchi analitici	Periodo	
	siti 1,2,3,4	sito 6	sito 7	sito 1	sito 2	sito 3	sito 4	sito 5	sito 6	-	
NOx , SOx			6								Feb – Mar 2009
				26	26	26	26	26	34	2	Mag 09 - Mag 10
COV				26	26	26	26	26	34		Mag 09 - Mag 10
	40	16	18							6	Feb - Apr2009
Ozono				9	9	9	9	9	9	12	Mag - Set2009
Aldeidi (*)	8	2								3	Feb- Apr 2009
Totale	48	18	24	61	61	61	61	61	79	23	

Legenda:

Sito1: Località Mandelli –Parco del Ticino Piemontese

Sito2:Laghetto delle Iontre – Parco del Ticino Piemontese

Sito3:Località Casone –Parco del Ticino Piemontese

Sito4:Lagoni di Mercurago – Parco del Ticino Piemontese

Sito5: via al Castello Mezzomerico

Sito6:Novara via Bovio- stazione fissa del SRQA

Sito 7: Novara Roma –stazione fissa del SRQA

(*) Durante la fase di indagini preliminari si è ritenuto opportuno effettuare la determinazione e la messa a punto delle metodiche utili a quantificare anche le aldeidi (acetaldeide, butiraldeide, crotonaldeide, formaldeide, propionaldeide) nell'aria, in analogia ad uno studio effettuato in un sito aeroportuale per un'eventuale e futura campagna di approfondimento.

Considerata la differente natura e dispersione degli inquinanti in funzione della climatologia, il programma di campionamento attuato si è svolto secondo una tempistica diversa (Tabella 2).

In particolare:

- Biossido di Azoto, Biossido di Zolfo, BTEX: si sono campionati per tutto il periodo della campagna
- Ozono: si è campionato nella stagione primavera estate, in quanto l'inquinante presenta valori critici esclusivamente in presenza di forte irradiazione solare.

Tabella 2: programma della campagna di monitoraggio

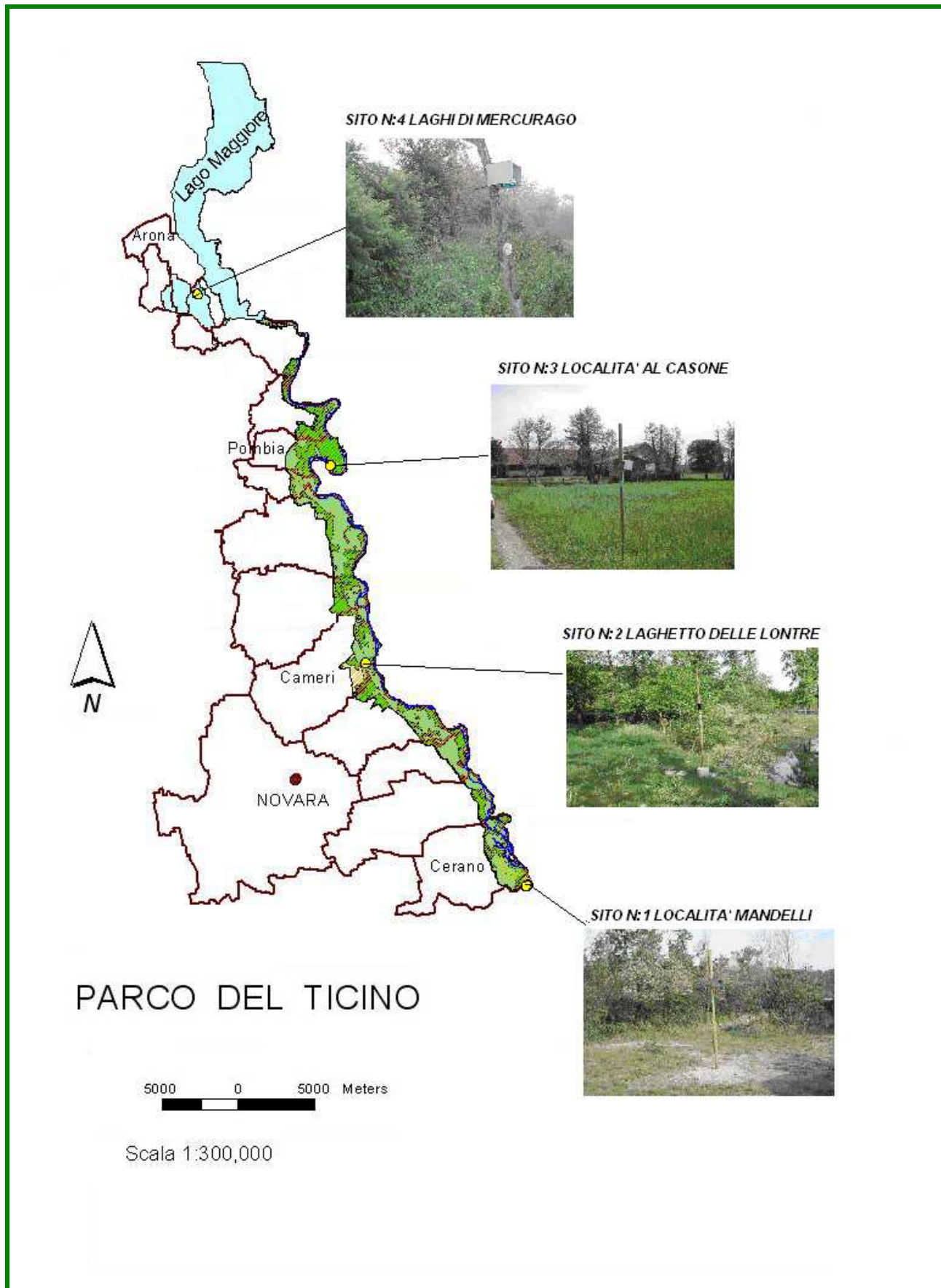
	Anno 2009						Anno 2010						
	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag
NO2	[Yellow bar]												
O3	[Blue bar]												
BTEX	[Green bar]												
SO2	[Purple bar]												

Ciascun campione è stato esposto per 15 giorni, in 6 siti prescelti (4 in area Parco e 2 di confronto localizzati all'esterno del Parco). *Tabella 3*

Tabella 3: descrizione siti del Parco del Ticino

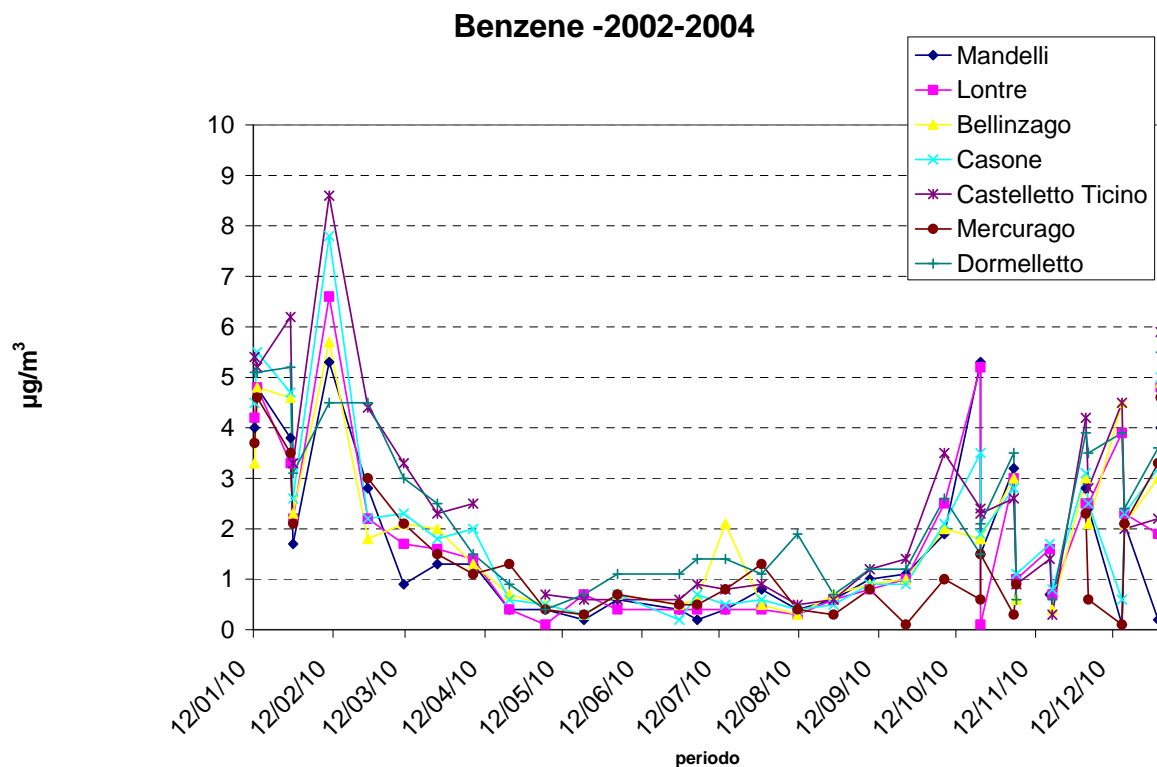
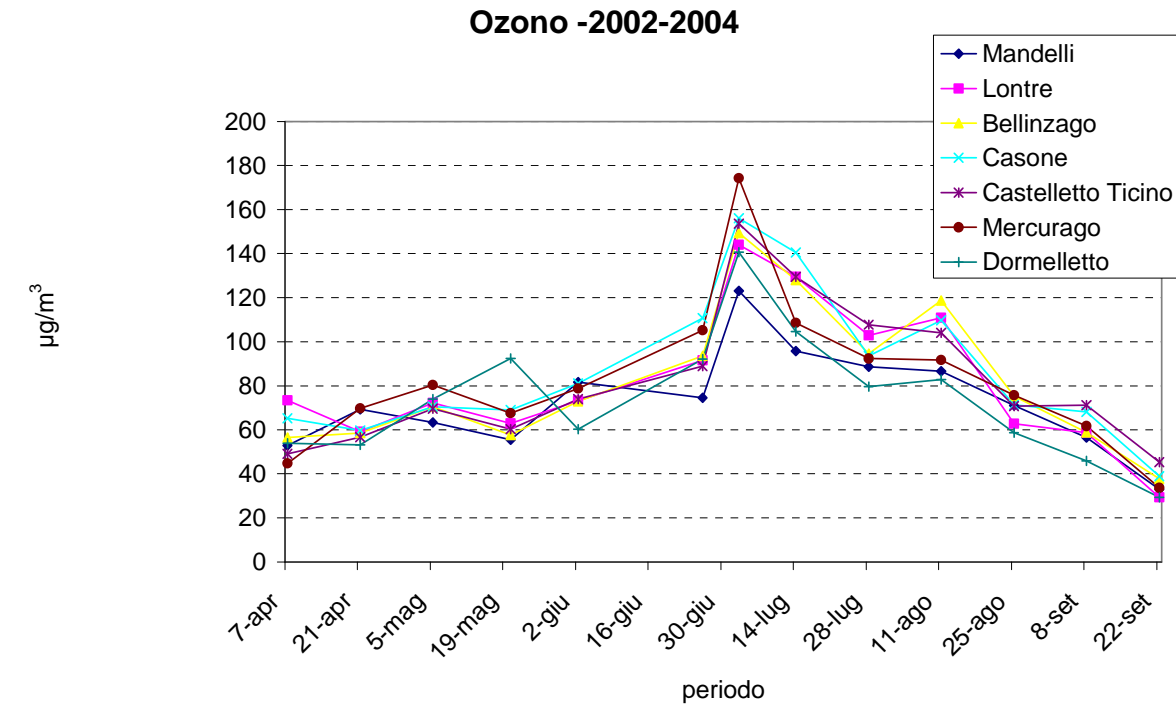
SITO	Coordinate UTM	DESCRIZIONE
LOCALITA' MANDELLI	x=487512 y=5056627	Zona di tipo agricolo in un comune ove è presente un importante polo petrolchimico.
LAGHETTO DELLE LONTRE	x=477041 y=5041161	Zona di tipo rurale in riserva, gestita dall'Ente Parco e denominata Bosco Vedro, più nota come Laghetto delle lontre, poiché qui avviene la loro riproduzione. Tale sito non è in prossimità di centri industriali e di importanti vie di comunicazione
LOCALITA' AL CASONE	x=4747308 y=5053957	Zona di tipo agricolo, caratterizzata da scarso traffico veicolare
LAGHI DI MERCURAGO	x=466032; y=5064092	Zona rurale posizionata su un promontorio e caratterizzata dai boschi del parco a traffico limitato ai pochi abitanti Ai fini di un confronto è stato inserito un ulteriore punto di campionamento nei pressi del comune di Mezzomerico in provincia di Novara
LOCALITA' MEZZOMERICO	x=469263; y=5052493	Zona rurale, con poche abitazioni. Tale sito è posto in collina presso un vigneto in fondo ad una strada chiusa.
NO-BOVIO	x=471521 y=5033083	Centralina della Rete di Rilevamento di tipo Fondo, in zona Urbana con caratteristiche di tipo Industriale

Figura 1: mappa dei siti del monitoraggio Parco del Ticino Piemontese 2009-2010

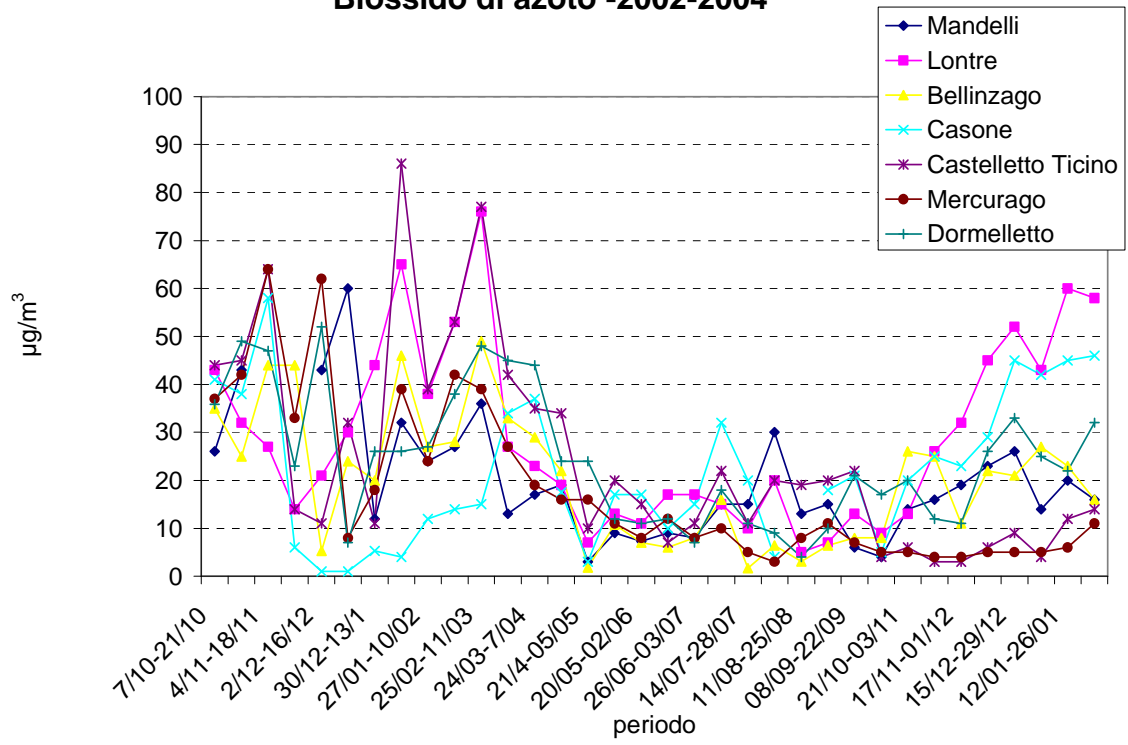


Sulla base dei risultati conseguiti nella campagna di monitoraggio 2002-2004 che aveva monitorato 7 siti di campionamento all'interno del Parco, viste le correlazioni esistenti tra i diversi punti si è ritenuto opportuno ridurli a 4 (Figura 2). Pertanto le postazioni di campionamento, dislocate da sud a nord lungo l'asta del fiume, sono state le seguenti: Località Mandelli, Laghetto delle Lontre, Cascina Casone e Lagoni di Mercurago.

Figura 2: correlazione tra i valori dei principali inquinanti rilevati nei siti della precedente campagna



Bioossido di azoto -2002-2004



2 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO

La campagna di monitoraggio è stata preceduta da una fase di studio preliminare indirizzata alla messa a punto delle modalità di campionamento.

2.1 LA TIPOLOGIA DI CAMPIONAMENTO ADOTTATA

Considerata la durata della campagna di monitoraggio, la natura rurale dei siti presi in esame e il numero sia di punti di prelievo che di parametri da quantificare, la scelta ritenuta più opportuna per il campionamento è stata quella dell'utilizzo di una tecnica "passiva di tipo diffusivo".

La differenza tra un campionatore tradizionale, cosiddetto "attivo", ed uno "passivo" sta nella modalità di campionamento degli analiti. Il termine "passivo di tipo diffusivo", deriva dal fatto che, mentre nei sistemi attivi sono impiegati dispositivi che forzano il flusso del campione attraverso il sistema di raccolta, in quelli passivi tale flusso si basa sulla diffusione degli stessi, in accordo con la prima legge di Fick.

Inoltre questi campionatori passivi hanno un costo contenuto, sono semplici da utilizzare, hanno dimensioni ridotte, non necessitano per il loro utilizzo di energia elettrica, né di linee telefoniche e di particolari manutenzione. Per tali caratteristiche si adattano particolarmente ai campionamenti in luoghi remoti e difficilmente accessibili, come nel caso del Parco Naturale del Ticino.

Il valore di concentrazione della sostanza, ottenuto con i campionatori passivi, è una media relativa al periodo di campionamento che, non risentendo delle variazioni improvvise di concentrazione, fornisce un'informazione più realistica ai fini di una valutazione a lungo termine.

2.2 SCELTA DEI CAMPIONATORI DIFFUSIVI

Sulla base dell'esperienza maturata all'interno dell'Agenzia, sono stati selezionati, tra tutti i prodotti disponibili in commercio, i campionatori passivi a simmetria radiale Radiello®, che hanno permesso di effettuare anche il confronto con la precedente campagna di monitoraggio.

Questa tecnica, sperimentata nel corso dei progetti MACBETH, RESOLUTION e ARTEMIDE cofinanziati dalla Comunità Europea all'interno del programma LIFE, ha il vantaggio di consentire la realizzazione di estesi programmi di screening ed è inserita anche nelle "Linee guida al monitoraggio e all'analisi di microinquinanti in campo chimico-fisico", documento disponibile sul sito Internet di ISPRA.

2.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL RADIELLO®

Il Radiello® è un dispositivo formato da una superficie diffusiva trasparente alle molecole gassose e da una superficie adsorbente (specifiche fiale contenenti materiali idonei) a geometria cilindrica coassiale.

La concentrazione misurata dipende dalla portata di campionamento. Quest'ultima è una grandezza termodinamica che è funzione della temperatura e dalla pressione atmosferica.

La correzione per la pressione atmosferica è normalmente trascurabile, mentre più importante può essere l'errore commesso trascurando la temperatura, poiché la dipendenza del flusso di campionamento, e quindi della concentrazione rilevata da questo parametro, è esponenziale.

La conoscenza del valore medio di temperatura è dunque importante per attribuire accuratezza ai risultati analitici.

L'acqua non interferisce con il campionamento e l'analisi, tuttavia un eccesso di umidità assorbita dalla cartuccia potrebbe causare una sottostima dovuta alla percolazione.

La casa costruttrice consiglia pertanto di esporre i Radielli®, ad umidità medie inferiori al 70%.

I Radielli® devono quindi essere protetti dalle intemperie e per questo vengono posizionati all'interno di un apposito box in plastica (figura 3)

Figura 3: box per esposizione Radielli®



Sulla base di questi criteri, sono state individuate le postazioni più adeguate ed installati i box, all'altezza di circa 2 m dal suolo.

Per ovviare alla possibile occlusione dei micropori del corpo diffusivo, si è provveduto alla sostituzione dello stesso ogni 15 giorni di campionamento, così come suggerito dal costruttore quando si opera in situazioni in cui le polveri PM10 sono superiori a $50\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.4 STUDIO PRELIMINARE PER LA DETERMINAZIONE DEI BTEX

Per la determinazione dei BTEX, essendoci sul mercato due tipologie di Radiello®, è stato necessario effettuare uno studio preliminare volto a giustificare le scelte operate, ovvero l'utilizzo del Radiello® per desorbitor termico. Quest'ultimo, infatti, evita l'utilizzo in laboratorio del Disolfuro di carbonio (CS_2) classificato come R45 (solvente cancerogeno) per la fase di desorbimento chimico. Allo scopo si sono messe a confronto due serie di campionamenti (Radiello® per desorbitor termico e Radiello® per desorbitor chimico) per determinare la riproducibilità. Nella tabella 4 si riportano i dati ottenuti dallo studio (per i parametri Etilbenzene e o-Xilene le quantità analizzate ottenute erano basse e quindi poco significative per un trattamento statistico):

Tabella 4: prove di confronto Radiello® termico con Radiello® chimico

	Benzene		Toluene		m+p Xilene	
	R® chimico	R® termico	R® chimico	R® termico	R® chimico	R® termico
prove eseguite	1.78	1.2	4,2	5,1	1,57	3,4
	1.92	1.4	4,5	5,1	1,65	3,2
	1.92	1.4	4,6	4,8	1,80	3,4
	1.85	1.3	4,3	4,8	1,65	3,2
	1.85	1.5	4,5	4,7	1,80	3,3
	1.72		4,4	5,1	1,72	
n Prove	6	5	6	6	6	5
varianza	0,007	0,013	0,026	0,035	0,008	0,01
F_{calcolato}	1,98		1,34		1,18	
F_{tab, 95%}	5,19		5,05		5,19	

Dall'analisi dei valori del test F si evince come i due metodi siano comparabili tra loro.

Per determinare l'efficienza di captazione, si sono calcolate le differenze % tra una serie di dati relativi a campionamenti in doppio (Radiello® per desorbitor termico e Radiello® per desorbitor chimico) esposti in contemporanea.

Nella tabella 5 si riportano i dati ottenuti dallo studio. La differenza % è stata calcolata prendendo come valore di riferimento (100%) i dati del desorbimento chimico.

Tabella 5: prove di confronto Radiello® termico con Radiello® chimico

	Benzene			Toluene			m+p Xilene		
	R® chimico	R® termico	Differenza %	R® chimico	R® termico	Differenza %	R® chimico	R® termico	Differenza %
	2,60	2,36	-9	6,21	5,11	-18	2,03	2,06	1
	2,18	2,35	8	3,83	3,64	-5	1,56	1,64	5
	1,86	1,91	3	3,16	2,48	-22	1,21	0,80	-34
	1,71	1,89	11	2,56	3,16	23	1,05	1,58	50
	2,55	3,94	55	7,19	7,3	2	2,04	3,29	61
	1,58	1,85	17	3,28	3,31	1	1,18	1,24	5
	1,45	1,64	13	2,23	2,39	7	0,87	1,04	20
	1,51	1,98	31	2,16	2,57	19	0,79	1,03	30
	1,16	1,57	35	1,54	2,18	42	0,70	1,23	76
	2,62	3,55	35	7,56	7,3	-3	2,98	2,88	-3
	1,78	2,18	22	4,15	5,32	28	1,57	2,28	45
	1,92	1,98	3	4,52	4,96	10	1,65	2,48	50
	1,92	2,64	38	4,6	6,12	33	1,80	2,76	53
	1,85	2,11	14	4,3	5,87	37	1,65	2,90	76
	1,85	1,98	7	4,45	5,78	30	1,80	2,59	44
	1,71	1,88	10	4,37	5,5	26	1,72	2,48	44
N°prove	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Differenza media %			18%			13%			33%

Dai dati ottenuti si è dimostrato che le due tipologie di Radiello® sono ugualmente valide per la misura dei BTEX in campo e, quindi, si è deciso di utilizzare il Radiello® per desorbimento termico.

Successivamente si sono stimate sia la ripetibilità che la riproducibilità del metodo, tramite 3 serie di prove dalla durata variabile (2, 7 e 10 giorni di esposizione), con 6 Radielli® per desorbimento termico ciascuna.

La ripetibilità del metodo, ovvero la concordanza dei risultati di misura alle stesse condizioni operative, è stata stimata calcolando la deviazione standard percentuale relativa, (ovvero il CV% o %RSD) ed è risultata inferiore al 10% per tutti i parametri.

La riproducibilità, ovvero il grado di concordanza tra le misure quando sono effettuate cambiando le condizioni (ad es. la durata dell'esposizione), è stata stimata inferiore al 5% considerando la varianza percentuale per ciascun parametro.

Tabella 6: prove per la ripetibilità e la riproducibilità del metodo di determinazione BTEX mediante Radiello® per desorbimento chimico

2 giorni	BENZENE	Etil benzene	TOLUENE	m-p XILENE	O-XILENE	7 giorni	BENZENE	Etil benzene	TOLUENE	m-p XILENE	O-XILENE	10 giorni	BENZENE	Etil benzene	TOLUENE	m-p XILENE	O-XILENE
	2,2	1,4	5,8	4,3	1,8		1,8	1,1	5,3	3,5	1,4		1,2	0,9	5,1	3,4	1,4
2,3	1,4	5,9	4,4	1,8	1,8	1,1	5,6	3,8	1,5		1,1	5,1		1,7			
2,5	1,6		4,8	1,9	1,8	1,0	5,2	3,4	1,4	1,4	0,9	4,8	3,2	1,3			
2,3	1,4	6,0	4,3	1,8	1,9	1,1	5,4	3,6	1,5	1,4	0,9	4,8	3,4	1,4			
2,2	1,4	6,0	4,4	1,8	1,7	1,0	5,0	3,2	1,3	1,3	0,9	4,7	3,2	1,3			
2,2	1,4	5,6	4,2	1,8	1,8	1,1	5,4	3,6	1,5	1,5	0,9	5,1	3,3	1,3			
media	2,3	1,5	5,9	4,4	1,8	media	1,8	1,1	5,3	3,5	1,4	media	1,3	1,0	5,0	3,3	1,4
dev std	0,11	0,06	0,16	0,24	0,06	dev std	0,06	0,04	0,20	0,19	0,09	dev std	0,11	0,08	0,20	0,10	0,15
CV%	5%	4%	3%	5%	3%	CV%	3%	4%	4%	5%	6%	CV%	8%	8%	4%	3%	10%
varianza	1,3%	0,3%	2,6%	5,7%	0,4%	varianza	0,3%	0,2%	4,0%	3,7%	0,8%	varianza	1,2%	0,7%	3,9%	1,0%	2,1%

Infine, sulla base della riproducibilità stimata, considerato il livello medio di concentrazione, determinato da campionamenti di prova nei siti d'indagine durante la stagione invernale e l'intervallo di misura della curva analitica, si è stabilito che 15 giorni era la durata dell'esposizione più adeguata allo scopo.

2.5 QUALITÀ DELLE MISURE

A supporto del controllo e assicurazione della qualità delle misure eseguite con la tecnica tramite Radiello® si è valutata l'incertezza delle determinazioni tramite campionamenti in duplicato/triplicato ed al fine di stabilire l'effetto dello stoccaggio e del trasporto sul valore di concentrazione misurato, si sono analizzati anche campionatori non esposti («bianco di campo») maneggiati con le stesse modalità dei campionatori esposti.

L'incertezza strumentale % a 2σ indicata dalla casa costruttrice, è riportata nella Tabella 7

Tabella 7: L'incertezza strumentale dichiarata dal costruttore

Parametro	Intervallo di linearità ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ min}$)	Incetenza % a 2σ
Benzene	410 000	8.3
Toluene	550 000	8.3
Etilbenzene	550 000	9.1
Xilene	550 000	11.3
Biossido di azoto	10 000-5 000 000	11.9
Biossido di Zolfo	10 000-5000000	9.2
Ozono	10 000 - 4 000 000	14.5

Con un approccio di tipo metrologico dai valori ottenuti dal campionatore passivo replicato n volte si è ottenuta una stima dell'incertezza estesa del tutto in linea con i valori dettati dalla normativa vigente, ovvero inferiore al 30% (D.lgs 13/8/2010 n°155-Allegato 1) come riportato in Tabella 8.

Tabella 8: incertezza di misura estesa del Radiello® calcolata secondo un approccio metrologico

BENZENE	incertezza media 26%
----------------	---------------------------------------

Nella tabella 9 si riportano i dati relativi alle serie campionate per la stima dell'incertezza estesa.

Tabella 9: serie di campioni per la stima dell'incertezza di misura del Radiello®

TABELLA CAMPIONI

I serie: 18/5/2009-3/6/2009

	BENZENE	Etil Benzene	TOLUENE	m-p Xilene	o-XILENE
	0,25	0,2	2,1	0,7	0,3
	0,25	0,3	2,1	0,8	0,3
	0,25	0,2	1,9	0,6	0,2
	0,24	0,3	2,1	0,9	0,3
	0,24	0,3	2,3	0,8	0,3
	0,21	0,2	1,9	0,7	0,3
	0,21	0,3	2,2	0,9	0,3
media serie di campioni	0,23	0,26	2,08	0,77	0,30
valore medio metodo di riferimento(*)	0,73	nd	4,44	1,52	0,78
Deviazione standard	0,02	0,03	0,15	0,10	0,03
incertezza estesa al 95 % di confidenza (2σ)	0,04	0,05	0,29	0,20	0,07
incertezza di misura percentuale	5%	nd	7%	13%	8%
n°repliche	7	7	7	7	7

II serie: 15/6/2009-29/6/2010

	BENZENE	Etil Benzene	TOLUENE	m-p Xilene	o-XILENE
	0,25	0,2	2,1	0,7	0,3
	0,25	0,3	2,1	0,8	0,3
	0,25	0,2	1,9	0,6	0,2
	0,24	0,3	2,1	0,9	0,3
	0,24	0,3	2,3	0,8	0,3
	0,21	0,2	1,9	0,7	0,3
	0,21	0,3	2,2	0,9	0,3
media serie di campioni	0,23	0,26	2,08	0,77	0,30
valore medio metodo di riferimento(*)	0,61	nd	4,43	1,46	0,71
Deviazione standard	0,02	0,03	0,15	0,10	0,03
incertezza estesa al 95 % di confidenza (2σ)	0,04	0,05	0,29	0,20	0,07
incertezza di misura percentuale	6%	nd	7%	14%	9%
n°repliche	7	7	7	7	7

III serie: 15/7/2009-29/7/2011

	BENZENE	Etil Benzene	TOLUENE	m-p Xilene	o-XILENE
	0,4	0,3	2,1	0,8	0,3
	0,4	0,3	2,3	0,9	0,3
	0,4	0,3	2,2	0,7	0,3
	0,3	0,3	1,9	0,7	0,3
	0,4	0,3	2,2	0,9	0,3
	0,4	0,3	2,3	0,9	0,3
	0,4	0,3	1,9	0,7	0,3
media campioni	0,35	0,28	2,15	0,81	0,30
valore medio metodo di riferimento	0,68	n.d	5,15	1,68	0,71
dv std	0,02	0,02	0,16	0,08	0,03
incertezza estesa al 95 % di confidenza (2σ)	0,04	0,04	0,32	0,17	0,06
incertezza di misura percentuale	6%	n.d	6%	10%	8%
n°repliche	7	7	7	7	7

(*)Dlgs 155/2010 - Allegato VI: il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del Benzene è descritto nella norma UNI EN 14662:2005, parti 1,2 e 3, "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione delle concentrazioni di Benzene".

2.6 CONFRONTO TRA UN CAMPIONATORE PASSIVO ED UN ANALIZZATORE IN CONTINUO

Al fine di verificare la corrispondenza tra i dati di un campionatore passivo e di un campionatore attivo, si è svolto uno studio di confronto, in cui si sono messi in parallelo un analizzatore in continuo (metodo di riferimento) ed una serie di Radielli® in aria ambiente.

2.5.1 DETERMINAZIONE BTEX

Nel caso dei parametri BTEX, per ragioni tecnico-pratiche la stazione presa a riferimento è stata quella della rete Regionale di Rilevamento della qualità dell'aria sita in via Bovio a Novara, dove era presente un analizzatore di BTEX conforme alla norma UNI EN 14662:2005.

Sono state esposte 8 serie di campionatori Radiello® per desorbimento termico, replicate più volte. La durata dell'esposizione è stata di 15 giorni ciascuna.

I dati ottenuti sono stati correlati e confrontati con le medie dei dati in continuo, relativamente agli stessi periodi di esposizioni, come riportato in tabella 10 e 11

Tabella 10: prove di ripetibilità

quadro riassuntivo medie replicate campionatore Radiello®

Periodo	BENZENE	Etil Benzene	TOLUENE	m-p Xilene	o-XILENE
4/5/09-18/5/09	0,33	0,31	2,74	0,99	0,36
18/5/09-3/6-09	0,23	0,26	2,08	0,77	0,30
15/6/09-29/6/09	0,23	0,26	2,08	0,77	0,30
15/7/09-29/7/09	0,35	0,28	2,15	0,81	0,30
12/08/09-26/08/09	0,34	0,29	1,98	0,85	0,33
2/09/09-16/09/09	0,47	0,38	2,99	1,17	0,43
21/10/09-4/11/09	1,75	0,91	7,26	2,64	0,97
20/11/09-7/12/09	2,32	0,89	7,02	2,62	0,96

Tabella 11: dati relativi alle serie di ripetibilità col metodo di riferimento-stazione NO Bovio

quadro riassuntivo analizzatore in continuo (metodo di riferimento UNI EN 14662:2005)

Periodo	BENZENE	Etil Benzene	Toluene fisso	m-p Xilene fisso	o-XILENE fisso	% resa strumentale
4/5/09-18/5/09	0,86	n.d	4,92	1,62	0,79	99%
18/5/09-3/6-09	0,73	n.d	4,44	1,52	0,78	94%
15/6/09-29/6/09	0,61	n.d	4,43	1,46	0,71	80%
15/7/09-29/7/09	0,68	n.d	5,15	1,68	0,70	100%
12/08/09-26/08/09	0,59	n.d	4,68	1,55	0,72	63%(*)
2/09/09-16/09/09	0,71	n.d	5,61	1,87	0,81	96%
21/10/09-4/11/09	3,08	n.d	10,18	4,34	1,16	99%
20/11/09-7/12/09	2,94	n.d	9,13	3,99	1,09	99%

(*) in questo periodo l'efficienza del campionatore è stata insufficiente

Dall'osservazione dei grafici (figura 3,4,5) che riportano le serie di dati ottenuti con i due diversi metodi, si vede come il Radiello® sia mediamente inferiore al corrispettivo dato di riferimento, pur presentando una buona correlazione, ovvero lo stesso andamento nel tempo.

Figura 3: andamento temporale del Benzene ottenuto con Radielli® vs analizzatore in continuo

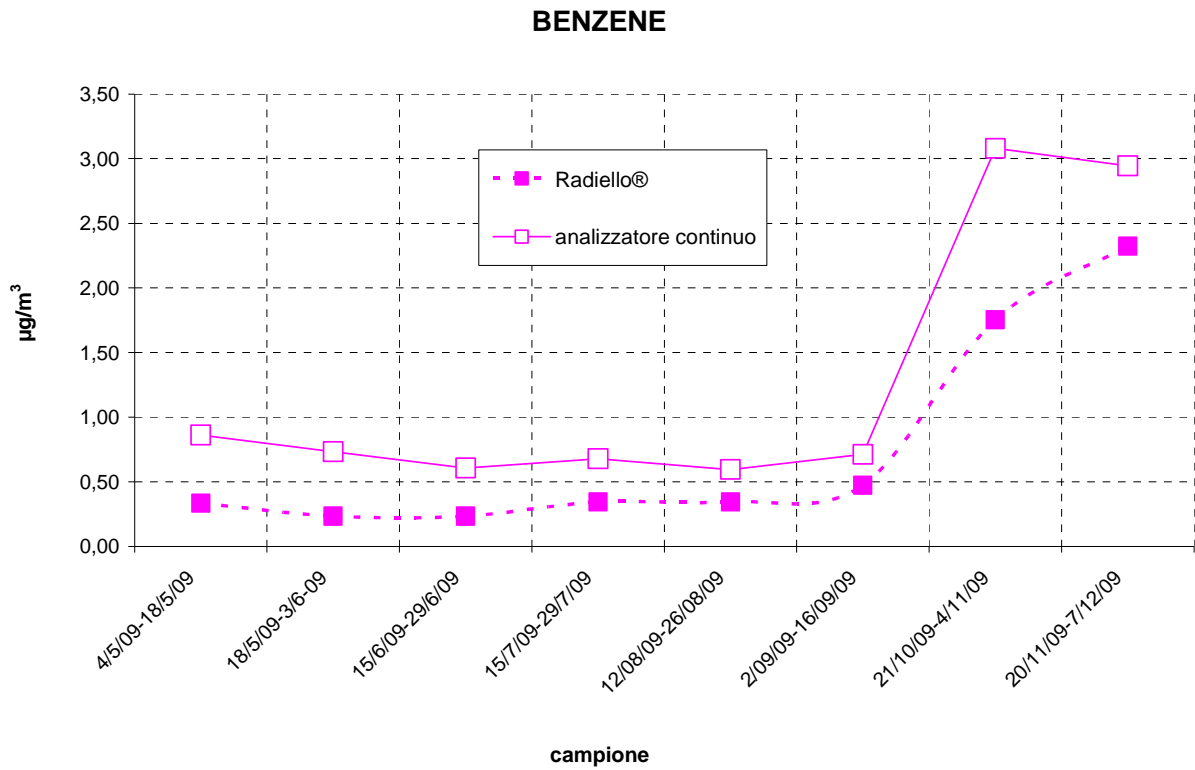


Figura 4: andamento temporale del Toluene ottenuto con Radielli® vs analizzatore in continuo

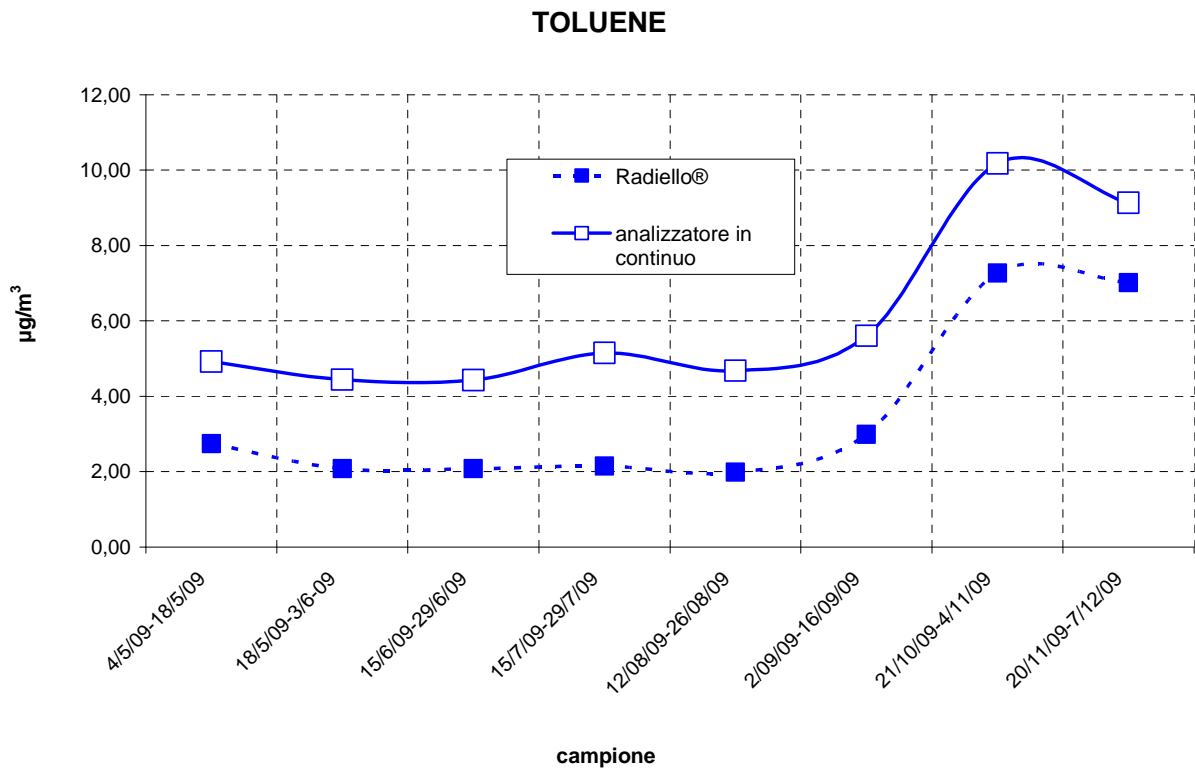
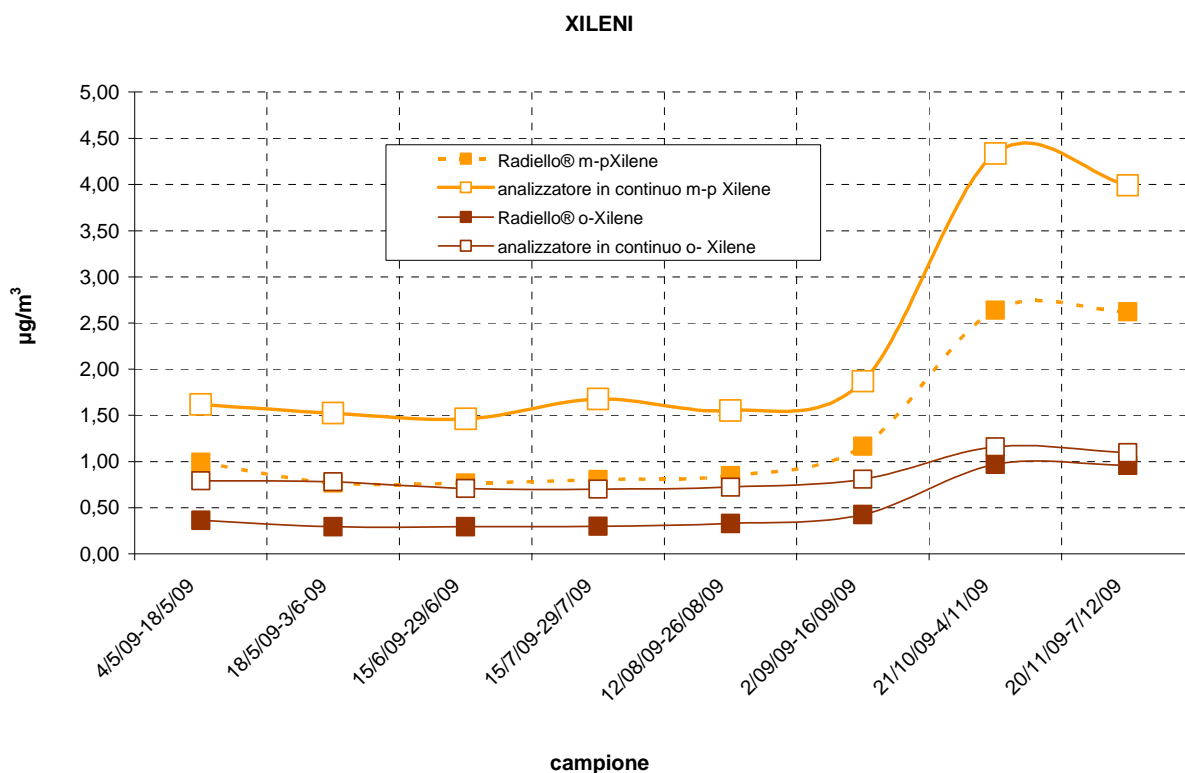


Figura 5: andamento temporale dello Xilene ottenuto con Radielli® vs analizzatore in continuo



Infatti, dal confronto diretto tra le metodiche (attivo/passivo) si ottiene un coefficiente di correlazione elevato per tutti i composti ($R \geq 0.97$) con un grado di confidenza al 95%. (tabella 12.)

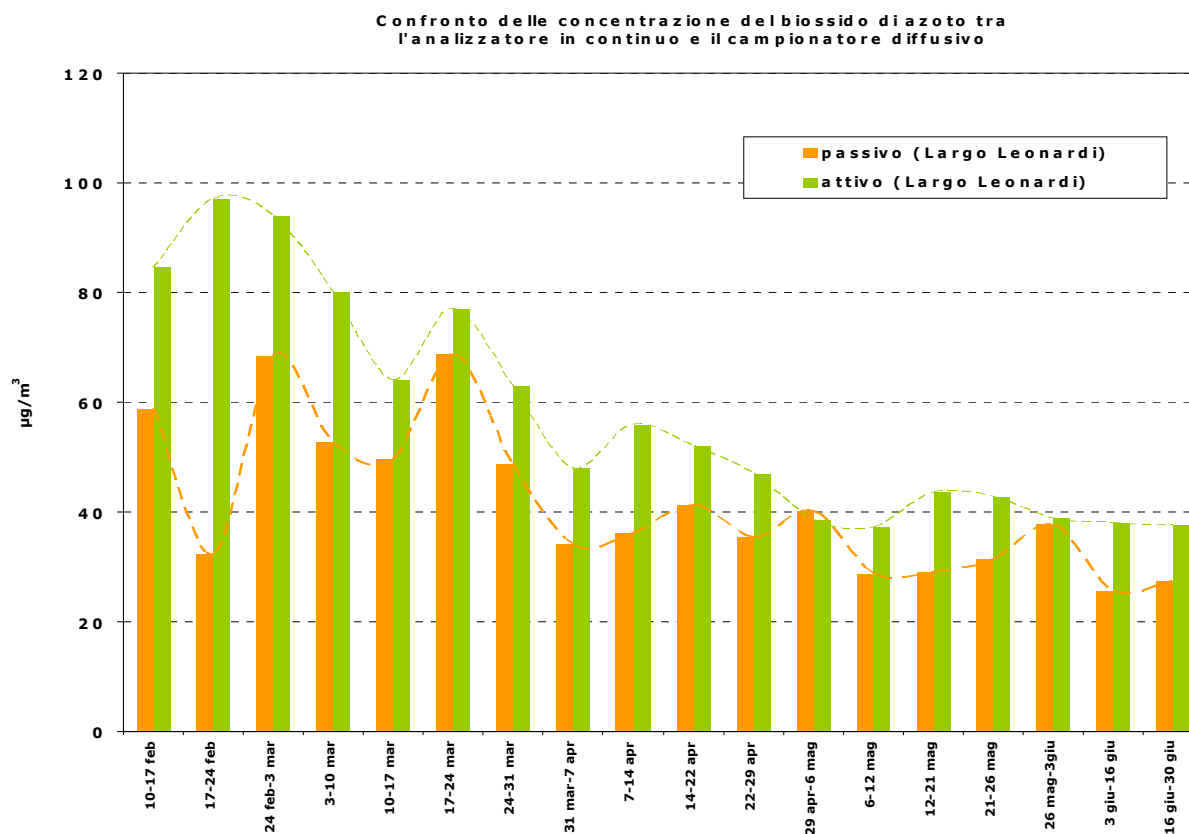
Tabella 12: R^2 di correlazione campionatore attivo vs passivo

	R^2 correlazione	RADIELLO®			
		BENZENE	TOLUENE	m-p Xilene	o-XILENE
metodo di riferimento	BENZENE	0,99			
	TOLUENE		0,97		
	m-p Xilene			0,99	
	o-XILENE				0,98

2.5.2 DETERMINAZIONE NO₂

Nel caso dei parametri NO₂, non essendo variato nulla dal punto di vista analitico rispetto alla precedente esperienza (monitoraggio 2002-2004), si sono considerati validi i risultati ottenuti dalla messa in parallelo tra il Radiello® ed il campionatore di riferimento, per verificarne la corrispondenza. La centralina della Rete Regionale di rilevamento presa come riferimento era stata quella sita in largo Leonardi a Novara, ove era presente un campionatore conforme alla norma UNI EN 14211:2005 Figura 6.

Figura 6: confronto tra analizzatore in continuo e Radiello®

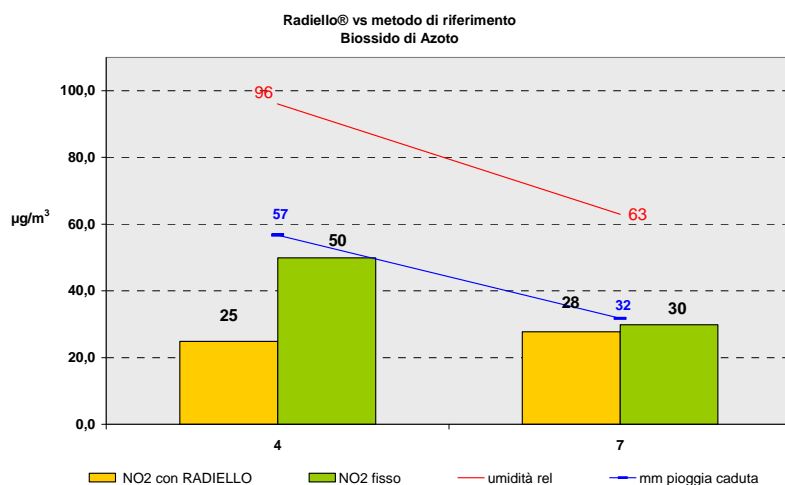


Il risultato ottenuto, che evidenzia valori inferiori per il campionatore passivo, era prevedibile, poiché il metodo di campionamento passivo non è sensibile a variazioni improvvise di concentrazione. Inoltre i risultati del Biossido di Azoto, ottenuti mediante campionatore passivo, possono essere diversi da quelli prodotti dalla strumentazione automatica a chemiluminescenza a causa anche della variazione esponenziale della portata di campionamento di Radiello® con la temperatura, che influenza l'equilibrio in aria fra le specie NO₂ ed N₂O₄: la TEA (tri-etanol-ammina, ovvero il mezzo adsorbente) capta solo la specie NO₂: questo limite nel caso di esposizioni "outdoor" è trascurabile in condizioni di normalità.

A conferma di tale risultato, sono state esposte 2 nuove serie di 6 campionatori Radiello®, per un periodo di 4 e 7 giorni, in parallelo al campionatore attivo, presso la centralina di Viale Roma a Novara.

A causa delle abbondanti piogge cadute durante l'esposizione della prima serie (57 mm in 4 giorni per un tasso medio di umidità del 96%) i dati ottenuti non sono rappresentativi, poiché evidenziano una sottostima del 50%. Tuttavia servono per confermare l'influenza dell'umidità relativa sul fenomeno della captazione. Infatti, la seconda serie di Radielli® esposta ha dato risultati migliori in relazione al fatto che le condizioni operative sono state all'interno del range ottimale di umidità (U% <70%). (figura 7)

Figura 7: confronto Radiello® vs metodo di riferimento per il Biossido di Azoto



2.5.3 DETERMINAZIONE DI SO₂

I risultati del Biossido di Zolfo ottenuti sono stati sempre inferiori al limite di rilevabilità, come per altro accade anche presso le centraline di rilevamento della Rete Regionale.

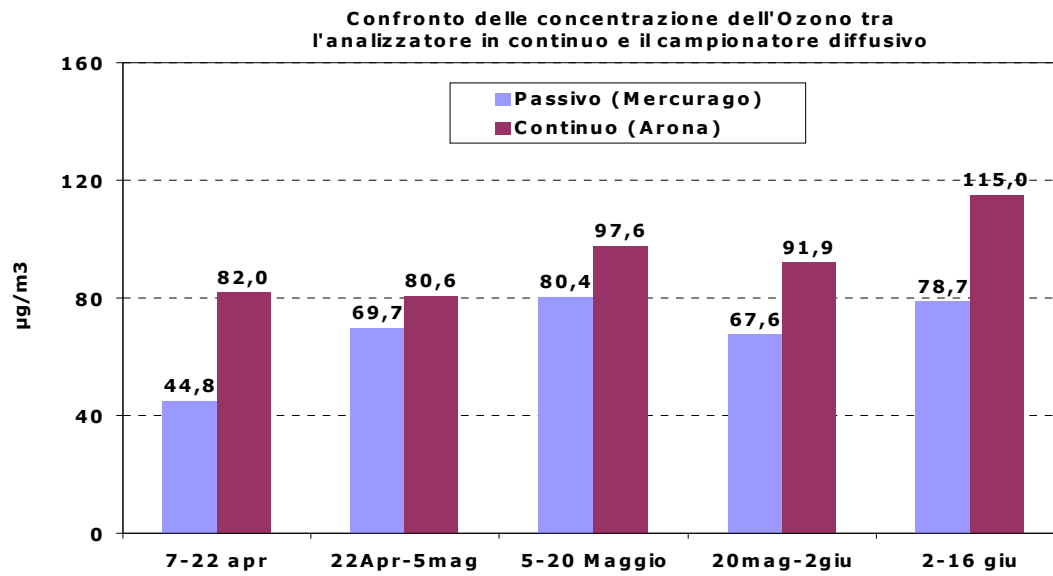
Tuttavia, seppure con valori diversi, sono ciascuno nell'intorno del limite di rilevabilità della metodica.

In particolare nel caso del campionatore diffusivo la captazione di questo inquinante è selettiva per la sola forma gassosa, ed eventuali solfiti e solfati dispersi in aria contemporaneamente non sono in grado di attraversare la parete diffusiva di Radiello®.

2.5.4 DETERMINAZIONE DI O₃

Nel caso dei parametri O₃, non essendo variato nulla dal punto di vista analitico rispetto alla precedente esperienza (monitoraggio 2002-2004), si sono considerati validi i risultati ottenuti dalla messa in parallelo tra il Radiello® ed il campionatore di riferimento, per verificarne la corrispondenza. La centralina della Rete di rilevamento Regionale presa come riferimento era stata quella sita in Arona, ove era presente un campionatore conforme alla norma UNI EN 14625:2005. Figura 8

Figura 8: confronto Radiello® vs metodo di riferimento per Ozono



Anche nel caso dell'Ozono il risultato ottenuto era prevedibile in quanto il metodo di campionamento passivo non è sensibile a variazioni improvvise di concentrazione.

3 METODI DI ANALISI

Il Laboratorio del Dipartimento ARPA di Novara ha eseguito le determinazioni degli inquinanti monitorati con i campionatori passivi Radiello ® secondo Metodi non normati indicati dalla Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS.

I campionatori passivi Radiello®, pur basandosi sullo stesso principio fisico della diffusione, hanno sistemi di captazione differenti e, conseguentemente, necessitano metodiche di analisi diverse. Nella tabella 13 si schematizzano i principi chimici e le metodiche utilizzate.

Tabella 13: riferimento metodiche analitiche

parametro	principio	Metodiche di analisi	Riferimento interno del metodo
Biossido di Azoto (NO₂)	Chemiadsorbimento tramite TEA (Trietanolamina)	Cromatografia ionica	U.RP.M460
Biossido di Zolfo (SO₂)	Chemiadsorbimento tramite TEA (Trietanolamina)	Cromatografia ionica	U.RP.M460
Ozono (O₃)	Ozanolisi	Spettrofotometria visibile	U.RP.M459
BTEX	Chemiadsorbimento su carbone attivo	Desorbimento termico seguito da Gascromatografia - Massa	ET.11.002

4 METEOROLOGIA

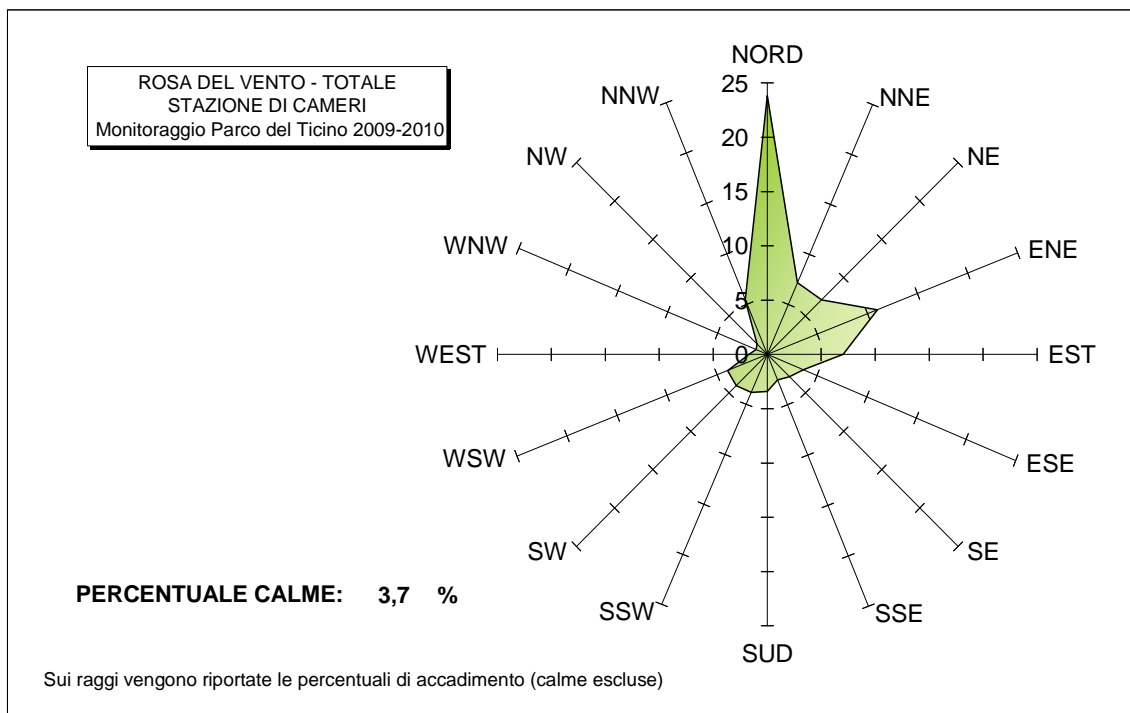
Nello studio della qualità dell'aria le variabili meteorologiche sono di fondamentale importanza. Regolano, infatti, la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e si disperdono in aria o sono portati al suolo, definiscono il volume in cui gli inquinanti si disperdono, determinano la velocità di alcune reazioni chimiche per la formazione in atmosfera degli inquinanti secondari, quali ad esempio l'Ozono.

Di seguito si presentano le misure dei parametri meteorologici relativi al monitoraggio (periodo maggio 2009-maggio 2010) eseguito nel Parco del Ticino Piemontese e nel Parco dei Laghi di Mercurago. La stazione di rilevamento dei parametri meteo considerata è stata quella della Rete Regionale presente a Cameri (coord UTM: X= 476179; Y=5044074)

4.1 VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO

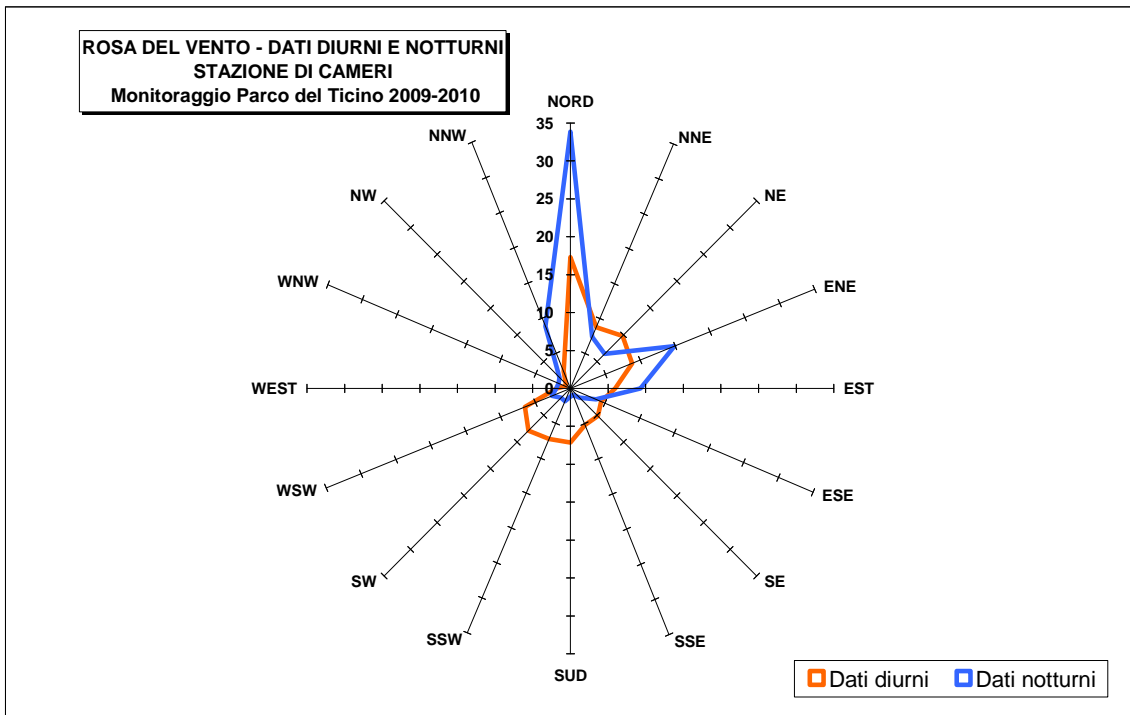
Dall'analisi della rosa dei venti totale (figura 9), la zona in esame è stata caratterizzata da venti di bassa intensità in cui è ben visibile una circolazione dominante sull'asse NE – SW.

Figura 9: rosa dei venti totale relativa al periodo del monitoraggio 2009-2010



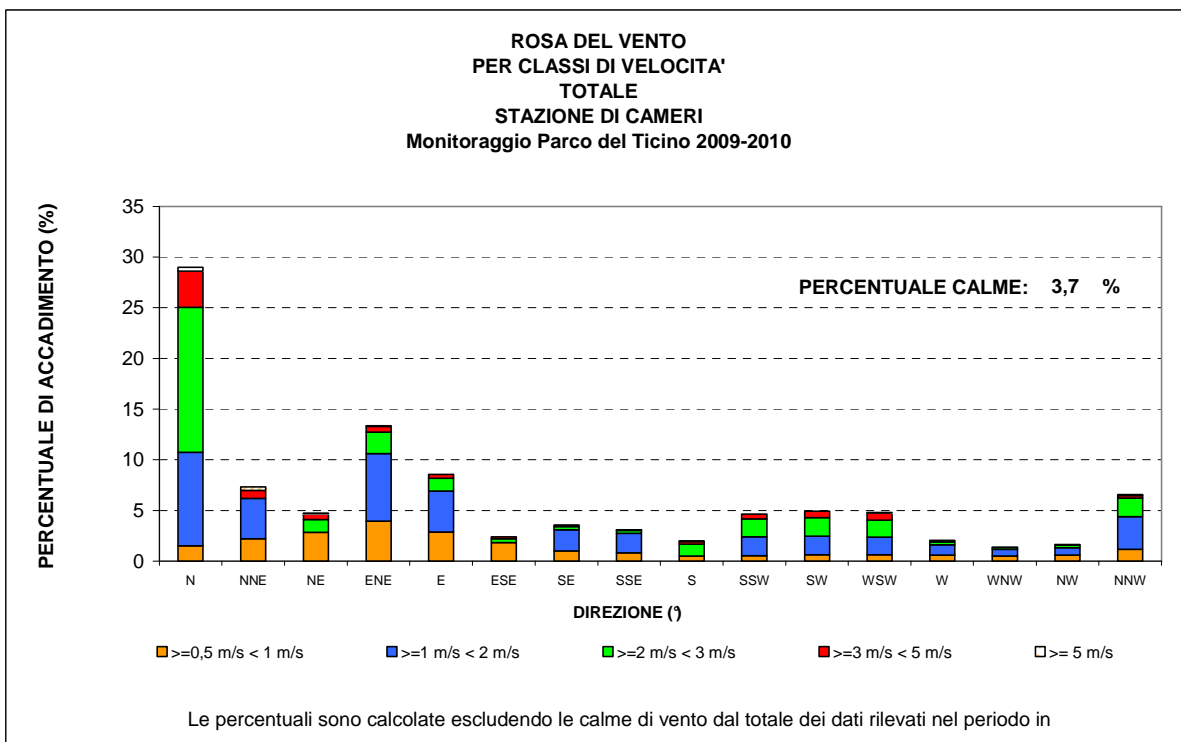
La componente da NORD/NE risulta maggiormente presente nelle ore notturne (linea blu), mentre la componente da SUD/SW risulta essere molto attiva durante il giorno (linea rossa), con velocità piuttosto basse (figura 10).

Figura 10: rose dei venti totali relative al periodo notte/giorno



Sempre da N/NE provengono, sia di notte sia di giorno, i venti più intensi, associati presumibilmente a condizioni di tempo perturbato (figura 11).

Figura 11: distribuzione delle classi di velocità totale del vento



Nel loro complesso, le elaborazioni descrivono una condizione abbastanza tipica per la Pianura Padana, con venti più deboli di notte (spesso inferiori a 1.0 m/s) e un po' più intensi nelle ore diurne (figura 13-12).

Figura 12: distribuzione delle classi di velocità giorno del vento

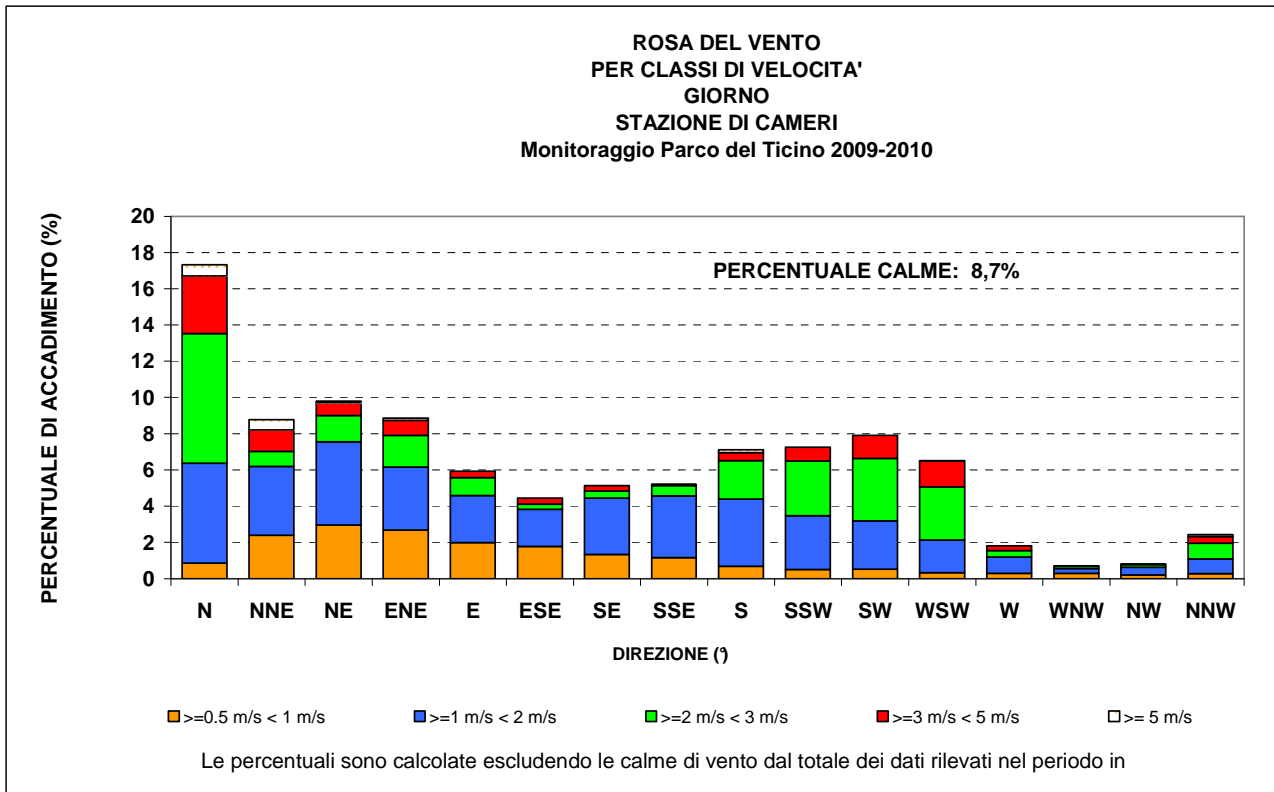
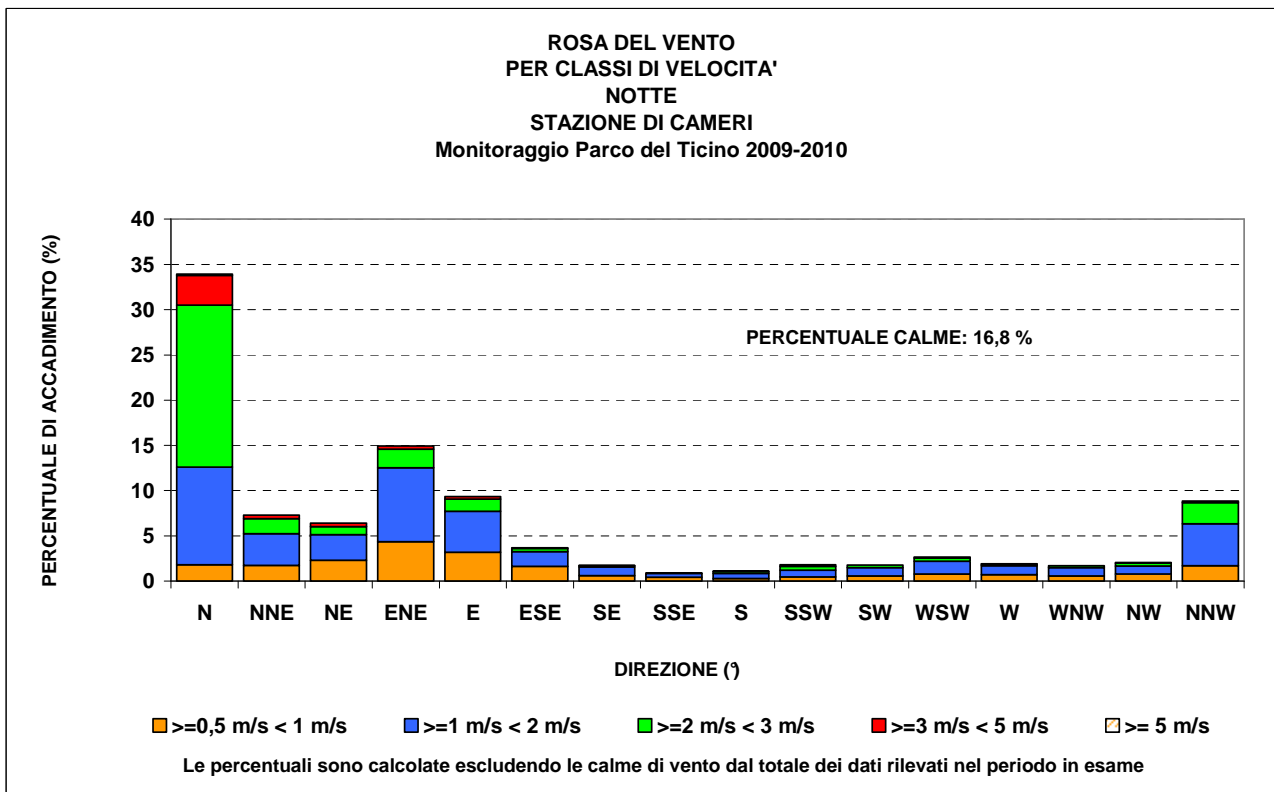
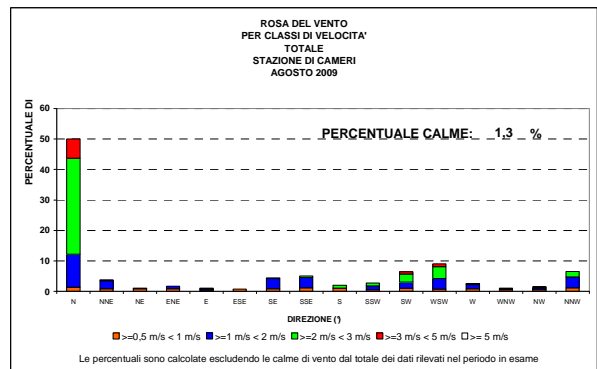
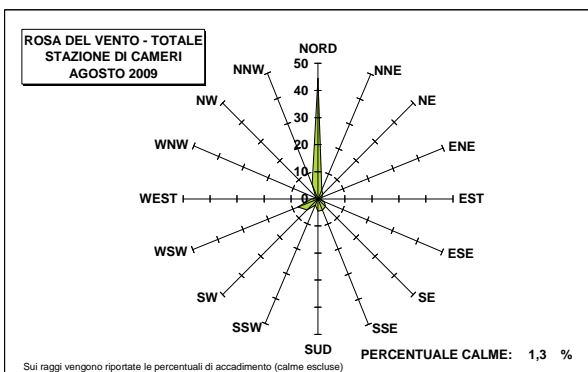
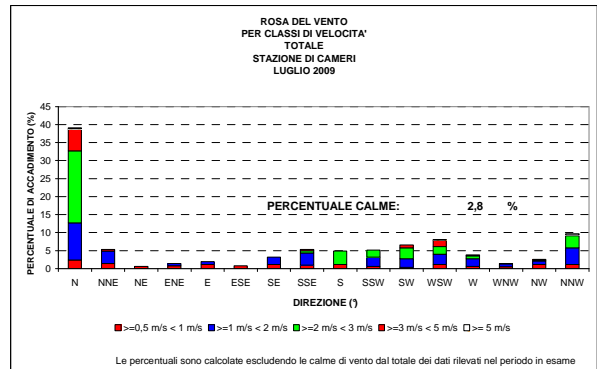
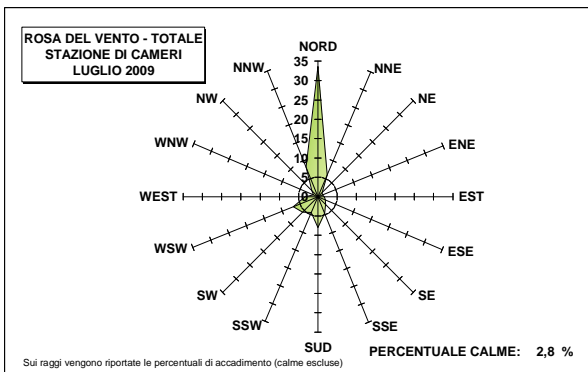
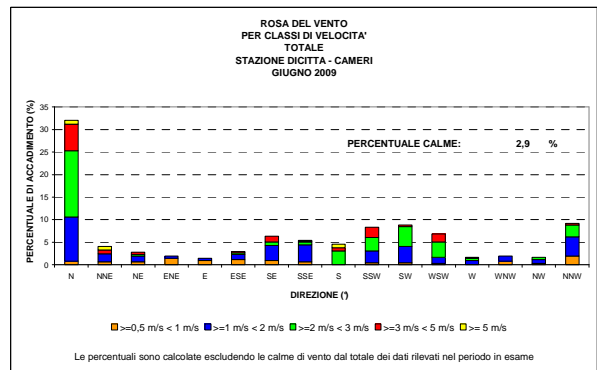
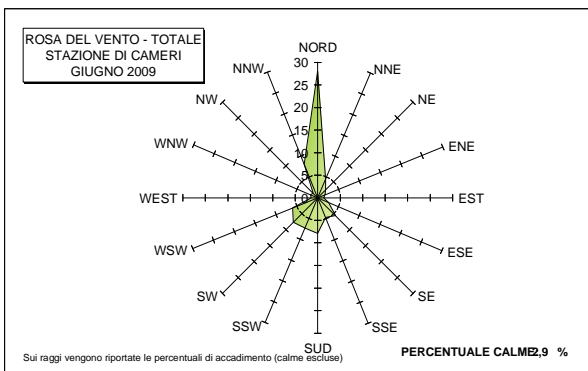
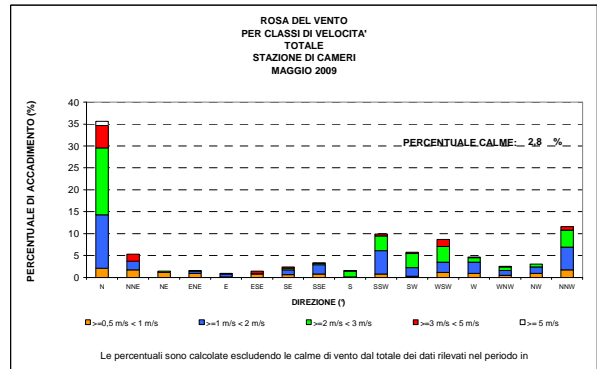
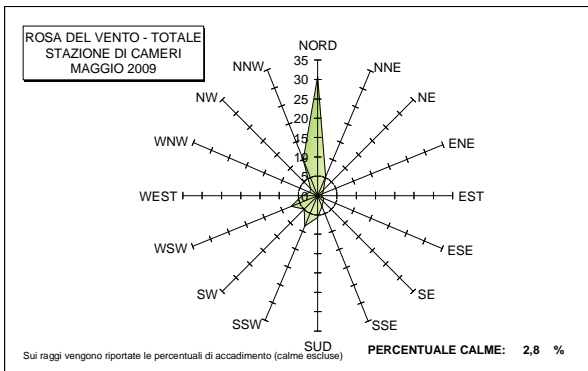


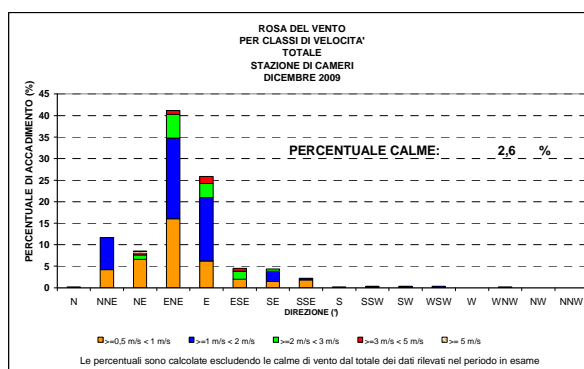
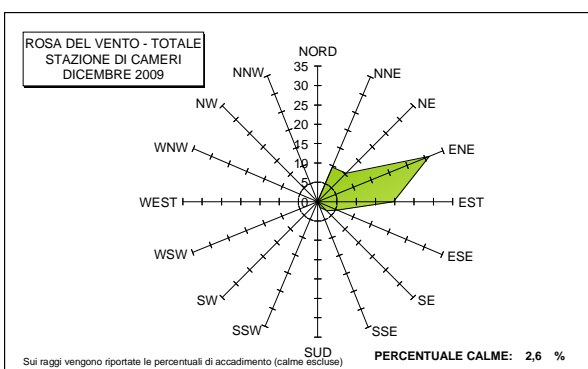
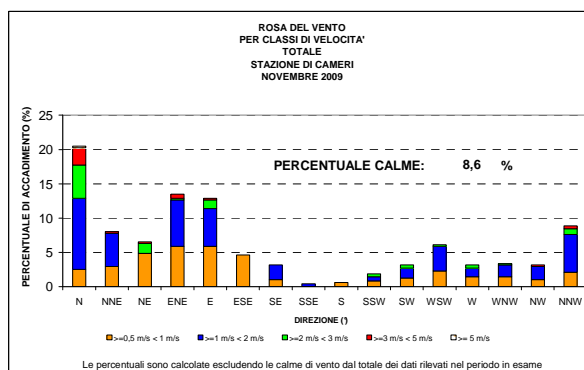
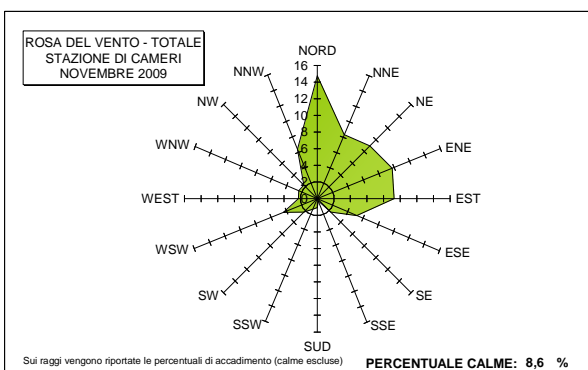
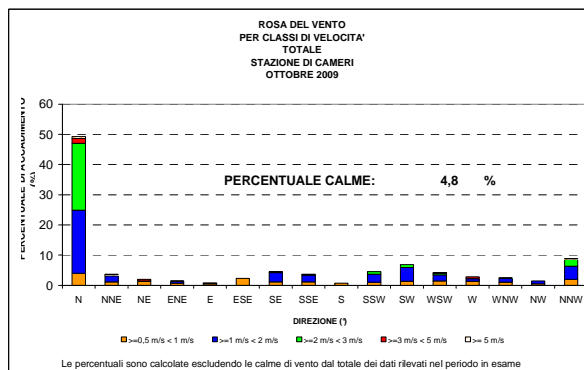
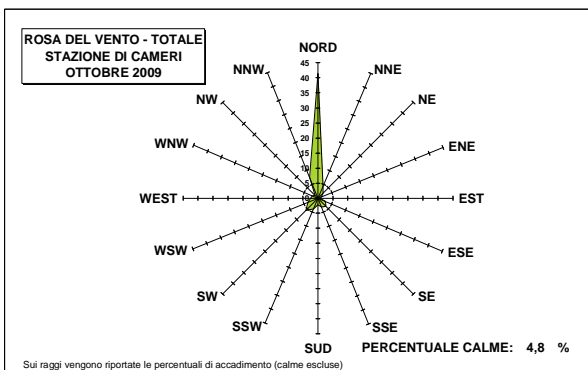
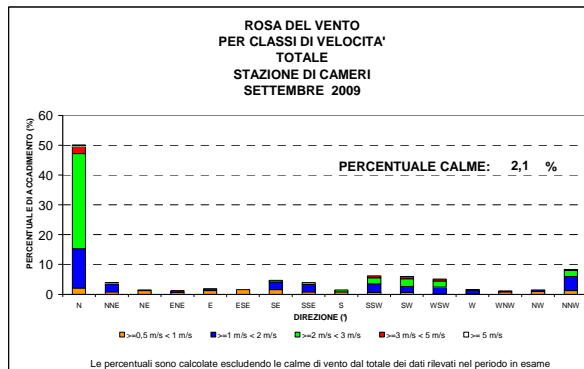
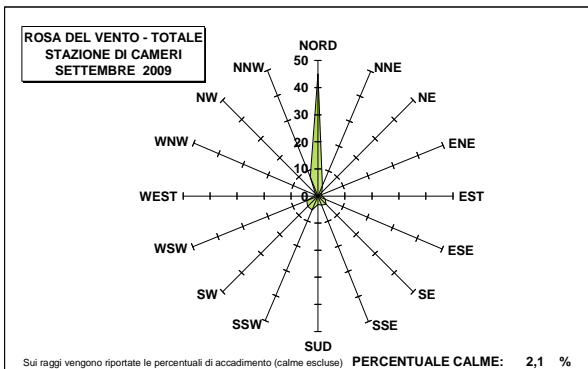
Figura 13: distribuzione delle classi di velocità notte del vento

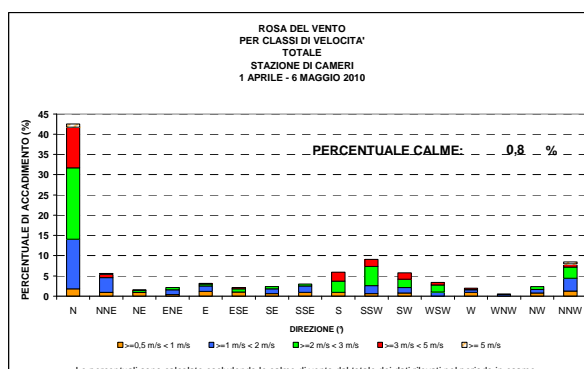
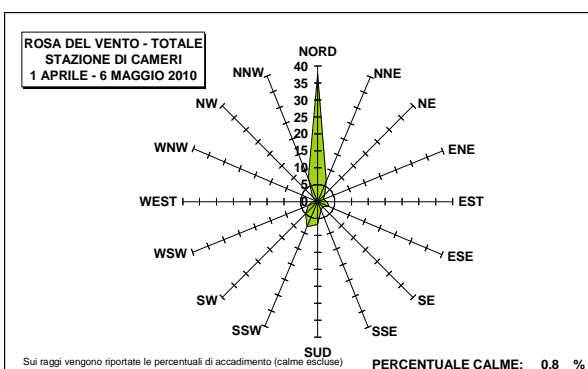
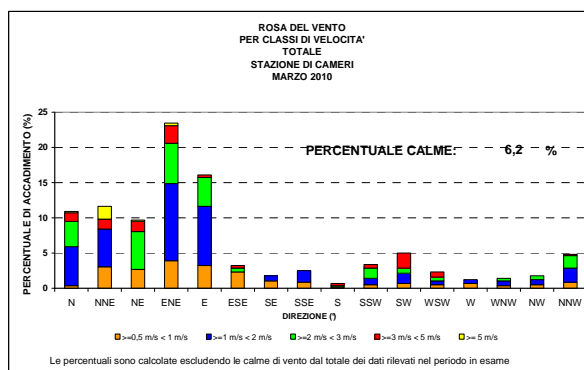
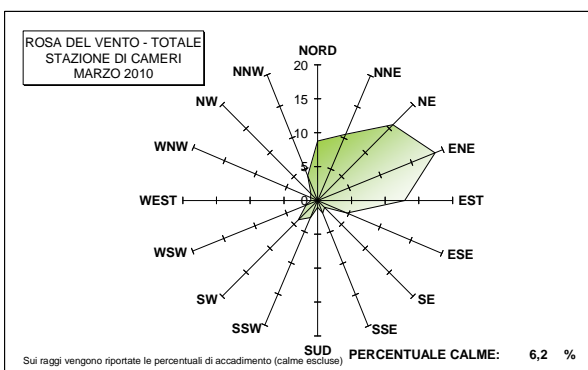
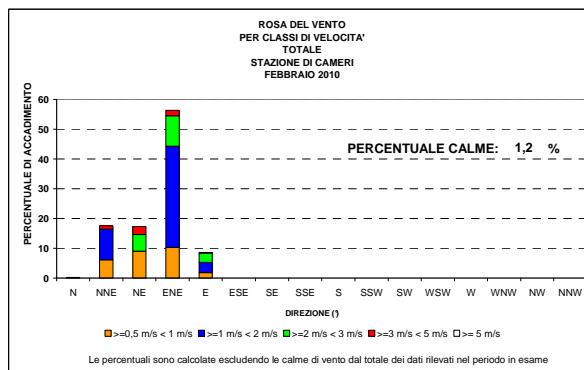
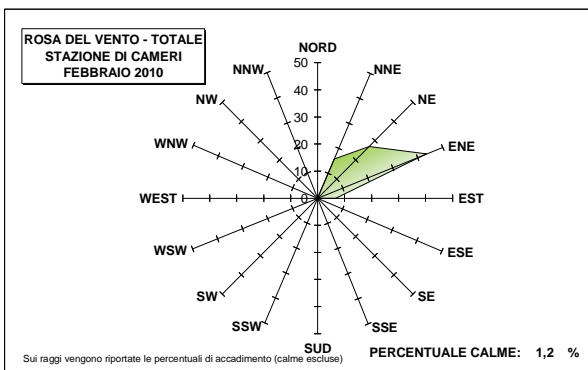
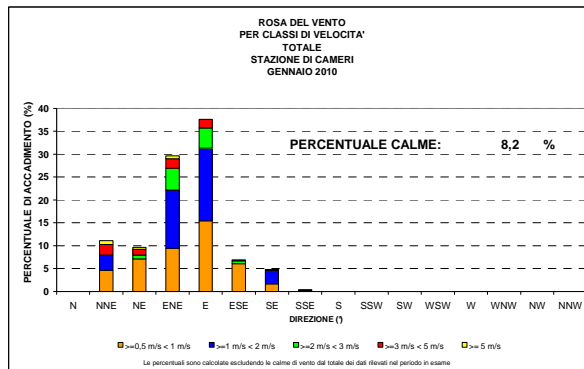
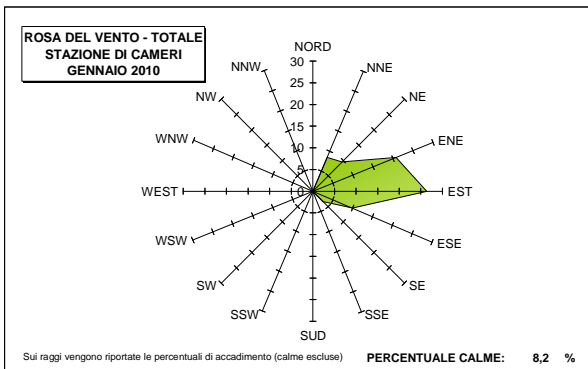


Dal momento che i dati degli inquinanti monitorati con i campionatori Radiello® non sono direttamente correlabili, in quanto mediati su quindici giorni, si riportano anche le rose dei venti e le relative classi di velocità suddivise per mese per valutazioni più dettagliate (figura 14).

Figura 14: rose dei venti e classi di velocità mensili







4.2 TEMPERATURA

Le misure di temperatura mostrano la tipica situazione cui è soggetta in generale tutta l'Italia settentrionale. La temperatura media mensile varia fra 0.4 e 25 °C (Figura 15), mentre lungo l'arco della giornata si osservano escursioni di 7 - 12 °C, con valori minimi notturni invernali di -12°C e valori massimi diurni estivi attorno di 36 °C (figura 16).

Figura 15: andamento delle medie mensili temperatura

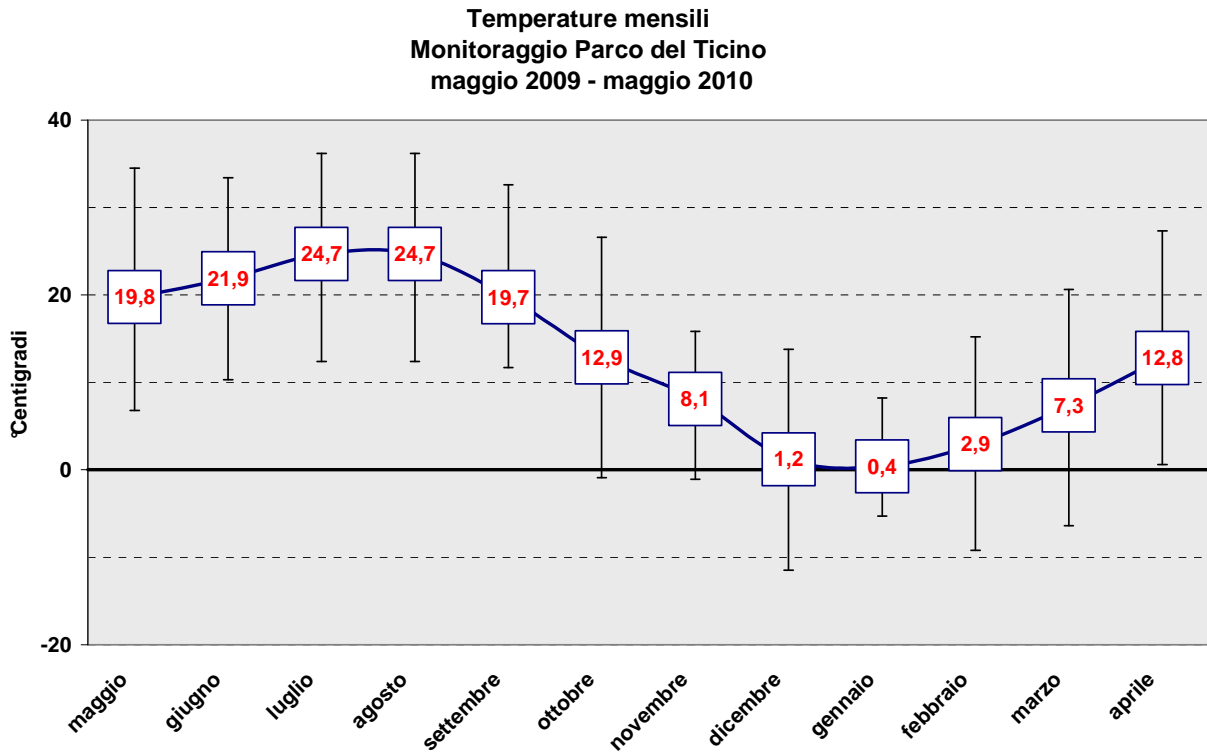


Figura 16: involuppo medio della Temperatura nelle stagioni principali

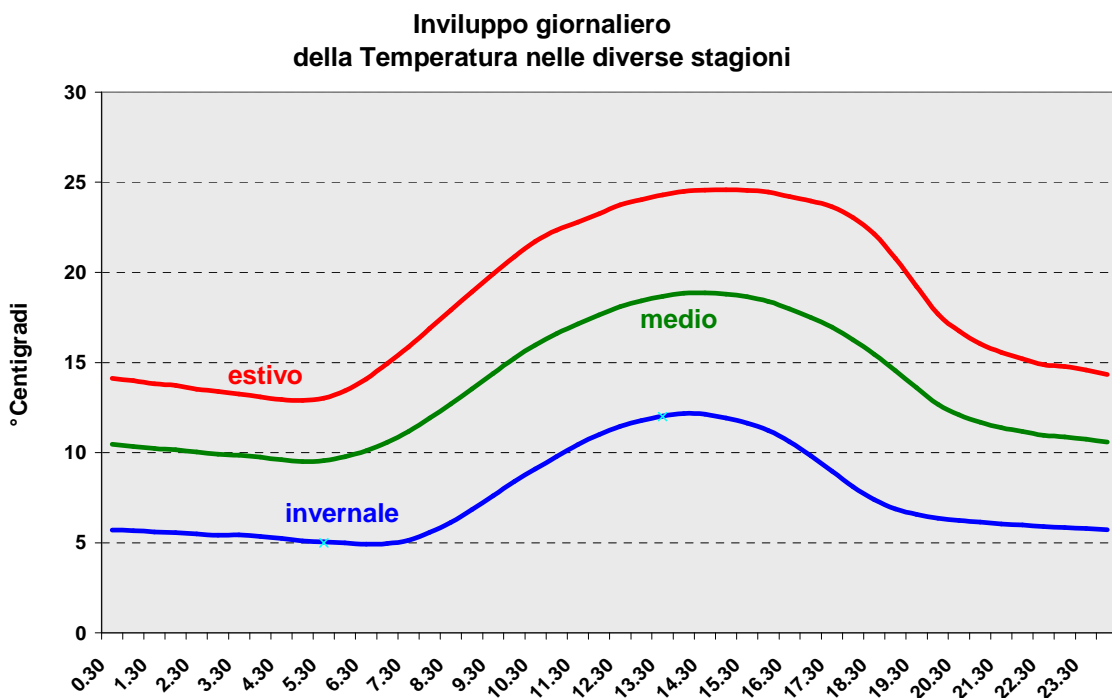
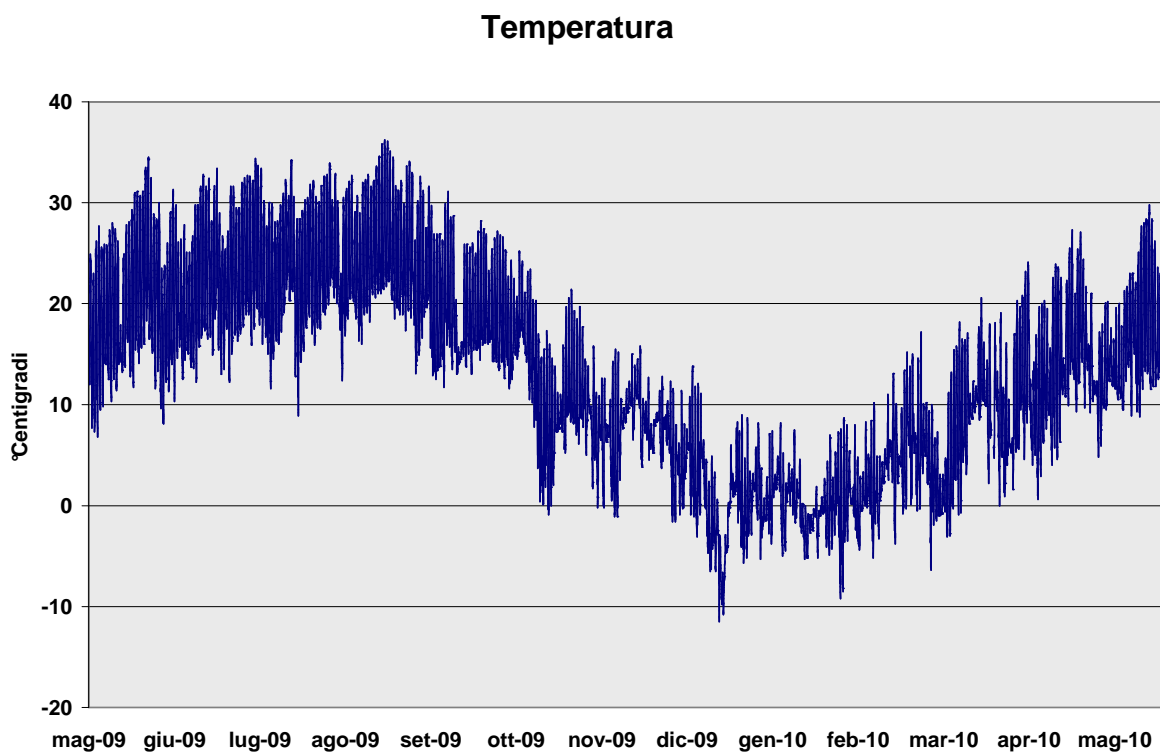
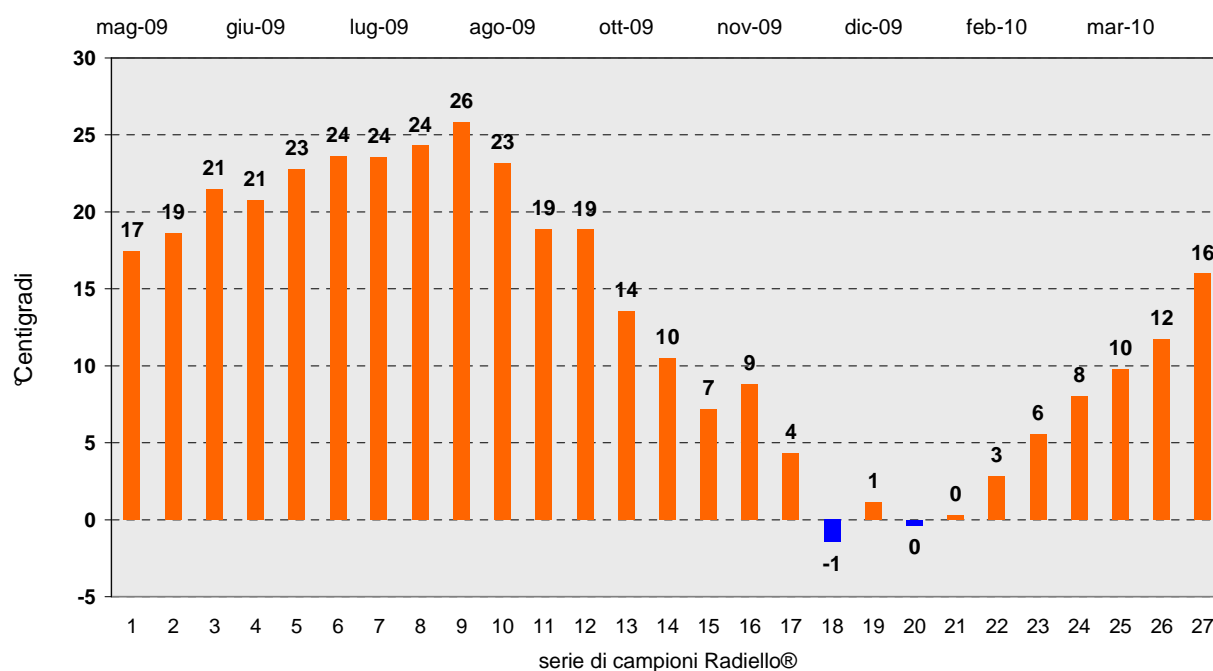


Figura17: andamento della temperatura nel periodo della campagna di monitoraggio 2009-2010 nel Parco Ticino



Per un confronto diretto con i dati della campagna che sono mediati sui quindici giorni si sono calcolate le relative temperature medie (figura 18).

Figura18: temperature medie relative ai periodi di campionamento



5 VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Di seguito si presentano le misure degli inquinanti relativi al monitoraggio eseguito, nel periodo maggio 2009-maggio 2010, nel Parco del Ticino Piemontese e nel Parco dei Lagoni di Mercurago. Nell'analisi dei dati i valori riscontrati sono messi a confronto, oltre che con i parametri meteorologici, anche con gli standard di qualità dell'aria attualmente vigenti in materia.

5.1 IDROCARBURI AROMATICI

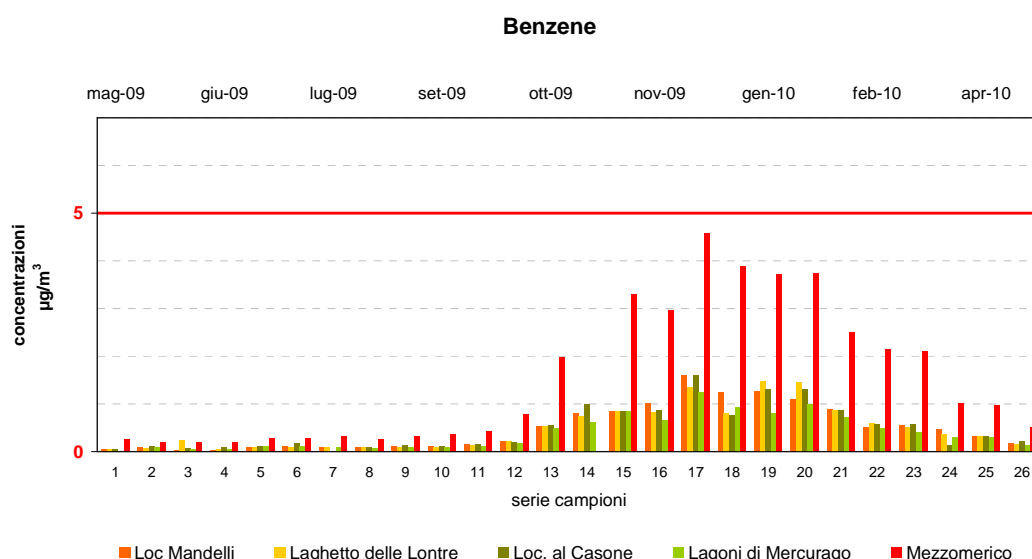
Con l'acronimo BTEX si indicano i composti aromatici Benzene, Etilbenzene, Toluene, meta-para e orto Xilene. Tra questi inquinanti, l'unico ad essere normato è il Benzene, per il quale è previsto un limite annuale di $5\mu\text{g}/\text{m}^3$, (Dlgs. 155/2010 - All.XI). Sono composti presenti normalmente in zone urbane e/o industriali e rivestono particolare interesse poiché tossici. Il Benzene a temperatura ambiente si presenta come un liquido molto volatile, incolore, dal caratteristico odore pungente. Viene sintetizzato a partire dal petrolio ed insieme a Xilene e Toluene viene utilizzato nelle benzine e come materia prima per produrre plastiche, resine sintetiche e pesticidi. La maggior parte di questi inquinanti presenti nell'aria deriva da combustione incompleta di combustibili fossili: le principali fonti di emissione sono il traffico (è emesso soprattutto da motori a benzina) e/o i diversi processi industriali.

5.1.2 Dati Benzene

Il rilevamento delle concentrazioni di Benzene, essendo stato condotto tramite campionatori passivi esposti generalmente per un periodo di 15 giorni e poi analizzati in laboratorio, sono esprimibili come valor medio sull'intero periodo di misura e non mostrano, per la loro natura, i valori di picco eventualmente verificatesi durante l'esposizione. Tuttavia si sottolinea che dovendosi raffrontare con un limite su scala annuale i dati così espressi sono maggiormente comparabili.

I grafici riportati qui di seguito mostrano i valori delle concentrazioni medie quindicinali ottenute durante le campagne di misura svolte nel corso dell'intero anno di monitoraggio.

Figura 19: valori di Benzene ottenuti dal campionamento con Radiello®

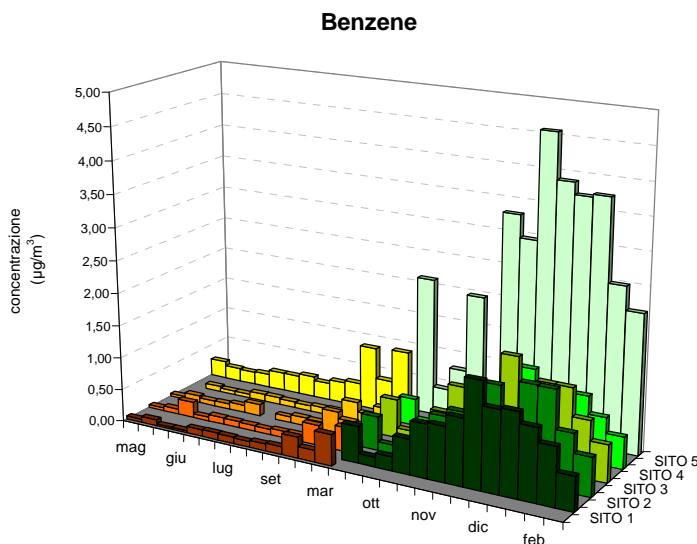


Dai grafici è evidente che il valore di $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stato superato in tutti i siti (figura 19), e pertanto la media stimata risulta inferiore a tale limite annuale.

Inoltre, i siti di campionamento individuati all'interno del Parco hanno dimostrato un andamento omogeneo, sia nelle concentrazioni rilevate, sia nell'arco temporale.

Si noti come i valori di concentrazione massimi si siano rilevati per tutti i siti monitorati in occasione dei campionamenti invernali, quando si creano le condizioni peggiori per la dispersione degli inquinanti in aria ambiente (figura 20).

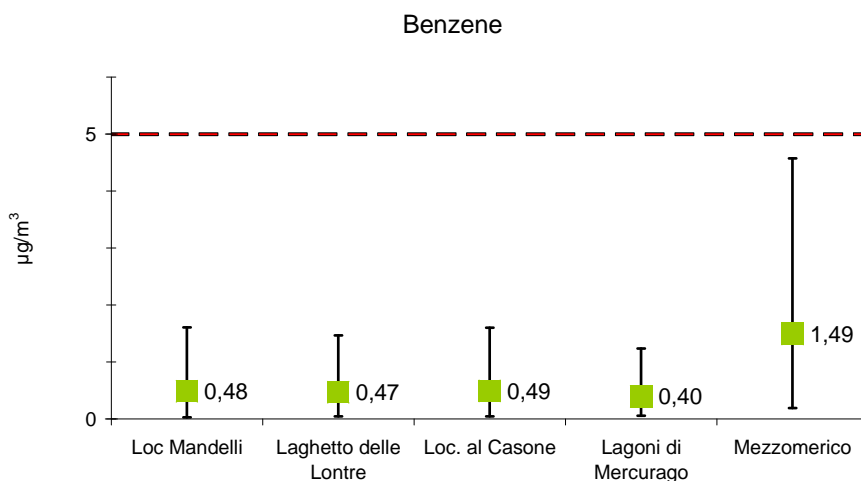
Figura 20: variazione delle concentrazioni medie di Benzene riscontrate nelle differenti stagioni



Nel complesso tutti i campionamenti effettuati nel Parco del Ticino Piemontese hanno presentato valori medi di concentrazione di molto inferiori al limite previsto, con punta massima di $1,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrata nel periodo invernale presso la Località Mandelli, ed anche ai valori presenti in zone di maggiore antropizzazione, come ad esempio nel comune di Cerano, dove il valore del Benzene, misurato dalla stazione della Rete Regionale di qualità dell'aria, nello stesso periodo è stato di $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto i Radielli®, diano una stima sulla presenza di un determinato inquinante, si fa notare come i valori di Benzene, rilevati con la stessa tecnica e nello stesso periodo presso il sito di Mezzomerico utilizzato come confronto, abbiano risposto in maniera notevolmente differente, ovvero presentando una concentrazione media di $1,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un valore massimo di $4,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (figura 21).

Figura 21: valori di Benzene relativi all'intera campagna



I valori medi di concentrazione stimati in questo monitoraggio all'interno del Parco, ben soddisfano quanto riportato nella Seconda Edizione delle Air Quality Guidelines for Europe (WHO – Regional Office for Europe – Copenhagen 2000) dove il valore indicativo delle concentrazioni medie ambientali per aree rurali è di 1 µg/m³ e di 5-20 µg/m³ per le aree urbane.

5.1.2 Dati Etil-Benzene

Lo stesso Radiello® è in grado di adsorbire in contemporanea al Benzene anche le molecole di Etilbenzene eventualmente presenti. Il trattamento per il recupero e l'analisi è lo stesso e quindi anche per questo parametro valgono le considerazioni già esposte per il Benzene. Non essendovi un limite a cui raffrontarsi i dati hanno valore puramente qualitativo.

I grafici riportati qui di seguito mostrano i valori delle concentrazioni medie quindicinali ottenute. Le concentrazioni sono mediamente molto basse, anche se il sito di Mezzomerico presenta valori più elevati (figura 22 e 24), dovuti, presumibilmente, alla presenza di insediamenti abitativi poco lontani. Anche nel caso del parametro Etilbenzene la variabilità stagionale è evidente (figura 25)

Figura 22: valori di Etilbenzene ottenuti dal campionamento con Radiello®

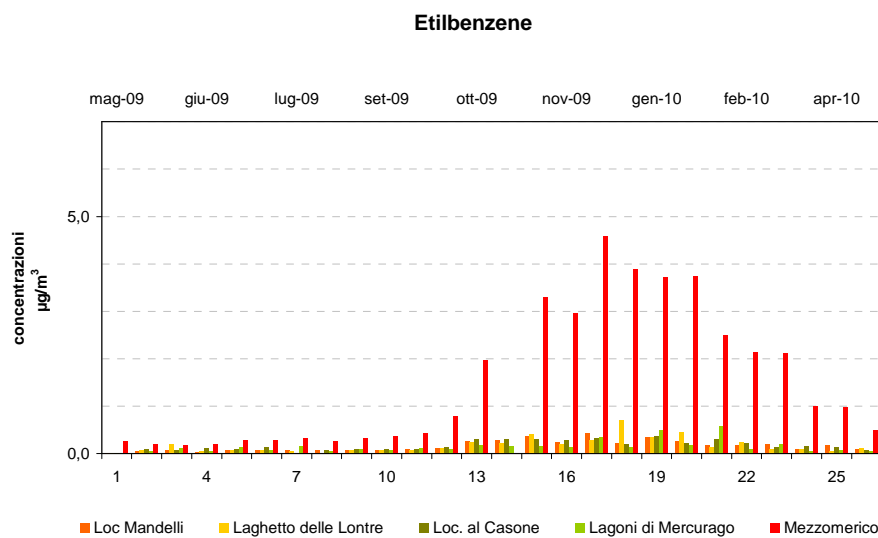


Figura 23: variazione delle concentrazioni medie di Etil Benzene riscontrate nelle differenti stagioni

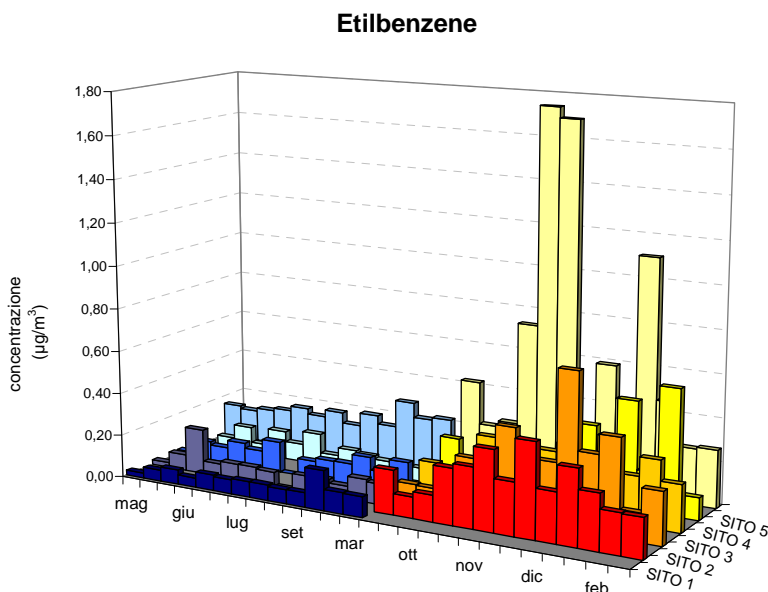
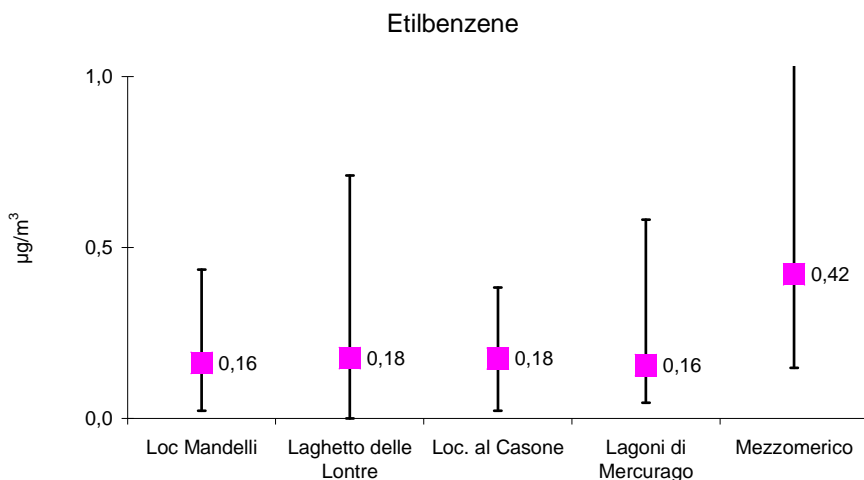


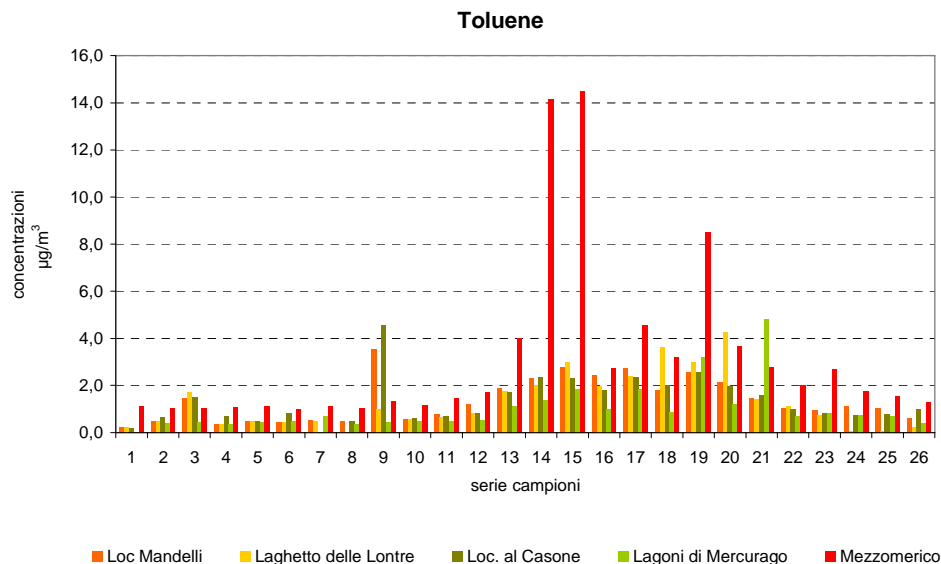
Figura 21: valori di Etilbenzene relativi all'intera campagna



5.1.3 Dati Toluene

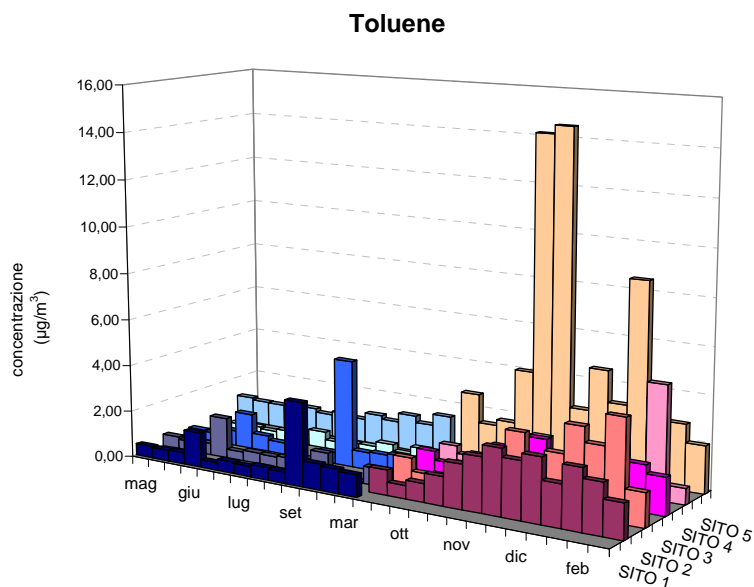
Il Toluene è principalmente usato come sostituto del Benzene, sia come reattivo che come solvente. E' contenuto nella benzina, con funzione antidetonante, per aumentare il numero di ottano, ma anche nelle industrie plastiche o nella composizione di prodotti per la pulizia. Il suo così largo utilizzo fa sì che sia sempre presente insieme al Benzene. Anche per questo inquinante non vi è un limite a cui raffrontarsi e pertanto i dati rilevati hanno valore puramente qualitativo (figura 25).

Figura25: valori di Toluene ottenuti dal campionamento con Radiello®



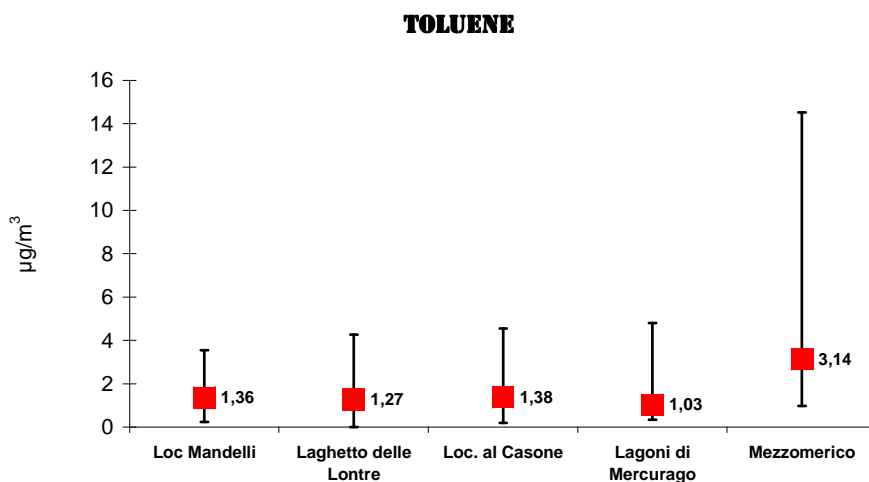
Per quanto riguarda la differenza rilevata tra le varie stagioni, anche nel caso del Toluene si può vedere l'importanza della meteorologia sulla dispersione dell'inquinante. Infatti, i valori mediamente maggiori sono nel periodo invernale (figura 26).

Figura 26: variazione delle concentrazioni medie di Toluene riscontrate nelle differenti stagioni



Per quanto concerne il Toluene, la Seconda Edizione delle Air Quality Guidelines for Europe riporta come valori indicativi delle concentrazioni medie ambientali livelli minori di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per aree rurali e compresi tra 5 e $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per aree urbane. Il valore medio annuale delle concentrazioni rilevate all'interno del Parco mediante Radiello® è stato di $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre il corrispondente dato medio di concentrazione di Toluene rilevato dalla centralina di Cerano della Rete di Rilevamento Regionale è stato pari a $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Quest'ultimo valore è maggiormente in linea con il sito di Mezzomerico preso come confronto a conferma della validità della tecnica adottata (figura 27).

Figura 27: valori di Toluene relativi all'intera campagna

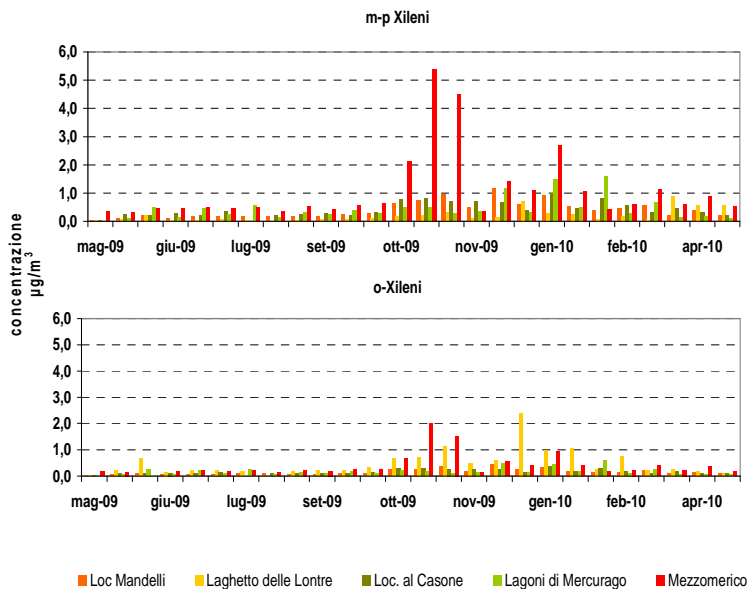


5.1.4 Dati Xilene

Lo Xilene si presenta sottoforma di tre isomeri (orto, meta e para) prodotti dal petrolio ed è utilizzato come solvente nella stampa, per la lavorazione delle gomme e del cuoio, nel confezionamento di alimenti, per la produzione di polimeri, come agente pulente per acciai, come pesticida, come componente nelle vernici e come diluente per vernici. Lo si può anche trovare in piccole quantità nella benzina per aviogetti e nel gasolio per autotrazione, quindi si può rinvenire sempre ove vi sia la presenza anche di Benzene. Per tale motivo viene considerato tra i principali

composti aromatici, sebbene le concentrazioni in aria ambiente siano basse. Dall'osservazione dei valori medi rilevati si possono derivare le stesse considerazioni fatte per gli altri BTEX: i siti del Parco Ticino presentano un andamento dei valori di concentrazione simili tra loro (figura 28).

Figura 28 : valori di xilene ottenuti dal campionamento con Radiello®



Se pure con minor evidenza, dati i valori di concentrazione molto bassi, si nota anche per questo parametro la differenza tra le medie estive e quelle invernali (figura 29-30).

Figura29: variazione delle concentrazioni medie di m-p Xilene riscontrate nelle differenti stagioni

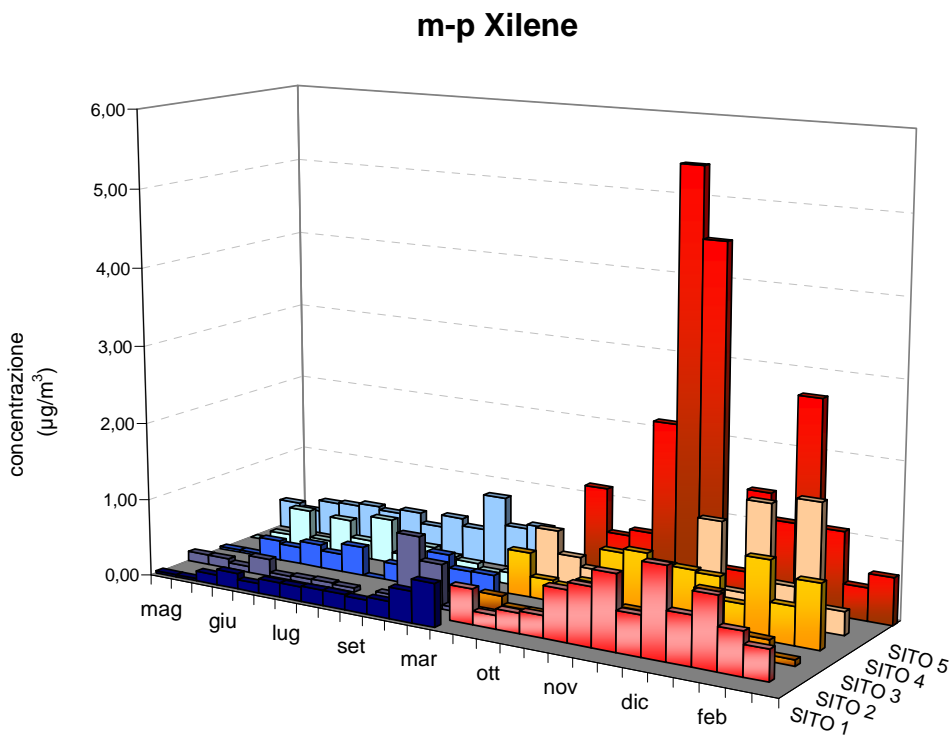
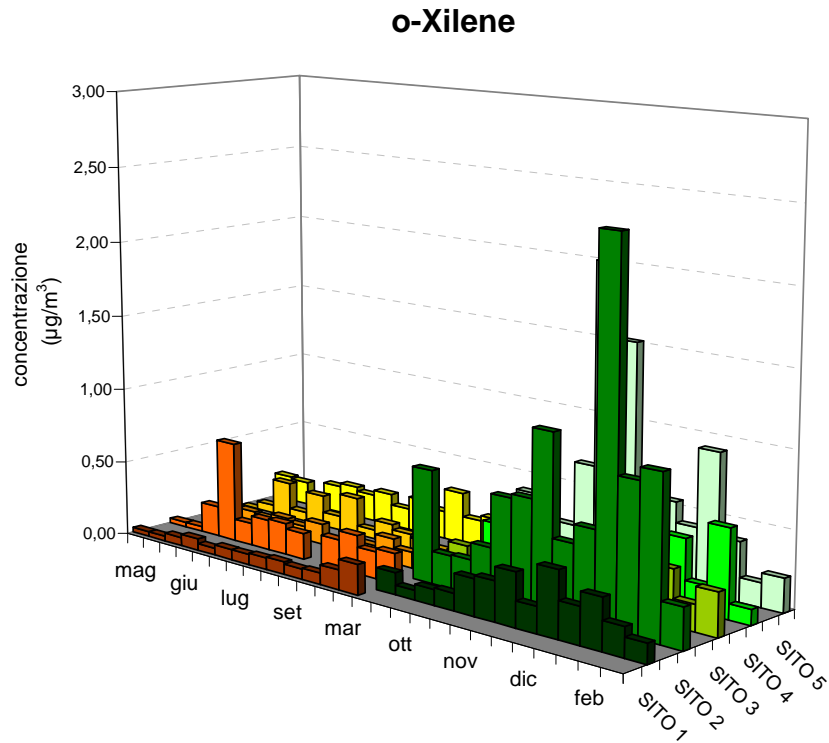


Figura 30: variazione delle concentrazioni medie di o-xilene riscontrate nelle differenti stagioni



Il valore medio annuale delle concentrazioni rilevate all'interno del Parco in questo monitoraggio con Radiello® è stato di 1.3 µg/m³ mentre il corrispondente dato medio di concentrazione di Toluene rilevato dalla centralina di Cerano della Rete di Rilevamento Regionale è stato pari a 3,5µg/m³. Quest'ultimo valore è maggiormente in linea con il sito di Mezzomerico preso come confronto a conferma della validità della tecnica adottata (figura 31-32).

Figura 31: valori di m-p Xilene relativi all'intera campagna

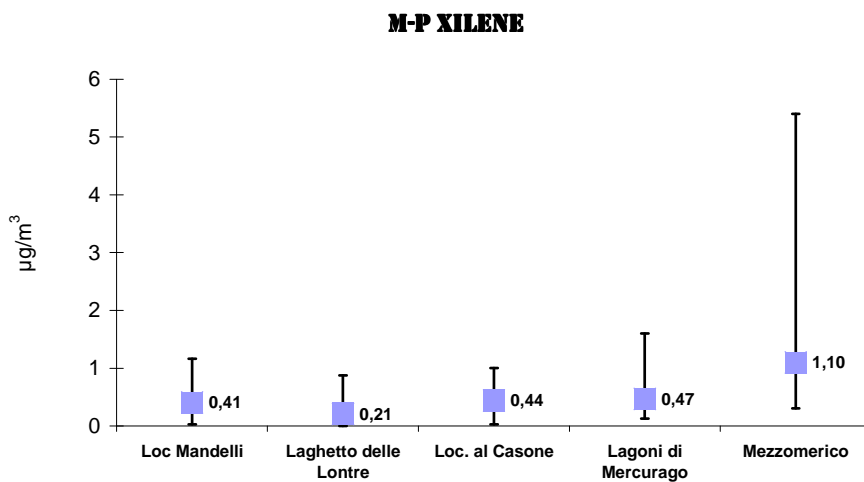
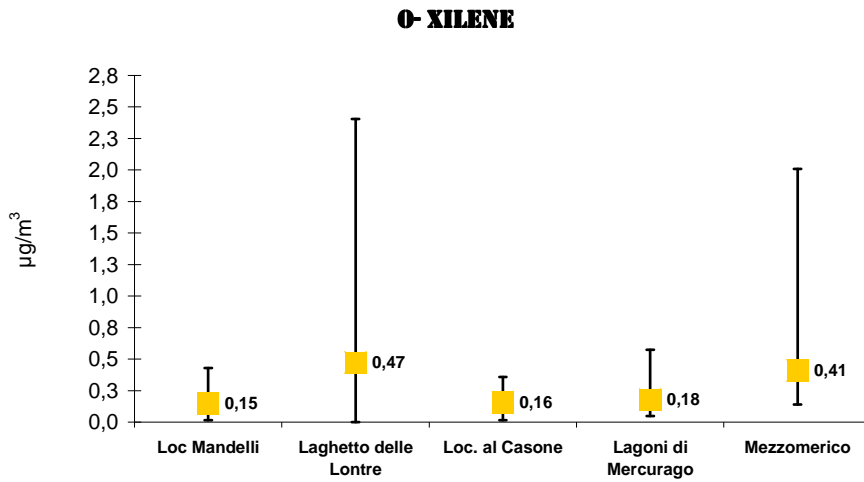


Figura 32: valori di o-xilene relativi all'intera campagna



Si riportano di seguito i grafici dell'andamento nell'anno dei valori dei BTEX, per ogni sito.

Figura 33: BTEX presso il sito Località Mandelli

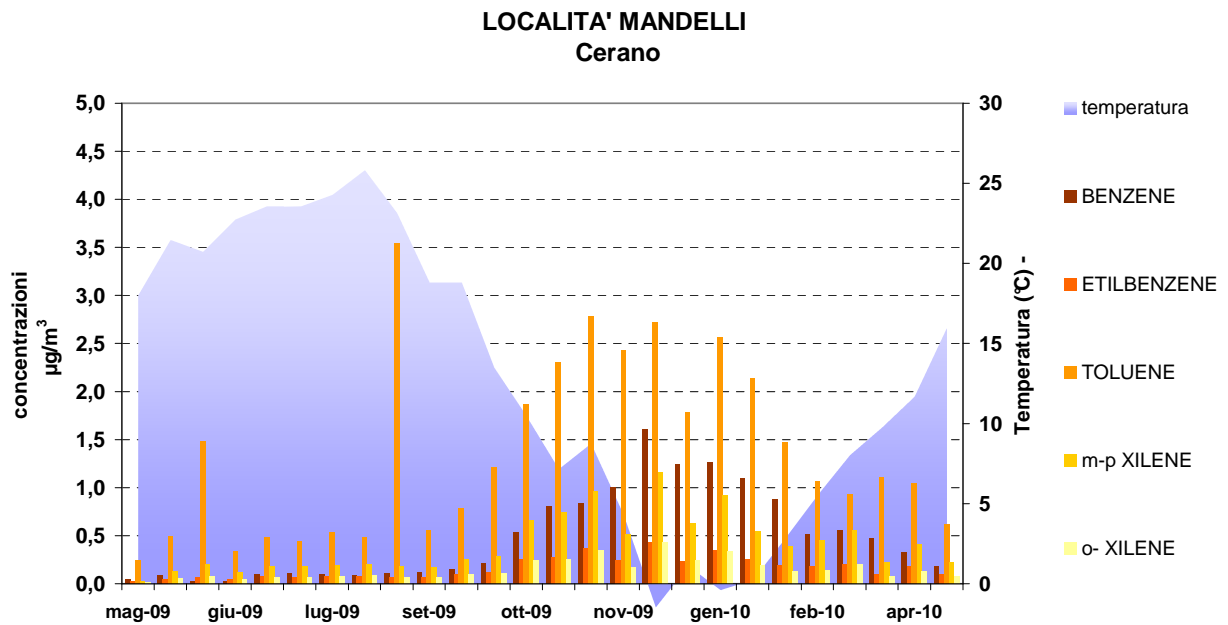


Figura 34: BTEX presso il sito Laghetto delle Lontre

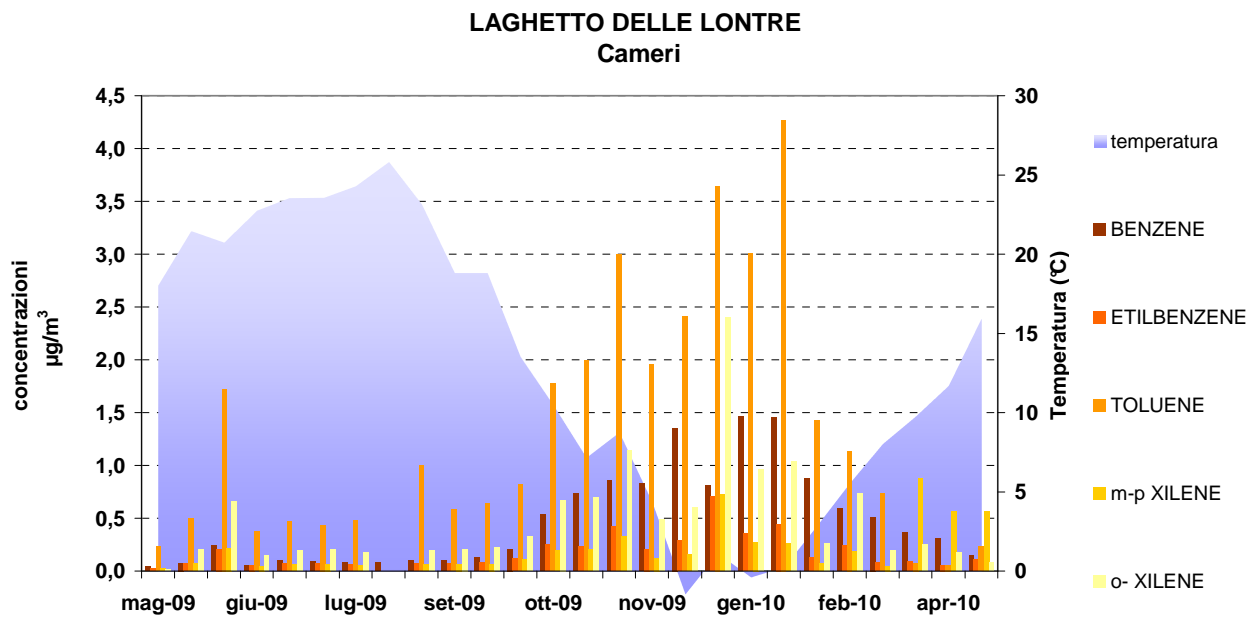


Figura 35: BTEX presso il sito Località al Casone

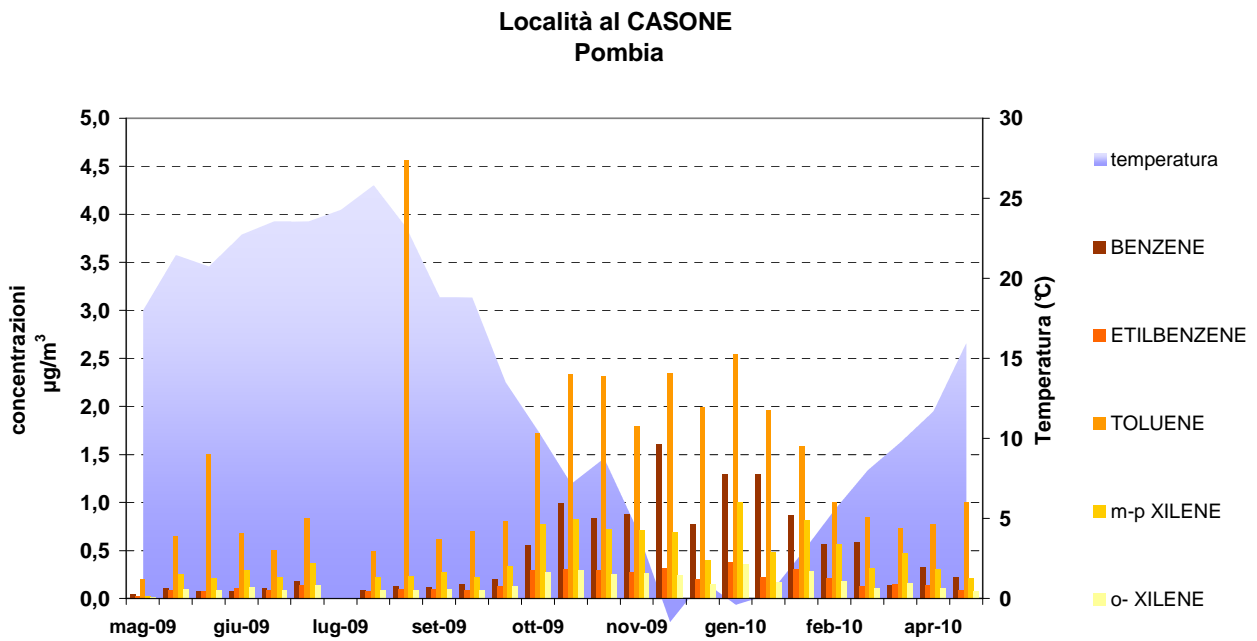
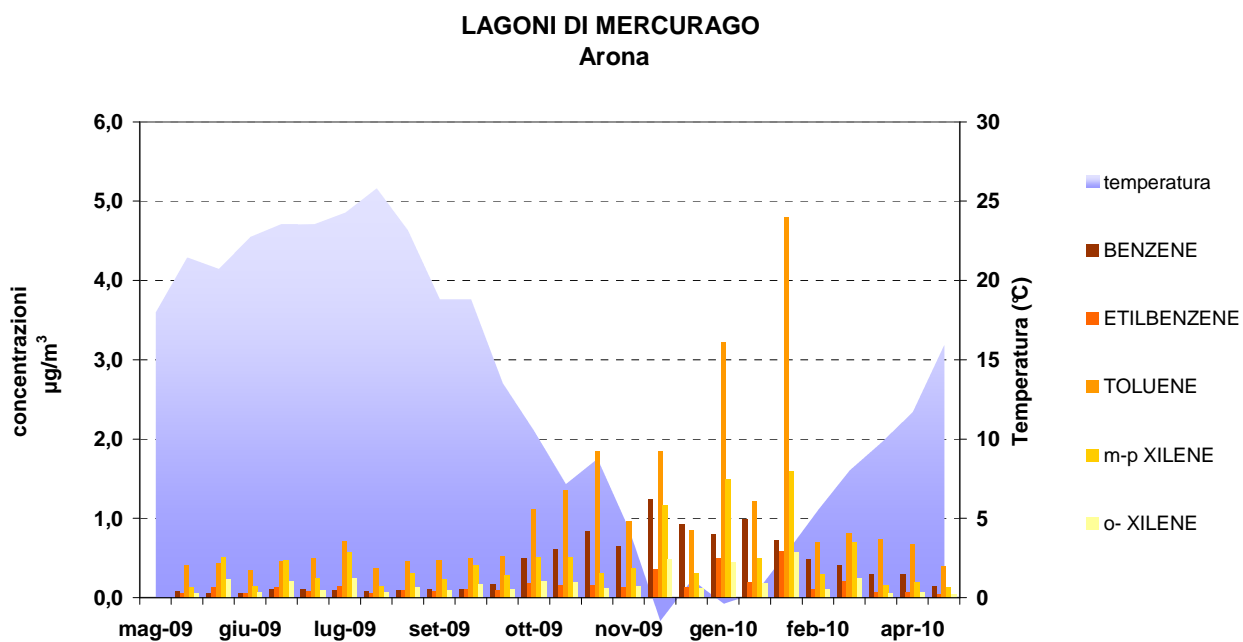


Figura 36: BTEX presso il sito Lagoni di Mercurago

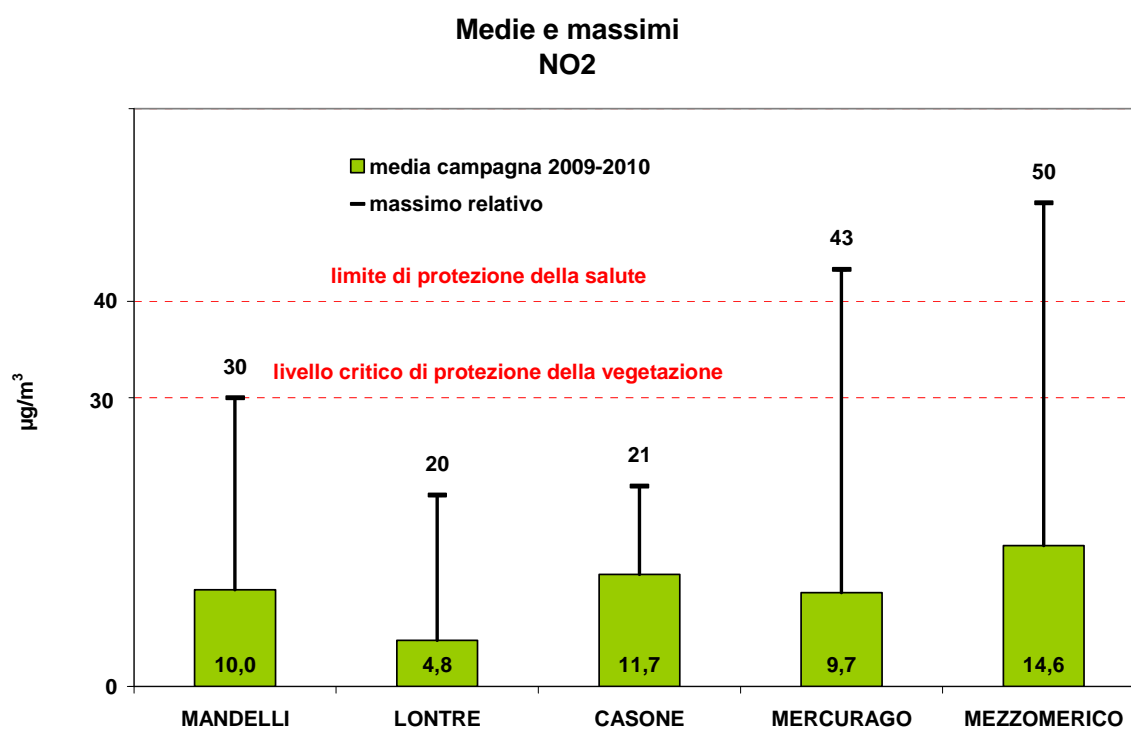


5.2 DATI BLOSSIDO DI AZOTO

Gli ossidi di azoto in generale (NO_x), vengono prodotti durante i processi di combustione a causa della reazione che, ad elevate temperature, si ha tra l'azoto e l'ossigeno contenuto nell'aria; le fonti principali di questi inquinanti sono le centrali termoelettriche, gli impianti di riscaldamento e, soprattutto, il traffico veicolare. L' NO_2 è un inquinante per lo più secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera dell' NO (monossido di azoto), relativamente poco tossico. Esso svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico, poiché costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'Ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso. Una volta formati, questi inquinanti possono depositarsi al suolo per via umida (tramite le precipitazioni) o secca, dando luogo al fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni alla vegetazione e agli edifici.

I valori delle concentrazioni di Biossido di Azoto (NO_2) ottenuti tramite campionatori passivi, esposti per 15 giorni, sono esprimibili come valor medio sull'intero periodo di esposizione. Pertanto ha senso solo il confronto con il limite annuale, espresso come media dei valori.

Figura 37: NO_2 -medie e massimi relativi al periodo di monitoraggio



Sebbene le concentrazioni ottenute con il campionario passivo risultino sottostimate rispetto ai valori relativi di un campionario attivo (metodo normato) per i motivi illustrati al paragrafo 2.5.2., si può concludere che i valori medi di concentrazione in aria del Biossido di Azoto (NO_2) sono risultati più bassi, sia del limite di protezione della salute ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$), sia del più restrittivo livello critico per la protezione della vegetazione ($30\mu\text{g}/\text{m}^3$), (All. XI del Dlgs155/2010). Solo due campionamenti, nel mese di gennaio 2010, hanno riscontrato valori medi degni di attenzione: in località Mandelli ($30\mu\text{g}/\text{m}^3$) e ai Lagoni di Mercurago ($43\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dal confronto tra gli andamenti dei campionamenti nei vari siti del Parco con quello di Mezzomerico, si nota una differente distribuzione sia nei valori che nel tempo. Il sito che maggiormente si correla è quello dei Lagoni di Mercurago. Tale evidenza si può interpretare con la presenza, seppur ridotta, di abitazioni a brevi distanze dai due siti. Infatti, i valori di concentrazione maggiori si rilevano in entrambi i casi nel periodo invernale, quando vi sono i riscaldamenti accesi e le condizioni meteo climatiche sono sfavorevoli alla dispersione (figura 41).

Figura 38: andamento delle concentrazioni medie del sito località Mandelli vs Mezzomerico:

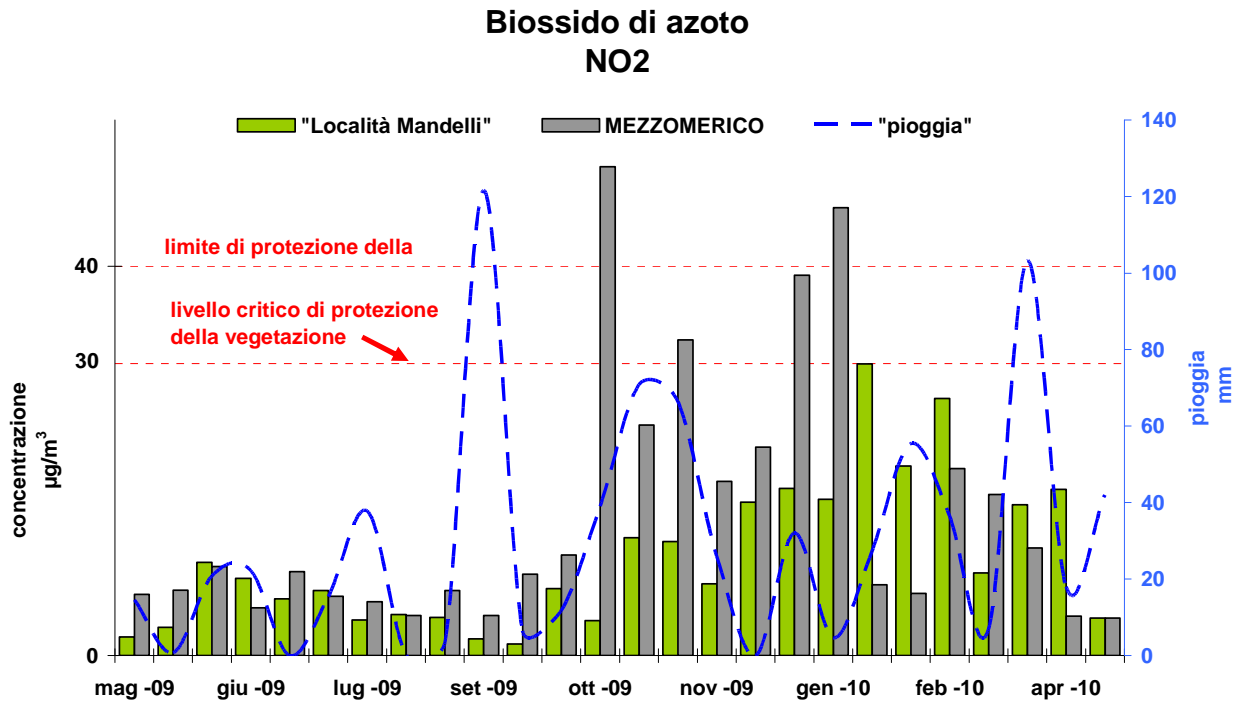


Figura 39: andamento delle concentrazioni medie del sito Laghetto delle Lontre vs Mezzomerico

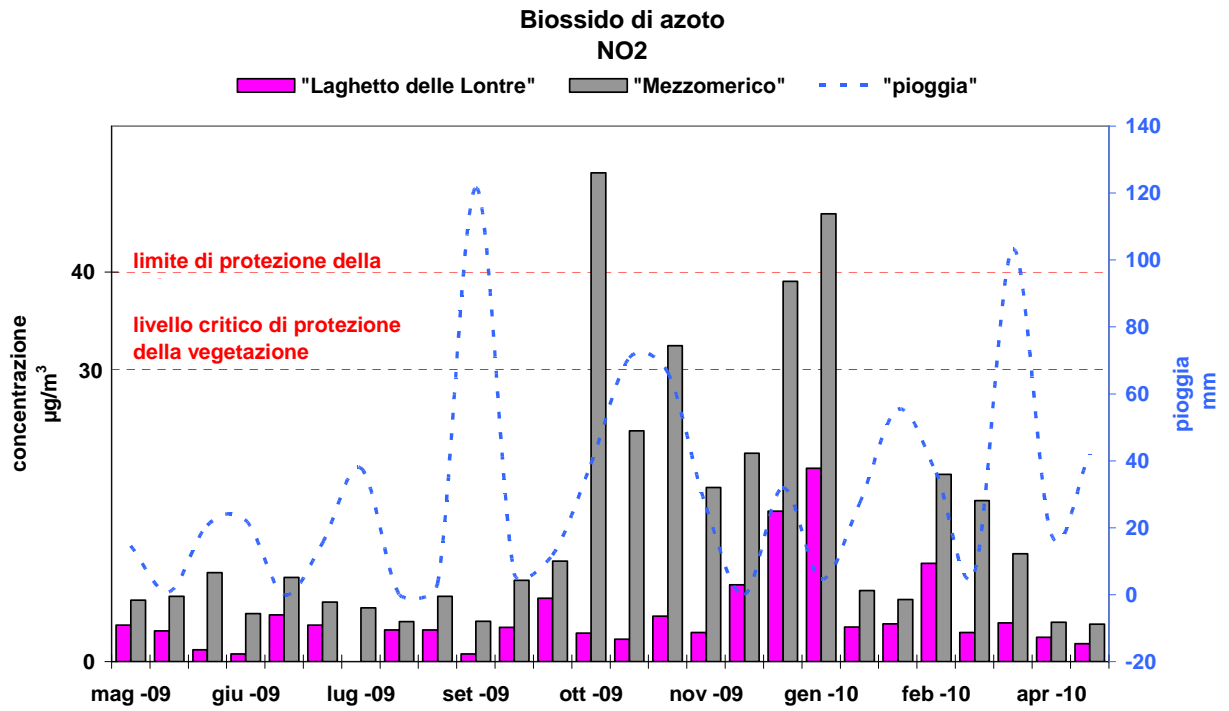


Figura 40: andamento delle concentrazioni medie del sito Località Casone vs Mezzomerico

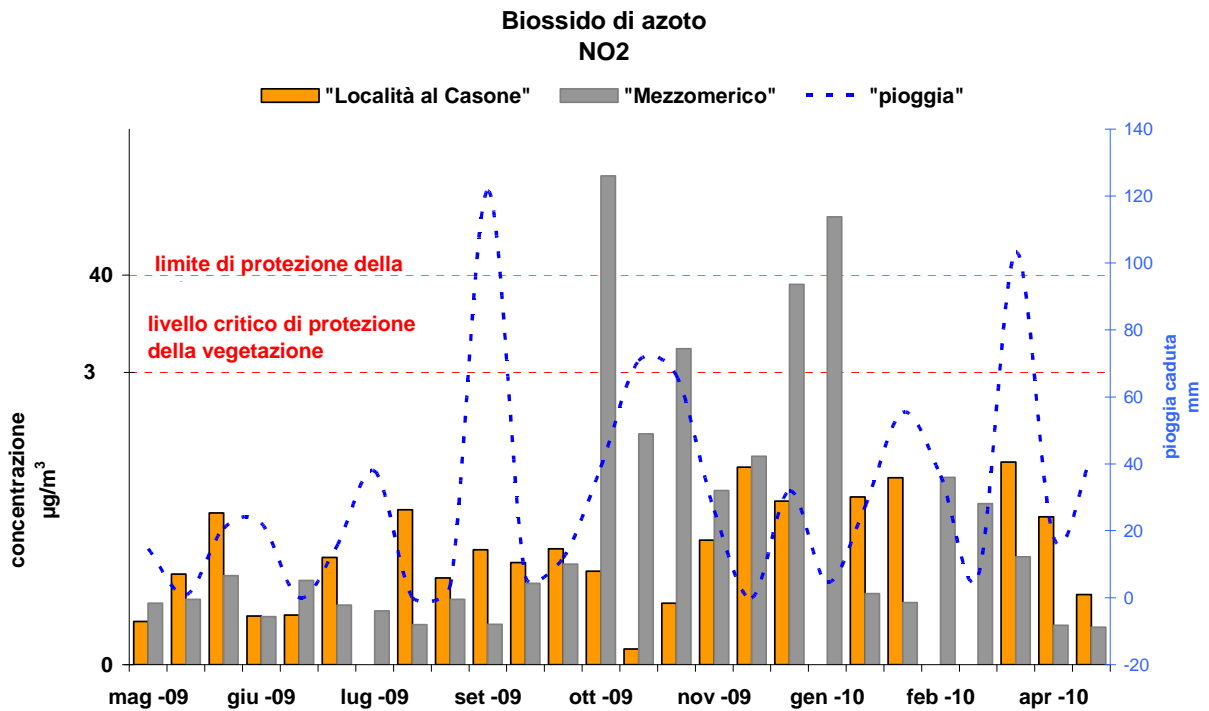
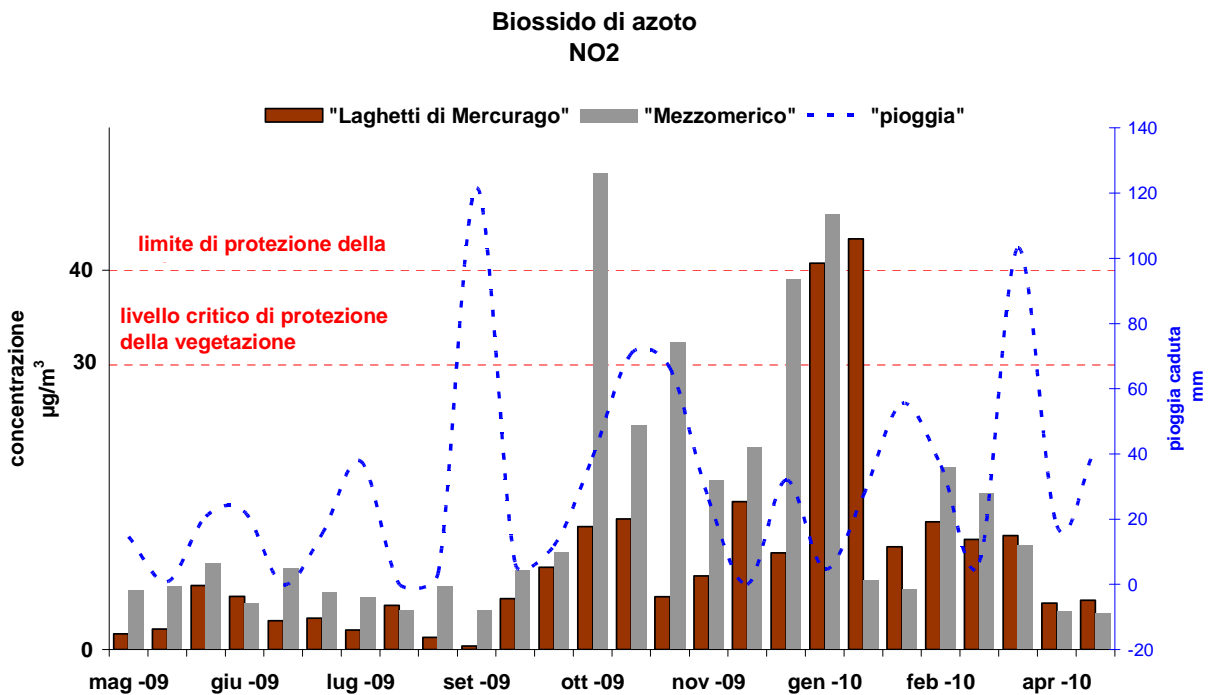


Figura 41: andamento delle concentrazioni medie del sito Lagoni di Mercurago vs Mezzomerico



5.3 DATI BIOSSIDO DI ZOLFO

In natura tale tipo di inquinamento è prodotto dalle eruzioni vulcaniche. A livello antropico, SO₂ e SO₃, derivano dalle reazioni di ossidazione per combustione di materiali in cui sia presente zolfo quale contaminante, ad esempio gasolio, nafta, carbone, legna, e inoltre, potenzialmente non trascurabile è l'apporto dell'industria chimica, e in particolare in impianti destinati alla produzione dell'acido solforico e in tutti quei processi produttivi nei quali viene utilizzato come tale o sotto forma di suo composto.

Durante le giornate di pioggia, col dilavamento atmosferico, la ricaduta dei derivati degli ossidi di zolfo è una delle componenti principali per la formazione delle "piogge acide", i cui effetti sulla vegetazione boschiva - defogliazione ed inaridimento di vaste zone - e sul patrimonio monumentale nelle grandi città sono noti.

A seguito della riduzione del tenore di zolfo nei combustibili e con la metanizzazione degli impianti di riscaldamento su larga scala i valori critici si sono notevolmente ridotti, tanto da renderlo uno degli inquinanti meno problematici per la salute dell'uomo, ma pur sempre da monitorare per il contributo dato all'acidificazione delle matrici ambientali.

La normativa vigente impone due livelli di concentrazione per la protezione della salute:

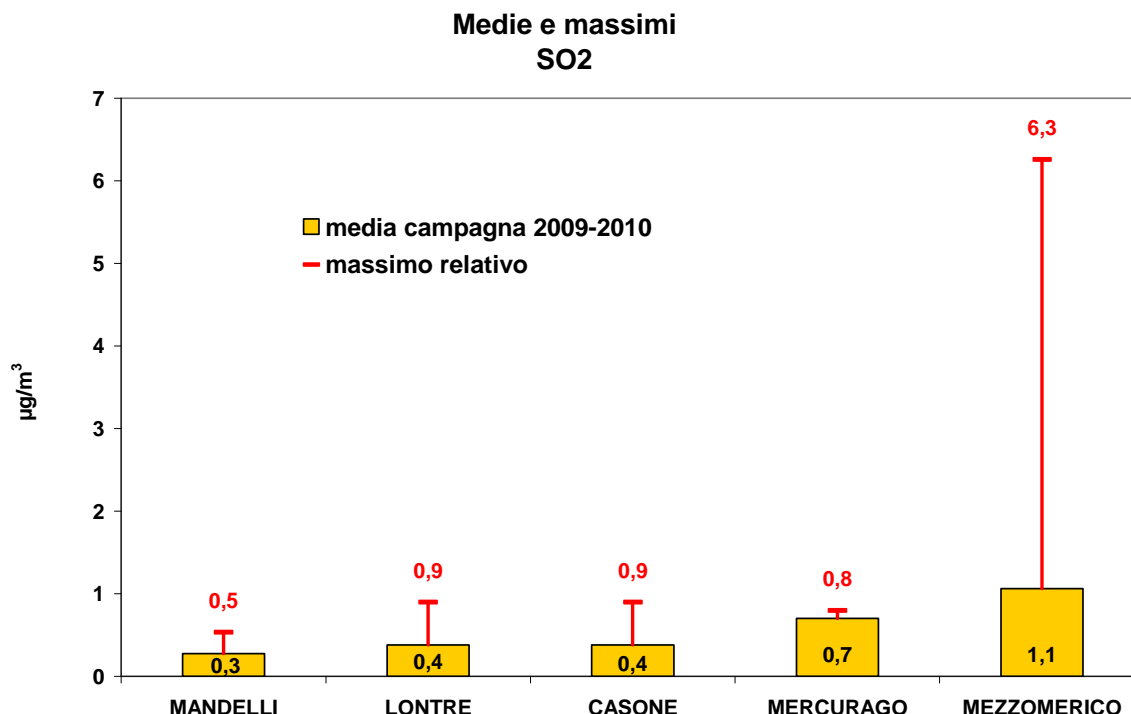
- 350µg/m³ su base oraria
- 125µg/m³ su base giornaliera

e due livelli critici per la protezione della vegetazione:

- 20µg/m³ su anno civile
- 20µg/m³ su periodo invernale (1° ottobre-31 marzo)

Dai valori di Biossido di Zolfo (SO₂), ottenuti tramite campionatori passivi esposti per 15 giorni, si può notare una concentrazione media poco significativa, di molto inferiore ai valori limite ed ai livelli critici. In (figura 42) vengono riportati i valori medi dell'intero periodo registrati per tutti i siti con i valori massimi relativi allo stesso periodo di esposizione.

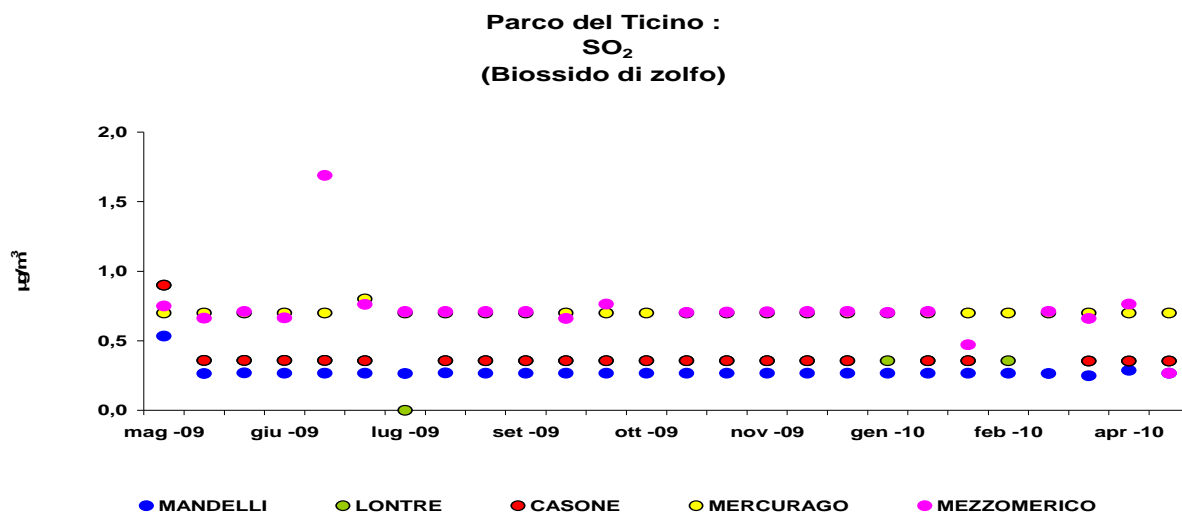
Figura 42: valori medi di concentrazione di Biossido di Zolfo



Considerato che la concentrazione media troposferica è di circa 0,2 µg/m³, i dati rilevati sono indice di una quasi totale assenza di questo inquinante (figura 42). Dall'osservazione del grafico dei singoli campionamenti effettuati (figura 43) si nota una distribuzione uniforme attorno a valori

molto bassi. Il valore massimo all'interno del Parco è stato di $0,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, riscontrato in località Casone.

Figura 43: valori medi di Biossido di Zolfo rilevati



5.4 DATI OZONO

L'Ozono è un gas presente per più del 90% nella stratosfera (la fascia dell'atmosfera che va dai 10 ai 50 km di altezza) dove costituisce un'indispensabile barriera protettiva nei confronti delle radiazioni UV generate dal sole. Nella troposfera, la parte bassa dell'atmosfera che si estende fino a 12.000 metri di quota, l'Ozono si forma a seguito di reazioni chimiche tra ossidi di azoto e composti organici volatili, favorite da intenso irraggiamento e temperature elevate. Proprio perché non direttamente emesso, l'Ozono costituisce un tipico inquinante secondario. I gas precursori dell'Ozono vengono prodotti principalmente da processi di combustione civile e industriale e da processi che utilizzano o generano sostanze chimiche volatili, come solventi e carburanti.

Le misure dell'Ozono sono state eseguite con cadenza quindicinale nel periodo primaverile/estivo, da aprile ad ottobre. Nella figura 44 sono esposti i valori di concentrazione in tutte le postazioni con l'indicazione dei valori massimi raggiunti. I valori medi sono compresi tra $49\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $72\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre i valori massimi sono tra $76,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $97\mu\text{g}/\text{m}^3$, raggiunti rispettivamente ai Lagoni di Marcurago e in Località Casone.

Figura 44: medie concentrazioni Ozono

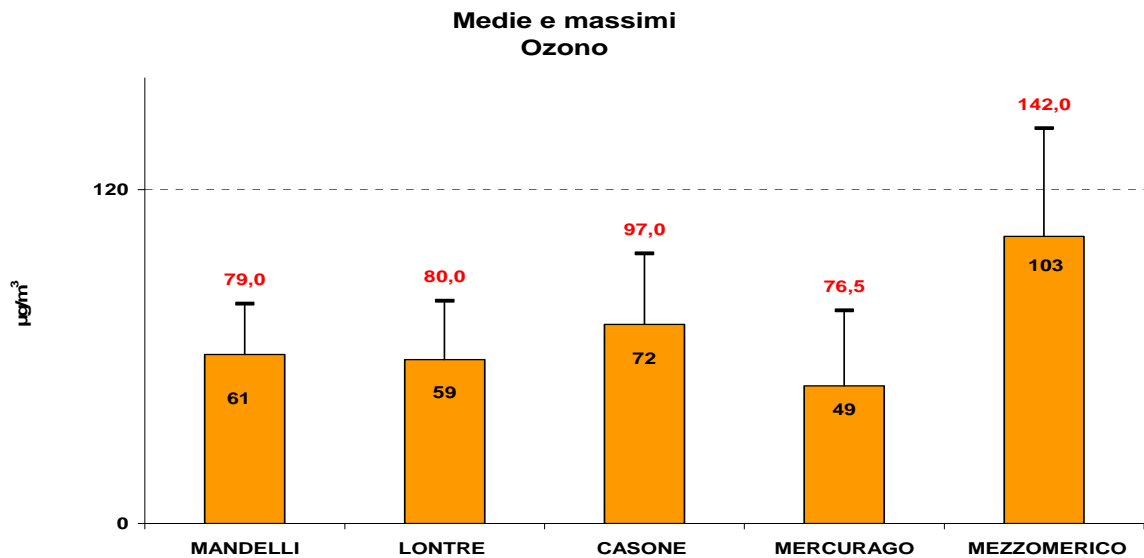
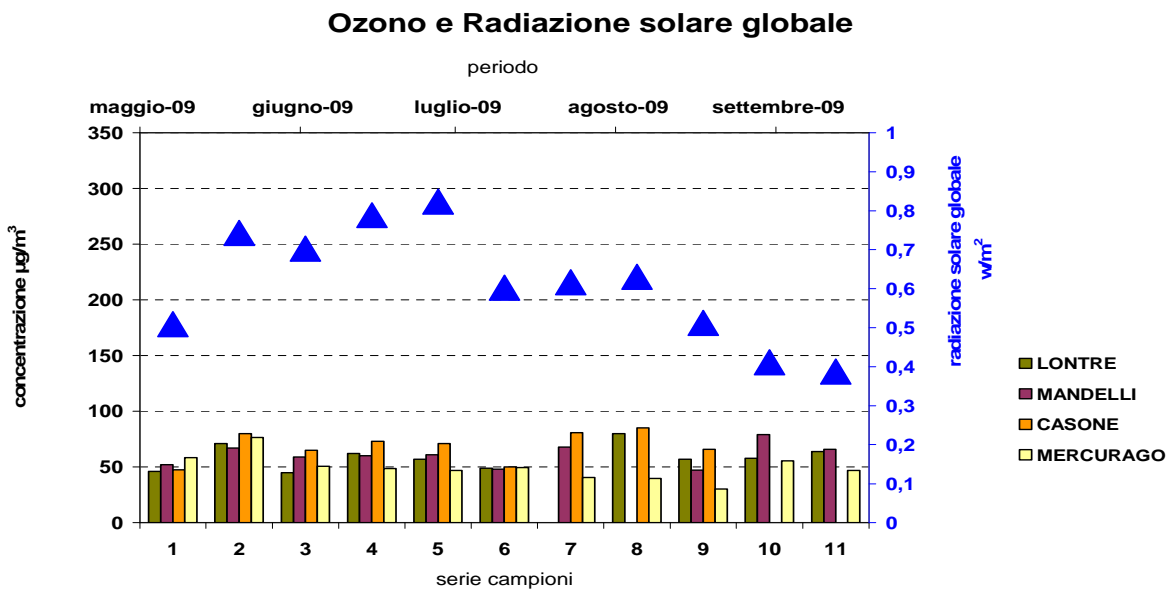


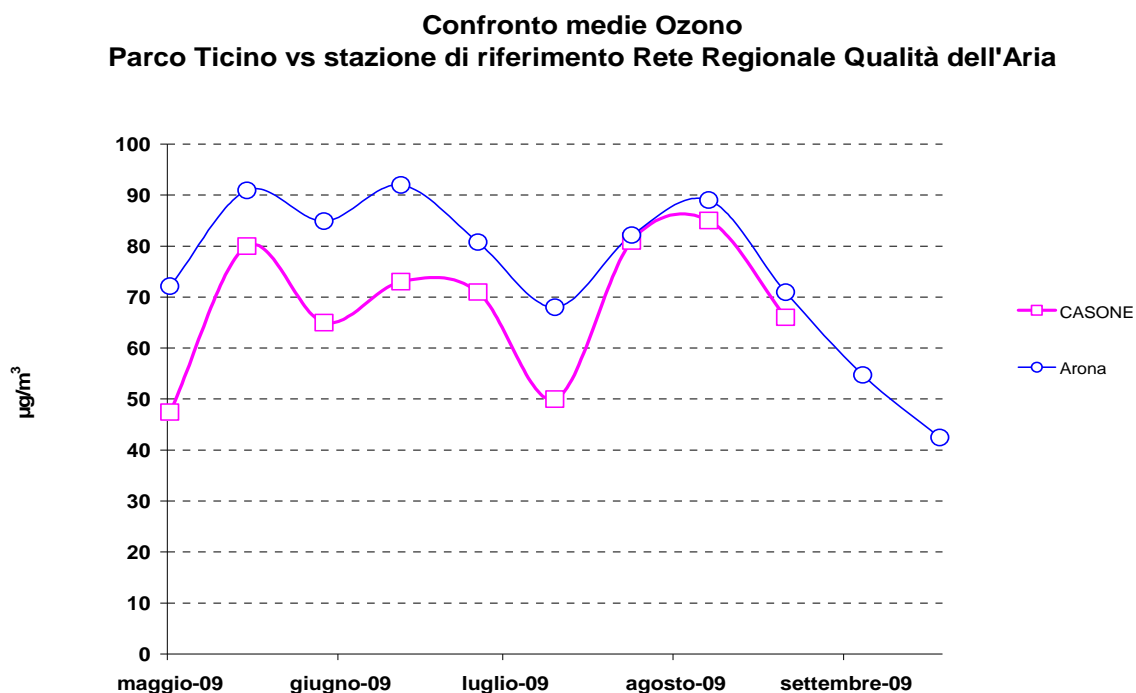
Figura 45: dati concentrazione Ozono nel Parco e la radiazione solare globale



Al fine di poter effettuare un confronto fra i valori ottenuti e i limiti vigenti, non essendo le percentuali di dati in numero sufficiente ai sensi del D.lgs. 155/2010, che prevede un obiettivo a lungo termine (tre – cinque anni), si è utilizzato un sito di riferimento adeguatamente correlato con i siti monitorati. Tra le stazioni della Rete Regionale di qualità dell'aria disponibili è stata individuata la centralina sita in Arona. Data la sua posizione, è apparso conveniente confrontarla con il sito Località Casone ($R=0.8$) che dista circa 15 km. (figura 46).

La scelta è stata supportata dal fatto che il valore medio di concentrazione, calcolato presso la stazione di monitoraggio (pari a $75\mu\text{g}/\text{m}^3$) è molto prossimo a quello riscontrato presso il Parco Ticino in Località Casone ($72\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 46: confronto con stazione fissa di riferimento sita ad Arona



Pertanto, data la natura secondaria dell'inquinante Ozono, la buona corrispondenza dei dati e la posizione geografica, risulta verosimilmente corretto riferirsi a quest'ultima per valutare il numero di superamenti e il rispetto dei limiti di protezione delle foreste e della vegetazione (AOT40) ai sensi del recente Decreto Legislativo 155/2010. (tabella 14)

Tabella 14: reportistica Rete di Rilevamento Regionale- stazione di Arona

OZONO - Anno 2009	
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	64
Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione	4
Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme	0
AOT40 stimato per la protezione della vegetazione	35381
AOT40 stimato per la protezione delle foreste	53771

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In questo capitolo sono messi a confronto i risultati ottenuti dalle due campagne effettuate nel Parco del Ticino Piemontese. (2002-2004; 2009-2010)

6.1 OZONO

L'Ozono complessivamente ha presentato valori medi inferiori rispetto alla precedente indagine (2002-2004), (Figura 47) ed in linea con i valori stimati per il territorio dal modello (*) a partire dai dati dell'anno 2009.

Inoltre, dal confronto con la stazione della Rete Regionale di Qualità dell'aria di Arona, risulta superato il valore di riferimento per la protezione della vegetazione e delle foreste (AOT40).

Figura 47: confronto valori medi Ozono monitoraggio 2002/2004 - 2009/2010

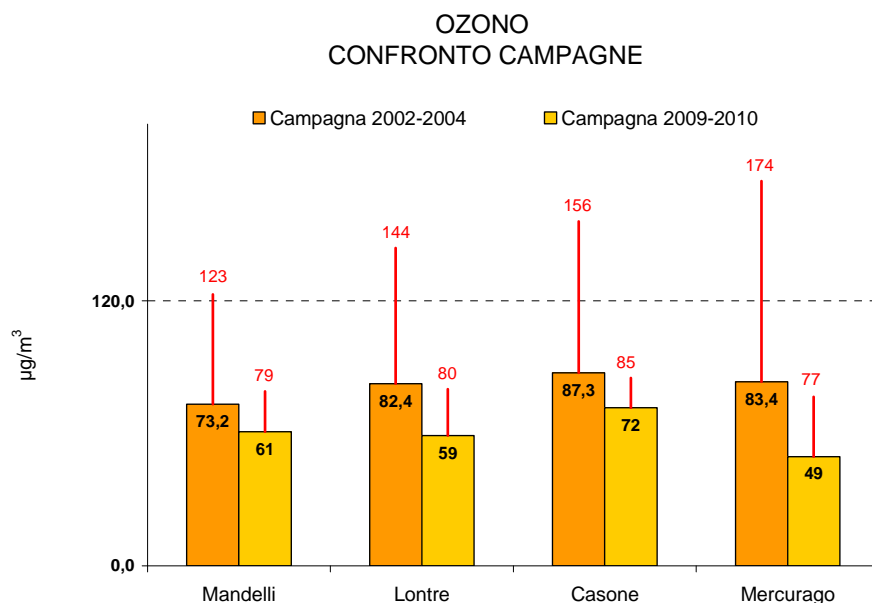
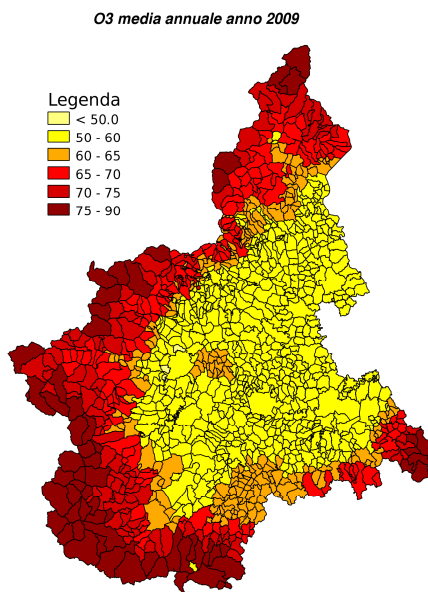


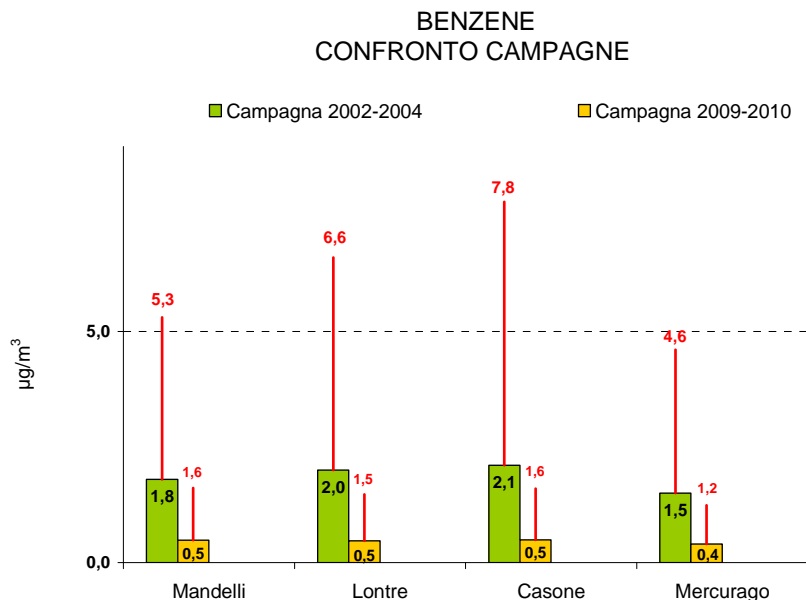
Figura 48: Mappa Ozono – Fonte Dipartimento Sistemi Previsionali - Qualità dell'aria ARPA Piemonte



6.2 BENZENE

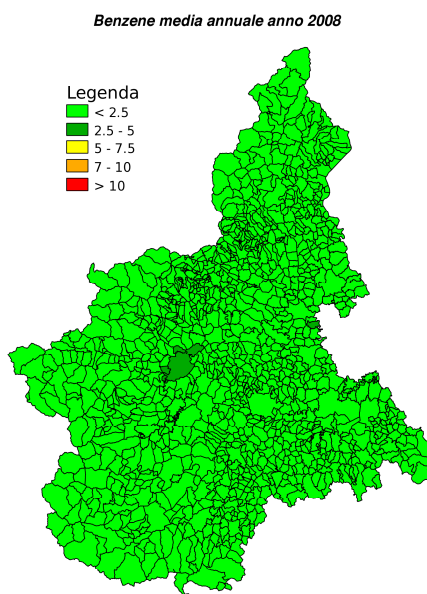
Il Benzene stimato presso il Parco Ticino, come valore medio annuale è risultato di molto inferiore al valore della precedente indagine (figura 49).

Figura 49: confronto medie Benzene monitoraggio 2002/2004 - 2009/2010



Questo dato positivo è in accordo con l'andamento medio verificatosi negli ultimi anni in quasi tutto il territorio piemontese, come si evince dalla mappa (figura 50)

Figura 50: mappa Benzene - Fonte Dipartimento Sistemi Previsionali - Qualità dell'aria ARPA Piemonte



6.3 BIOSSIDO DI AZOTO

La concentrazione media di Biossido di Azoto rilevato è in accordo con i valori medi stimati dal modello sulla base dei dati di qualità dell'aria della Rete Regionale (figura 51 e 52), ed inferiore rispetto al dato della campagna di monitoraggio 2002-2004 (figura 51).

Il dato, inoltre, appare verosimilmente congruo con il trend evidenziato in questi ultimi anni (figura 53).

Figura 51: confronto medie Biossido di azoto monitoraggio 2002/2004 - 2009/2010

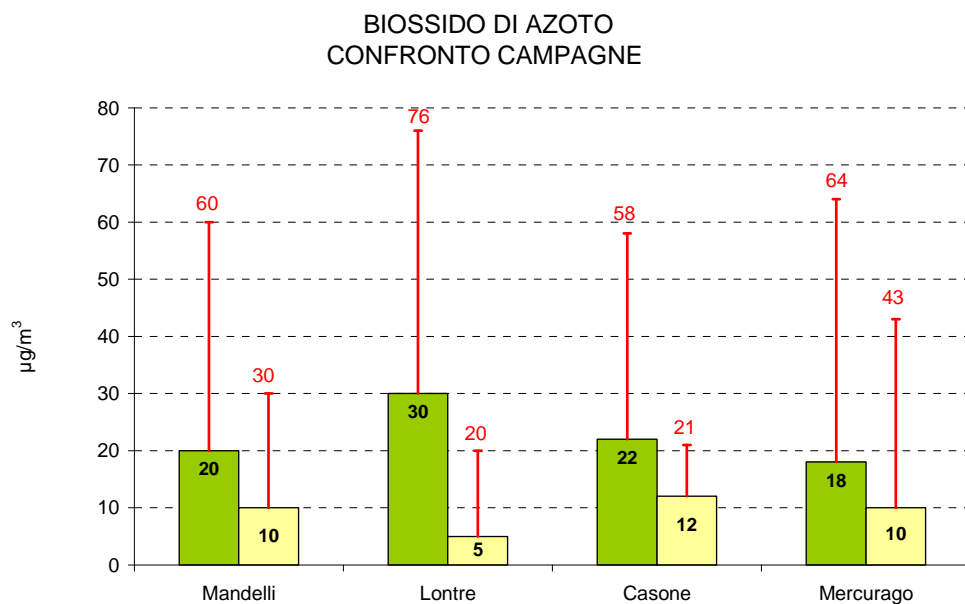


Figura 52: mappa NO₂ - Fonte Dipartimento Sistemi Previsionali - Qualità dell'aria ARPA Piemonte

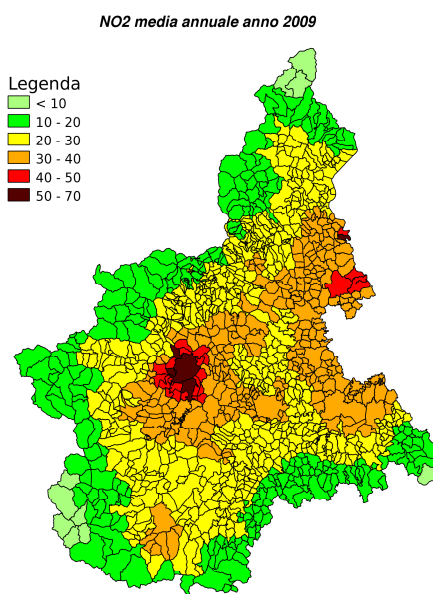
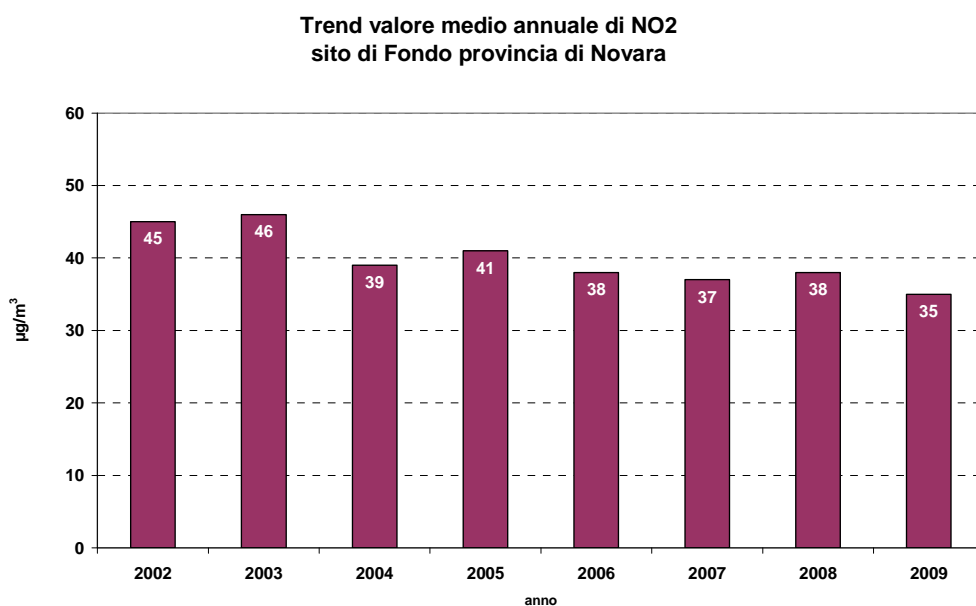


Figura 53: Trend valore medio NO2 stazione di Fondo provincia di Novara- fonte RSA online ARPA PIEMONTE



6.4 BIOSSIDO DI ZOLFO

Il Biossido di Zolfo è risultato sempre inferiore ai limiti di rilevabilità, e pertanto non si annovera tra gli inquinanti critici per la salvaguardia dell'ambiente naturale del Parco Ticino. I valori sono in accordo con quelli stimati dal modello per l'anno 2008 (figura 55)

Figura 54: confronto medie Biossido di Zolfo

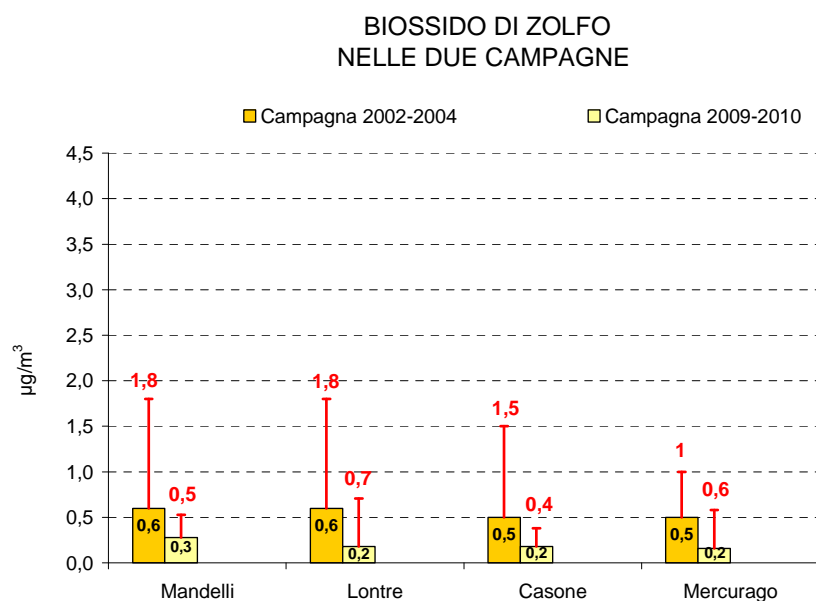
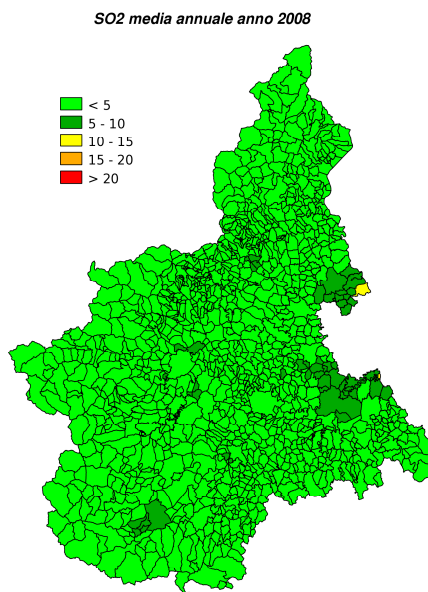


Figura55: Mappa SO2- Fonte Dipartimento Sistemi Previsionali - Qualità dell'aria ARPA Piemonte



(*) Le mappe sono state ottenute mediante l'utilizzo del sistema modellistico di valutazione e previsione della qualità dell'aria sviluppato ed utilizzato operativamente dal Dipartimento Tematico Sistemi Previsionali di ARPA Piemonte. Il sistema è deterministico, basato sull'applicazione dei modelli euleriani di trasporto, dispersione e trasformazione chimica di inquinanti in atmosfera (Chemical Transport Models) ed è in grado di produrre simulazioni ad elevata risoluzione di campi tridimensionali di concentrazione dei principali inquinanti atmosferici su tutto il territorio regionale. In particolare le mappe fanno riferimento alla versione diagnostica di lungo periodo del sistema modellistico, sviluppata per supportare Regione Piemonte nell'effettuazione della Valutazione Annuale della Qualità dell'Aria sul territorio regionale, in ottemperanza ai compiti istituzionali previsti dalla normativa nazionale e comunitaria.

Ringraziamenti

Si ringrazia il personale dell'Ente Parco del Ticino e dei Lagoni di Mercurago per la collaborazione prestata nelle esposizioni e recupero dei campionatori.

ALLEGATO I
Tabelle riassuntive

Per quanto riguarda i parametri di inquinamento nelle tabelle che seguono sono riportati i dati di sintesi dei parametri di inquinamento rilevati, con l'evidenziazione dei Valori Medi e Valori Massimi riscontrati.

Tabella 14: dati Località Mandelli

Periodo	SITO 1			Località Mandelli						
	Benzen e $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etilbenzen e $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Toluen e $\mu\text{g}/\text{m}^3$	m- pXilene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	o- Xilene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	pioggi a mm	Tempe ratura $^{\circ}\text{C}$
ANNO 2009										
4/5 -18/5	0,05	0,02	0,24	0,03	0,08	1,90	0,5	52	14,6	18
18/5 - 1/6	0,09	0,05	0,49	0,13	0,24	2,91	0,3	67	0,8	21
1/6 - 15/6	0,03	0,07	1,48	0,20	0,06	9,59	0,3	59	20,8	21
15/6 -29/6	0,03	0,04	0,33	0,12	0,10	7,92	0,3	60	22,2	23
29/6 - 13/7	0,10	0,07	0,49	0,19	0,09	5,81	0,3	61	0,0	24
13/7 - 27/7	0,11	0,07	0,44	0,19	0,09	6,70	0,3	48	15,4	24
27/7 - 10/8	0,10	0,07	0,54	0,20	0,08	3,68	0,3	68	37,8	24
10/8 - 24/8	0,09	0,07	0,48	0,20	0,10	4,21	0,3		0,0	26
24/8 - 7/9	0,11	0,07	3,55	0,18	0,10	3,91	0,3	47	3,4	23
7/9 - 21/9	0,12	0,07	0,56	0,18	0,13	1,71	0,3	79	121,6	19
21/9 - 5/10	0,15	0,10	0,78	0,26	0,21	1,19	0,3	66	6,4	19
5/10 - 19/10	0,21	0,12	1,21	0,29	0,54	6,89	0,3	-	11,8	14
19/10 - 2/11	0,53	0,26	1,86	0,66	0,73	3,59	0,3	-	39,0	10
2/11 - 16/11	0,81	0,28	2,30	0,75	0,86	12,10	0,3	-	70,8	7
16/11-30/11	0,83	0,37	2,78	0,96	0,83	11,70	0,3	-	66,4	9
30/11-14/12	1,01	0,24	2,43	0,51	1,36	7,38	0,3	-	26,0	4
14/12-28/12	1,61	0,44	2,72	1,16	0,81	15,76	0,3	-	0,0	-1
ANNO 2010										
28/12 - 11/1	1,24	0,23	1,79	0,63	1,47	17,16	0,3	46	32,0	1
11/01 - 25/1	1,27	0,35	2,57	0,92	1,46	16,06	0,3	71	4,6	0
25/1 - 8/2	1,10	0,26	2,14	0,55	0,88	29,97	0,3	45	27,2	0
8/2 - 22/2	0,88	0,19	1,48	0,39	0,59	19,49	0,3	62	55,4	3
22/2 - 8/3	0,52	0,18	1,06	0,45	0,51	26,41	0,3	57	36,4	6
8/3 - 22/3	0,56	0,21	0,94	0,55	0,37	8,48	0,3	49	6,8	8
22/3 - 6/4	0,48	0,10	1,11	0,22	0,31	15,49	0,2	80	103,2	10
6/4 - 19/4	0,32	0,19	1,05	0,41	0,15	17,06	0,3	57	18,0	12
19/4 - 3/5	0,18	0,10	0,62	0,22	-	3,84	0,3	58	42,0	16
media	0,48	0,16	1,36	0,41	0,49	10,03	0,3	64		
minimo	0,03	0,02	0,24	0,03	0,06	1,19	0,2	45		
massimo	1,61	0,44	3,55	1,16	1,47	29,97	0,5	80		

Tabella 15: dati laghetto delle Lontre

SITO 2 Laghetto delle Lontre										
Periodo	Benzene µg/m3	Etilbenzene µg/m3	Toluene µg/m3	m-pXilene µg/m3	o-Xilene µg/m3	NO2 µg/m3	SO2 µg/m3	O3 µg/m3	pioggia mm	Temperatura °C
ANNO 2009										
4/5 -18/5	0,04	0,02	0,23	0,03	0,02	3,8	0,9	46	14,6	18
18/5 - 1/6	0,08	0,07	0,50	0,08	0,20	3,1	0,4	71	0,8	21
1/6 - 15/6	0,24	0,21	1,72	0,22	0,66	1,2	0,4	45	20,8	21
15/6 -29/6	0,06	0,06	0,37	0,05	0,15	0,8	0,4	62	22,2	23
29/6 - 13/7	0,10	0,07	0,47	0,06	0,20	4,8	0,4	57	0,0	24
13/7 - 27/7	0,09	0,07	0,44	0,07	0,21	3,8	0,4	49	15,4	24
27/7 - 10/8	0,09	0,06	0,48	0,05	0,17	-	-	-	37,8	24
10/8 - 24/8	0,08	n.d	-	-	-	3,3	0,4	80	0,0	26
24/8 - 7/9	0,10	0,07	1,00	0,06	0,19	3,2	0,4	57	3,4	23
7/9 - 21/9	0,10	0,08	0,58	0,07	0,21	0,8	0,4	58	121,6	19
21/9 - 5/10	0,13	0,08	0,64	0,07	0,22	3,5	0,4	64	6,4	19
5/10 - 19/10	0,21	0,12	0,82	0,11	0,33	6,5	0,4	-	11,8	14
19/10 - 2/11	0,54	0,25	1,77	0,20	0,68	2,9	0,4	-	39,0	10
2/11 - 16/11	0,73	0,23	1,99	0,21	0,70	2,3	0,4	-	70,8	7
16/11 - 30/11	0,86	0,42	3,00	0,33	1,14	4,7	0,4	-	66,4	9
30/11 - 14/12	0,83	0,21	1,95	0,13	0,49	3,0	0,4	-	26,0	4
14/12 - 28/12	1,36	0,29	2,41	0,16	0,60	7,9	0,4	-	0,0	-1
ANNO 2010										
28/12 - 11/1	0,81	0,71	3,65	0,73	2,40	15,5	0,4	-	32,0	1
11/01 - 25/1	1,47	0,36	3,00	0,28	0,96	19,9	0,4	-	4,6	0
25/1 - 8/2	1,46	0,45	4,27	0,26	1,04	3,6	0,4	-	27,2	0
8/2 - 22/2	0,88	0,13	1,43	0,08	0,27	3,9	0,4	-	55,4	3
22/2 - 8/3	0,59	0,24	1,14	0,19	0,73	10,1	0,4	-	36,4	6
8/3 - 22/3	0,51	0,09	0,74	0,05	0,20	3,0	-	-	6,8	8
22/3 - 6/4	0,37	0,10	0,08	0,87	0,25	4,0	0,4	-	103,2	10
6/4 - 19/4	0,31	0,06	0,06	0,57	0,18	2,5	0,4	-	18,0	12
19/4 - 3/5	0,15	0,11	0,24	0,57	0,08	1,8	0,4	-	42,0	16
media	0,47	0,18	1,32	0,22	0,49	4,8	0,4	59		
minimo	0,04	0,02	0,06	0,03	0,02	0,8	0,3	45		
massimo	1,47	0,71	4,27	0,87	2,40	19,9	0,9	80		

Tabella 16: dati cascina Casone

SITO 3 Cascina Casone										
Periodo	Benzene µg/m3	Etilbenzene µg/m3	Toluene µg/m3	m-pXilene µg/m3	o-Xilene µg/m3	NO2 µg/m3	SO2 µg/m3	O3 µg/m3	pioggia mm	Temperatura °C
ANNO 2009										
4/5 - 18/5	0,05	0,02	0,20	0,03	0,02	4,5	0,9	47	14,6	18
18/5 - 1/6	0,11	0,09	0,65	0,25	0,10	9,3	0,4	80	0,8	21
1/6 - 15/6	0,08	0,07	1,51	0,22	0,09	15,6	0,4	65	20,8	21
15/6 - 29/6	0,08	0,11	0,68	0,30	0,12	5,0	0,4	73	22,2	23
29/6 - 13/7	0,11	0,09	0,50	0,23	0,09	5,1	0,4	71	0,0	24
13/7 - 27/7	0,18	0,14	0,84	0,37	0,14	11,0	0,4	50	15,4	24
27/7 - 10/8	-	-	-	-	-	-	-	81	37,8	24
10/8 - 24/8	0,09	0,08	0,49	0,23	0,09	15,9	0,4	85	0,0	26
24/8 - 7/9	0,13	0,10	4,56	0,24	0,08	8,9	0,4	66	3,4	23
7/9 - 21/9	0,11	0,10	0,62	0,27	0,09	11,8	0,4	97	121,6	19
21/9 - 5/10	0,15	0,09	0,70	0,23	0,09	10,5	0,4	-	6,4	19
5/10 - 19/10	0,20	0,13	0,81	0,34	0,13	11,9	0,4	-	11,8	14
19/10 - 2/11	0,55	0,30	1,73	0,78	0,28	9,6	0,4	-	39,0	10
2/11 - 16/11	0,99	0,31	2,34	0,83	0,29	1,6	0,4	-	70,8	7
16/11 - 30/11	0,84	0,30	2,31	0,73	0,26	6,3	0,4	-	66,4	9
30/11 - 14/12	0,88	0,28	1,80	0,72	0,26	12,8	0,4	-	26,0	4
14/12 - 28/12	1,60	0,32	2,35	0,69	0,25	20,3	0,4	-	0,0	-1
ANNO 2010										
28/12 - 11/1	0,77	0,21	1,99	0,40	0,15	16,8	0,4	-	32,0	1
11/01 - 25/1	1,30	0,38	2,55	1,00	0,36			-	4,6	0
25/1 - 8/2	1,30	0,22	1,96	0,48	0,17	17,2	0,4	-	27,2	0
8/2 - 22/2	0,87	0,31	1,59	0,82	0,28	19,2	0,4	-	55,4	3
22/2 - 8/3	0,57	0,22	1,00	0,57	0,18	-	-	-	36,4	6
8/3 - 22/3	0,59	0,13	0,84	0,32	0,11	-	-	-	6,8	8
22/3 - 6/4	0,14	0,15	0,74	0,47	0,16	20,8	0,4	-	103,2	10
6/4 - 19/4	0,33	0,14	0,77	0,31	0,11	15,2	0,4	-	18,0	12
19/4 - 3/5	0,23	0,08	1,00	0,22	0,08	7,2	0,4	-	42,0	16
media	0,49	0,18	1,38	0,44	0,16	11,7	0,4	72		
minimo	0,05	0,02	0,20	0,03	0,02	1,6	0,4	47		
massimo	1,60	0,38	4,56	1,00	0,36	20,8	0,9	97		

Tabella 17: dati Lagoni di Mercurago

SITO 4 Lagoni di Mercurago										
Periodo	Benzene µg/m3	Etilbenzene µg/m3	Toluene µg/m3	m-pXilene µg/m3	o-Xilene µg/m3	NO2 µg/m3	SO2 µg/m3	O3 µg/m3	pioggia mm	Temperatura °C
ANNO 2009										
4/5 -18/5	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	1,6	0,7	58	14,6	18
18/5 - 1/6	0,08	0,06	0,40	0,13	0,05	2,2	0,7	77	0,8	21
1/6 - 15/6	0,06	0,13	0,43	0,51	0,24	6,7	0,7	51	20,8	21
15/6 -29/6	0,06	0,05	0,34	0,15	0,06	5,6	0,7	49	22,2	23
29/6 - 13/7	0,11	0,13	0,46	0,47	0,21	3,0	0,7	47	0,0	24
13/7 - 27/7	0,10	0,08	0,50	0,25	0,10	3,3	0,8	50	15,4	24
27/7 - 10/8	0,09	0,15	0,71	0,58	0,25	2,1	0,7	41	37,8	24
10/8 - 24/8	0,08	0,06	0,37	0,14	0,06	4,7	0,7	40	0,0	26
24/8 - 7/9	0,09	0,10	0,45	0,31	0,13	1,3	0,7	30	3,4	23
7/9 - 21/9	0,10	0,08	0,47	0,23	0,09	0,4	0,7	56	121,6	19
21/9 - 5/10	0,11	0,11	0,50	0,40	0,17	5,4	0,7	47	6,4	19
5/10 - 19/10	0,16	0,09	0,52	0,28	0,11	8,7	0,7	-	11,8	14
19/10 - 2/11	0,49	0,18	1,12	0,51	0,21	13,0	0,7	-	39,0	10
2/11 - 16/11	0,61	0,16	1,36	0,51	0,19	13,8	0,7	-	70,8	7
16/11 - 30/11	0,84	0,15	1,85	0,30	0,12	5,6	0,7	-	66,4	9
30/11 - 14/12	0,65	0,13	0,97	0,37	0,14	7,8	0,7	-	26,0	4
14/12 - 28/12	1,24	0,36	1,85	1,16	0,48	15,6	0,7	-	0,0	-1
ANNO 2010										
28/12 - 11/1	0,92	0,13	0,85	0,31	0,12	10,2	0,7	-	32,0	1
11/01 - 25/1	0,79	0,50	3,22	1,49	0,44	40,7	0,7	-	4,6	0
25/1 - 8/2	0,99	0,19	1,22	0,50	0,18	43,3	0,7	-	27,2	0
8/2 - 22/2	0,72	0,58	4,80	1,60	0,57	10,8	0,7	-	55,4	3
22/2 - 8/3	0,49	0,10	0,70	0,30	0,10	13,5	0,7	-	36,4	6
8/3 - 22/3	0,41	0,20	0,82	0,70	0,25	11,6	0,7	-	6,8	8
22/3 - 6/4	0,30	0,06	0,74	0,15	0,06	12,0	0,7	-	103,2	10
6/4 - 19/4	0,29	0,07	0,67	0,20	0,07	4,9	0,7	-	18,0	12
19/4 - 3/5	0,14	0,05	0,40	0,13	0,05	5,2	0,7	-	42,0	16
28/12 - 11/1	0,92	0,13	0,85	0,31	0,12	10,2	0,7	-	32,0	1
media	0,40	0,16	1,03	0,47	0,18	9,7	0,7	49,4		
minimo	0,06	0,05	0,34	0,13	0,05	0,4	0,7	30,2		
massimo	1,24	0,58	4,80	1,60	0,57	43,3	0,8	76,5		

Tabella 18: Dati Mezzomerico

SITO 5 Mezzomerico										
Periodo	Benzene µg/m3	Etilbenzene µg/m3	Toluene µg/m3	m-pXilene µg/m3	o-Xilene µg/m3	NO2 µg/m3	SO2 µg/m3	O3 µg/m3	pioggia mm	Temperatura °C
ANNO 2009										
4/5 -18/5	0,27	0,16	1,14	0,37	0,17	6,3	0,8	71	14,6	18
18/5 - 1/6	0,20	0,15	1,05	0,31	0,15	6,7	0,7	103	0,8	21
1/6 - 15/6	0,19	0,16	1,04	0,46	-	9,1	0,7	93	20,8	21
15/6 -29/6	0,21	0,18	1,09	0,47	0,18	4,9	0,7	89	22,2	23
29/6 - 13/7	0,28	0,20	1,14	0,51	0,21	8,6	1,7	90	0,0	24
13/7 - 27/7	0,28	0,17	0,97	0,47	0,18	6,1	0,8	87	15,4	24
27/7 - 10/8	0,32	0,21	1,13	0,52	0,22	5,5	0,7	122	37,8	24
10/8 - 24/8	0,26	0,16	1,02	0,38	0,14	4,1	0,7	132	0,0	26
24/8 - 7/9	0,32	0,22	1,31	0,54	0,23	6,7	0,7	80	3,4	23
7/9 - 21/9	0,36	0,18	1,16	0,44	0,19	4,1	0,7	142	121,6	19
21/9 - 5/10	0,43	0,23	1,46	0,57	0,24	8,4	0,7	125	6,4	19
5/10 - 19/10	0,78	0,25	1,70	0,66	0,24	10,3	0,8	-	11,8	14
19/10 - 2/11	1,97	0,73	4,01	2,12	0,67	50,2	4,1	-	39,0	10
2/11 - 16/11	-	-	-	-	-	23,7	0,7	-	70,8	7
16/11 - 30/11	3,31	1,69	14,52	4,49	1,52	32,4	0,7	-	66,4	9
30/11 - 14/12	2,96	0,20	2,74	0,36	0,14	17,9	0,7	-	26,0	4
14/12 - 28/12	4,58	0,59	4,56	1,42	0,55	21,4	0,7	-	0,0	-1
ANNO 2010										
28/12 - 11/1	3,89	0,44	3,21	1,09	0,41	39,0	0,7	-	32,0	1
11/01 - 25/1	3,71	1,11	8,51	2,69	0,92	46,0	0,7	-	4,6	0
25/1 - 8/2	3,75	0,46	3,67	1,08	0,39	7,3	0,7	-	27,2	0
8/2 - 22/2	2,50	0,26	2,79	0,42	0,16	6,4	0,5	-	55,4	3
22/2 - 8/3	2,14	0,27	2,02	0,60	0,22	19,2	6,3	-	36,4	6
8/3 - 22/3	2,11	0,42	2,68	1,15	0,40	16,5	0,7	-	6,8	8
22/3 - 6/4	1,00	0,25	1,76	0,61	0,22	11,1	0,7	-	103,2	10
6/4 - 19/4	0,98	0,31	1,55	0,91	0,34	4,1	0,8	-	18,0	12
19/4 - 3/5	0,50	0,24	1,27	0,55	0,18	3,8	0,3	-	42,0	16
28/12 - 11/1	3,89	0,44	3,21	1,09	0,41	39,0	0,7	-	32,0	1
media	1,49	0,37	2,70	0,93	0,34	14,6	1,1	103		
minimo	0,19	0,15	0,97	0,31	0,14	3,8	0,3	71		
massimo	4,58	1,69	14,52	4,49	1,52	50,2	6,3	142		

ALLEGATO II
Riferimenti normativi

Tabella 19: DLgs 155/2010

PARAMETRO	DEFINIZIONE	TIPO	LIMITE		PERIODO DI MEDIAZIONE DATI
NO ₂	protezione della salute umana	Valore limite	200 µg/m ³	da non superare più di 18 volte l'anno	Media oraria
		Valore limite	40 µg/m ³		Media anno
NO _x	protezione della vegetazione	Livello critico annuale	30 µg/m ³		
SO ₂	protezione della salute umana	Valore limite	350 µg/m ³	da non superare più di 24 volte per anno civile	Media oraria
		Valore limite	125 µg/m ³	da non superare più di 3 volte per anno civile	Media giornaliera
	protezione della vegetazione	Livello critico annuale	20 µg/m ³		Media anno
		Livello critico invernale	20 µg/m ³		Media (1ott -31 mar)
Benzene	protezione della salute umana	Valore limite	5.0 µg/m ³		Media anno
Ozono	protezione della salute umana	Valore obiettivo	120 µg/m ³	da non superare più di 25 volte per anno civile	Media su tre anni
	protezione della vegetazione	Valore obiettivo AOT40 ⁽¹⁾	18000 µg/m ³ · h		Da Maggio a Luglio Media 5 o 3 anni
	protezione della salute umana	Valore obiettivo a lungo termine	120 µg/m ³		Media ,massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile
	protezione della vegetazione	Valore obiettivo a lungo termine AOT40 ⁽¹⁾	6000 µg/m ³ · h		Da Maggio a Luglio Media 5 o 3 anni

(1)Per AOT40 (espresso in µg/m³ h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale.