

Rif. AMB-11/0724  
documento di 60 pagine  
e di 5 allegati

**INDAGINE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA  
AGENTI CHIMICI**

**Progetto “Franciacorta Sostenibile”**

**Insedimenti: Comuni di Rodengo Saiano, Castegnato, Cologno,  
Coccaglio, Paratico, Iseo**

Committente: Fondazione Cogeme Onlus  
Via XXV Aprile, 18  
Rovato (BS)

Castelmella (BS) 29/04/2011

<b>Redatta</b> Dott. Luigi Carbut	<b>Verificata</b> D.ssa chim. Livia Lelli	<b>Approvata</b> Dott. chim. Umberto Vergine
--------------------------------------	--	---





## INDICE

1.	PREMESSA	pag. 5
	1.1 Obiettivi dell'indagine	
	1.2 Descrizione dei punti e dei luoghi di rilevazione	
2.	AGENTI CHIMICI RICERCATI E MODALITÀ DI ESPRESSIONE DEI RISULTATI	pag. 11
3.	STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO	pag. 13
4.	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI	pag. 16
5.	VERIFICHE DI FUNZIONALITÀ DEGLI STRUMENTI E CRITERI DI VALIDAZIONE DEI DATI	pag. 19
	5.1 Verifiche di funzionalità	
	5.2 Criteri di validazione	
6.	RISULTATI DELLE MISURAZIONI, OSSERVAZIONI E CONFRONTI	pag. 23
	6.1 Particolato Fine (PM10)	
	6.2 Particolato Respirabile (PM2.5)	
	6.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	
	6.4 Ozono (O <sub>3</sub> )	
	6.5 Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	
	6.6 Benzene	
7.	INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA (IQA)	pag. 52
	7.1 L'indice di qualità dell'aria dell'Emilia Romagna	
	7.2 Applicazione dell'indice IQA alle campagne della Franciacorta	



## **ALLEGATI**

- Allegato 1:** *Ortofotografie*
- Allegato 2:** *Laboratori mobili e strumentazione utilizzata*
- Allegato 3:** *Verifica di linearità degli strumenti utilizzati*
- Allegato 4:** *Verifiche metrologiche degli strumenti sul campo*
- Allegato 5:** *Certificati di taratura primari e certificati di analisi delle bombole di gas campione utilizzate*



## **1. PREMESSA**

### **1.1 – Obiettivi dell'indagine**

L'indagine è stata commissionata dalla Fondazione Cogeme Onlus e si inserisce all'interno del progetto "FRANCIACORTA SOSTENIBILE", avviato nel 2010 dalla Fondazione con la collaborazione di alcuni comuni della Franciacorta, per il monitoraggio di diversi "indicatori ambientali", tra i quali la qualità dell'aria atmosferica. A tal fine è stato deciso di monitorare sul territorio di sei comuni della Franciacorta, che variano di anno in anno, alcuni inquinanti importanti per determinare le attuali condizioni ambientali della regione Franciacorta e come esse evolvano nel tempo.

In ciascuno dei sei comuni considerati, i monitoraggi sono stati effettuati al momento nella stagione fredda; essi verranno ripetuti nel periodo estivo per valutare le differenze caratteristiche tra i due periodi e dare un quadro più completo della qualità dell'aria nella regione della Franciacorta.

I risultati ottenuti nella presente campagna sono stati confrontati (si veda il capitolo 6) con i dati rilevati, nello stesso periodo, dalle stazioni della rete di monitoraggio dell'ARPA Lombardia, resi disponibili sul sito [http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/doc\\_RichiestaDati.asp](http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/doc_RichiestaDati.asp). Sono stati inoltre utilizzati per il calcolo dell'Indice di Qualità dell'Aria (IQA; si veda il capitolo 7), definito come "una grandezza adimensionale rappresentativa dello stato complessivo dell'inquinamento atmosferico".

Quando possibile, per alcuni parametri monitorati si è proceduto anche ad un confronto qualitativo con i valori di concentrazione rilevati nelle campagne di monitoraggio effettuate nella stagione fredda dell'anno scorso, tra Febbraio e Marzo 2010 (Ns. Rif. AMB-10/1062), anche se i comuni in cui sono stati effettuati i rilevamenti sono cambiati.

Per lo studio in oggetto, la Fondazione Cogeme Onlus ha distinto i 6 comuni della Franciacorta in 3 tipologie di sito di monitoraggio, ciascuna riproposta in due comuni differenti: sono così state effettuate due campagne di monitoraggio della qualità dell'aria in prossimità di arterie stradali di rilievo dal punto di vista del traffico veicolare (presso i comuni di Rodengo Saiano e Paratico), due campagne in corrispondenza di centri abitati



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 6 di 60

(presso i comuni di Cologne ed Iseo) e due campagne in aree di contesto di tipo suburbano (presso i comuni di Castegnato e Coccaglio).

Le campagne di monitoraggio effettuate nei sei comuni scelti sono state della durata di 12 giorni l'una, come concordato con i responsabili della Fondazione Cogeme. Si è inoltre scelto di effettuare le campagne in contemporanea a tre a tre, in modo che in ogni periodo di monitoraggio vi fosse un punto per ogni tipologia di sito, al fine di poter valutare meglio eventuali differenze tra le tipologie stesse.

A tal riguardo va però detto che, a causa di problemi nella fornitura di corrente elettrica alla strumentazione, la campagna effettuata nel comune di Coccaglio ha subito delle interruzioni nel campionamento degli inquinanti, alle quali si è supplito prolungando il periodo di misurazione, ottenendo circa 11 giorni effettivi di monitoraggio.

Nella tabella seguente viene riportato come si sono articolate le 6 campagne, indicando per ciascuna, oltre al sito ed al periodo di monitoraggio, anche la tipologia del punto di rilevamento ed il riferimento al rapporto di prova del nostro laboratorio in cui sono stati riportati i dati riscontrati.

<b>Punto di monitoraggio</b>	<b>Sito</b>	<b>Periodo di monitoraggio</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Relazione</b>
<b>A</b>	Comune di Rodengo Saiano Scuola "B. da Norcia"	27 Gennaio ÷ 07 Febbraio 2011	Traffico da arteria stradale	AMB-11/0426
<b>B</b>	Comune di Castegnato Acquedotto, via Franchi	28 Gennaio ÷ 08 Febbraio 2011	Fondo in zona suburbana	AMB-11/0503
<b>C</b>	Comune di Cologne I.C. Cologne	28 Gennaio ÷ 08 Febbraio 2011	Centro abitato	AMB-11/0472
<b>D</b>	Comune di Coccaglio Scuola "Urbani e Nespoli"	10 Febbraio ÷ 23 Febbraio 2011	Fondo in zona suburbana	AMB-11/0509
<b>E</b>	Comune di Paratico Rotonda viale Madruzzo	10 Febbraio ÷ 21 Febbraio 2011	Traffico da arteria stradale	AMB-11/0510
<b>F</b>	Comune di Iseo Scuola "A. Zuccoli"	09 Febbraio ÷ 20 Febbraio 2011	Centro abitato	AMB-11/0508

In ciascun punto è stato installato un laboratorio mobile dotato della strumentazione per il rilevamento di Particolato Fine (PM10), Particolato Respirabile (PM2.5), inquinanti gassosi (Ozono e Ossidi di Azoto), Benzene e parametri meteorologici.



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 7 di 60

Di fatto, il monitoraggio dell'Ozono è stato effettuato solo nei punti di fondo in aree di contesto di tipo suburbano (punto B – Castegnato; punto D – Coccaglio), essendo tale inquinante tipicamente presente in concentrazioni più basse durante la stagione invernale, a causa del minore irraggiamento solare, ed in concentrazioni in genere molto simili, anche su scala regionale.

Infine, il Benzene è stato monitorato in uno solo dei due punti di fondo (punto D – Coccaglio), per dare una stima del suo valore di concentrazione in tale tipologia di sito e ritenendo invece più utile rilevarne l'andamento in entrambi i punti di traffico e di centro abitato.

## **1.2 – Descrizione dei punti e dei luoghi di rilevazione**

Vengono qui brevemente descritti i sei punti di monitoraggio nei quali sono stati installati i laboratori mobili. Nell'Allegato 1 sono riportate le ortofotografie che rappresentano la collocazione dei sei punti di monitoraggio all'interno del territorio della Franciacorta.

### **Punto A – Rodengo Saiano – Scuola media “B. da Norcia”**

La centralina di monitoraggio è stata collocata sul marciapiede antistante il cancello d'ingresso Nord della Scuola Secondaria di I grado “B. da Norcia”, in via san Francesco, nel territorio del comune di Rodengo Saiano.

Il punto di rilevazione si trova a 174 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 35' 50''

Longitudine      E 10° 06' 28'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova all'interno del centro abitato di Rodengo Saiano, in una zona piuttosto trafficata, circa 70 m a Ovest di una rotonda cui vanno a confluire quattro arterie stradali: via san Francesco (da Ovest), via Brescia (da Sud), via Ponte Cigoli (da Est) e via San Dionigi (da Nord). Il punto si caratterizza pertanto come punto da traffico.

Circa 500 m a Sud del punto di monitoraggio corre la Strada Provinciale SP19, mentre circa 900 m a Sud-Ovest corre la Strada Statale SS510.



### **Punto B – Castegnato – Acquedotto, via Franchi**

La centralina di monitoraggio è stata collocata di fianco all'acquedotto sito nel piazzale di via Francesco Franchi, all'altezza dell'incrocio con via Montessori, nel territorio del comune di Castegnato.

Il punto di rilevazione si trova a 137 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 33' 31''

Longitudine      E 10° 06' 46'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova nella zona Sud-Ovest del centro abitato di Castegnato, a lato di via Franchi, arteria stradale piuttosto trafficata. Esso pertanto, pur essendo stato scelto come punto di fondo in zona suburbana, di fatto non rispecchia strettamente tale tipologia di punto di monitoraggio. Si tenga anche conto del fatto che esso non si trova sul limitare del centro abitato, ma un poco più all'interno.

Circa 700 m a Sud-Ovest e a Sud del punto di monitoraggio corrono, rispettivamente, l'Autostrada A4 Milano-Brescia e la via Padana Superiore SS11.

### **Punto C – Cologne – Istituto Comprensivo Cologne**

La centralina di monitoraggio è stata collocata nell'area parcheggio che fiancheggia la palestra dell'Istituto Comprensivo Cologne, sito in via Corioni 2, nel territorio del comune di Cologne.

Il punto di rilevazione si trova a 177 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 34' 53''

Longitudine      E 09° 56' 40'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova all'interno del centro abitato di Cologne, in una zona residenziale, caratterizzandosi pertanto come punto di centro abitato.

Circa 600 m a Sud-Sud-Ovest del punto di monitoraggio corre la Strada Statale SS573.

### **Punto D – Coccaglio – Scuola materna “Urbani e Nespoli”**

La centralina di monitoraggio è stata collocata nel territorio del comune di Coccaglio, nel cortile nord della scuola materna “Urbani e Nespoli”, dalla parte dell'ingresso di via Dosso.

Il punto di rilevazione si trova a 162 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:





Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 9 di 60

Latitudine N 45° 34' 13''

Longitudine E 9° 58' 30'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova nella parte Nord del centro abitato di Coccaglio, sul limitare della zona residenziale. A Ovest dell'edificio scolastico vi sono campi ad uso coltivo, mentre a Nord ed a Est della zona residenziale si innalzano alcune colline. Il cortile della scuola confina a Nord con un campo. Il punto si caratterizza pertanto come punto di fondo in zona suburbana.

Circa 500 m a Sud-Ovest del punto di monitoraggio scorre la SS573, che attraversa il centro abitato di Coccaglio.

#### **Punto E – Paratico – Rotonda viale Madruzzo**

La centralina di monitoraggio è stata collocata in un'area cantiere situata all'estremità sud-est di viale Madruzzo, nel territorio del comune di Paratico.

Il punto di rilevazione si trova a 189 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 39' 32''

Longitudine E 9° 57' 54'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova lungo la costa sud del lago d'Iseo, al confine tra la zona industriale di Paratico, che si estende ad Est e a Sud del punto di rilievo, ed il centro abitato, che si estende ad Ovest. Il sito è collocato in una zona molto trafficata, essendo in prossimità della rotonda cui vanno a confluire viale Madruzzo (da Nord-Ovest), via Mazzini (da Est-Sud-Est), sulla quale fluisce il traffico da e per Iseo, e via Garibaldi (SS469, da Sud), sulla quale scorre il traffico da e per Capriolo. Il punto si caratterizza come punto da traffico da arteria stradale.

#### **Punto F – Iseo – Scuola materna “A. Zuccoli”**

La centralina di monitoraggio è stata collocata nel piazzale di ingresso della scuola materna “A. Zuccoli”, sita in viale Repubblica 22, nel territorio del comune di Iseo.

Il punto di rilevazione si trova a 189 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 39' 28''

Longitudine E 10° 02' 53'' rispetto a Greenwich.



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 10 di 60

Il sito di monitoraggio si trova all'interno del centro abitato di Iseo, al limitare del centro storico, circa 200 m a Sud-Est delle sponde del lago d'Iseo, caratterizzandosi come punto da centro abitato. L'ingresso della scuola materna è posizionato su una rotonda all'incrocio tra viale Repubblica e via 20 Settembre.

Circa 200-250 m a Sud-Est del punto di monitoraggio corrono la linea ferroviaria e via Roma, la strada principale che attraversa il comune di Iseo.



## **2. AGENTI CHIMICI RICERCATI E MODALITÀ DI ESPRESSIONE DEI RISULTATI**

I parametri ricercati sono quelli contemplati nel Decreto Legislativo n. 155 del 13 Agosto 2010, *“Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”*.

In dettaglio, si sono ricercati:

- Particolato Fine (PM10);
- Particolato Respirabile (PM2.5);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>);
- Benzene.

I campionamenti degli inquinanti chimici sono stati effettuati contemporaneamente ai rilievi dei parametri meteorologici:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura;
- umidità relativa;
- pressione;
- irraggiamento solare globale
- precipitazione.



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 12 di 60

Le concentrazioni degli inquinanti ricercati sono espresse come medie su diversi periodi, a seconda dei criteri fissati nella normativa di riferimento:

- **media oraria**: media dei valori registrati nell'arco di un'ora;
- **media giornaliera**: media dei valori orari (per i gas); concentrazione media dalle 00.00 alle 24.00 (per PM10 e PM2.5);
- **media massima giornaliera su 8 ore**: è il massimo delle medie mobili calcolate su 8 ore; ogni media di 8 ore è assegnata al giorno e all'ora nei quali finisce; così il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso;
- **media annua**: nel caso in esame si fa riferimento alla media dei valori orari sull'intero periodo di osservazione (12 giorni).



### 3. STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO

Di seguito, per ciascun inquinante di interesse e a seconda dei casi, vengono riassunti i limiti, i valori obiettivo, i livelli di attenzione o di allarme che sono in vigore in Italia.

Unità di misura:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  = microgrammi di inquinante per  $\text{m}^3$  di aria

$\text{ng}/\text{m}^3$  = nanogrammi di inquinante per  $\text{m}^3$  di aria

#### Particolato Fine (PM10)

<b>PM10</b> (condizioni ambientali)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 giorno	<b>50</b> (da non superare più di <b>35</b> volte per anno civile)
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>40</b>

#### Particolato Respirabile (PM2.5)

<b>PM2.5</b> (condizioni ambientali)						
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>LIMITE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>	<i>MARGINE TOLLERANZA</i>		<i>LIMITE + MARGINE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
				<i><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></i>	<i>anno</i>	
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>25</b>	<b>2,9</b>	<b>2011</b>	<b>27,9</b>
				2,2	2012	27,7
				1,5	2013	26,5
				0,8	2014	25,8
				0	2015	25



Benzo(a)pirene

<b>Benzo(a)pirene</b> (condizioni ambientali)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (ng/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Valore obiettivo</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>1,0</b>

Ozono

<b>O<sub>3</sub></b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (µg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	<b>240</b> (da non superare per più di 3 ore consecutive)
<i>Valore obiettivo per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	<b>120</b> (da non superare più di <b>25</b> volte per anno civile come media su 3 anni)
<i>Valore obiettivo per la protezione della vegetazione</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	AOT40 <sup>(*)</sup> (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio	<b>18000 µg/m<sup>3</sup>-h</b> (come media su 5 anni)
<i>Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	<b>120</b>
<i>Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	AOT40 <sup>(*)</sup> (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio	<b>6000 µg/m<sup>3</sup>-h</b>

<sup>(\*)</sup> AOT40 = somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in un dato periodo di tempo, e 80 µg/m<sup>3</sup>, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 08.00 e le 20.00, ora dell'Europa centrale.



Ossidi di Azoto

<b>NO<sub>2</sub></b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (µg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	<b>200</b> (da non superare più di <b>18</b> volte per anno civile)
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Misura su 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km <sup>2</sup> , oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato, nel caso questi siano meno estesi	<b>400</b>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>40</b>
<b>NO<sub>x</sub> [come µg di NO<sub>2</sub>]</b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>Livello critico per la protezione della vegetazione</i>	D.lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>30</b>

Benzene

<b>Benzene</b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (µg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>5</b>



#### **4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI**

Gli analizzatori ed i campionatori sono montati all'interno di mezzi mobili appositamente predisposti. La strumentazione è conforme al D.Lgs. n. 155 del 13 Agosto 2010 ed alla classificazione U.S. EPA.

Nell'Allegato 2 vengono descritti i laboratori mobili usati per le campagne di monitoraggio, specificando per ciascuno in quali delle campagne di analisi è stato utilizzato, e viene descritta la strumentazione installata (analizzatori in continuo, campionatori sequenziali, sensori dei parametri meteorologici).

Di seguito, vengono riportate le metodologie di campionamento ed i principi di misura utilizzati per il rilevamento dei vari inquinanti.

##### **Particolato Fine (PM10)**

Determinazione della concentrazione di PM10 effettuata mediante gravimetria, secondo l'allegato VI, punto 4, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 12341:1999.

Il volume d'aria, campionato a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrato, viene riferito alle condizioni ambientali.

Campionamento con campionatore sequenziale SKYPOST PM – TCR TECORA.

##### **Particolato Respirabile (PM2.5)**

Determinazione della concentrazione di PM2.5 effettuata mediante gravimetria, secondo l'allegato VI, punto 5, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14907:2005.

Il volume d'aria, campionato a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrato, viene riferito alle condizioni ambientali.

Campionamento con campionatore sequenziale SKYPOST PM – TCR TECORA.





### **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

Secondo l'allegato VI, punto 10, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 15549:2008, determinazione gas-cromatografica degli Idrocarburi Policiclici Aromatici sulla frazione toracica del materiale particolato (PM10), campionata a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrata.

Rivelazione: spettrometria di massa (HRGC/MS – SIM); limite di sensibilità: 0,1 ng/m<sup>3</sup>.

### **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Determinazione della concentrazione dell'Ozono mediante fotometria ultravioletta, secondo l'allegato VI, punto 8, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14625:2005. Tale determinazione è basata sull'irraggiamento del campione d'aria con radiazione monocromatica ultravioletta di lunghezza d'onda centrata sui 253,7 nm; l'assorbimento di tale radiazione fornisce una misura della concentrazione di Ozono nel campione.

Campionamento e dosaggio con analizzatore ad assorbimento UV HORIBA APOA-370.

### **Ossidi di Azoto (NO e NO<sub>2</sub>)**

Determinazione della concentrazione degli Ossidi di Azoto mediante chemiluminescenza, secondo l'allegato VI, punto 2, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14211:2005. Tale determinazione è basata sull'emissione da parte del Biossido di Azoto eccitato (NO<sub>2</sub>\*), formatosi in seguito alla reazione del Monossido di Azoto con Ozono in eccesso in una camera di reazione, di radiazione con lunghezza d'onda attorno ai 1200 nm (NIR); l'intensità della radiazione è proporzionale alla concentrazione del Monossido di Azoto. Il Biossido di Azoto viene ridotto a Monossido di Azoto in un convertitore e, quindi, analizzato.

Campionamento e dosaggio con analizzatori a chemiluminescenza HORIBA APNA-360 e HORIBA APNA-370.



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 18 di 60

### **Benzene**

Determinazione della concentrazione di Benzene mediante analizzatore automatico gascromatografo, con rivelatore a fotoionizzazione PID, secondo l'allegato VI, punto 6, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14662:2005, parte 3.

Campionamento e dosaggio con analizzatore automatico SYNSPEC GC 955.



## **5. VERIFICHE DI FUNZIONALITÀ DEGLI STRUMENTI E CRITERI DI VALIDAZIONE DEI DATI**

### **5.1 – Verifiche di funzionalità**

Le prove di verifica, che vengono effettuate annualmente, sono eseguite secondo una procedura operativa interna (PT082 “VERIFICA DELLA LINEARITÀ DI ANALIZZATORI IN CONTINUO NDIR – CHEMILUMINESCENZA – UV – FID – PID”), seguendo le indicazioni del manuale UNICHIM n. 189 (ed. 1999), con riferimento ai contenuti del punto 7.2.6.2 (metodo che utilizza il principio della diluizione), generando gas a concentrazioni esattamente note su tutta la scala di lettura del sistema, per un massimo di 4 punti. Le letture vengono ripetute sia in salita sia in discesa.

Per realizzare le diverse concentrazioni di gas, sono state utilizzate bombole certificate contenenti miscele gassose madri (i certificati di analisi sono riportati nell’Allegato 5), aventi la seguente composizione:

NO            bombola SIAD n. 195393; concentrazione: NO 430 ppb, NO<sub>2</sub> ≤ 10 ppb, resto Azoto;  
certificato di analisi n. 11396 del 01/07/2010;

Benzene      bombola SIAD n. 220411; concentrazione: Benzene 10,0 ppb, Etilbenzene 20,0 ppb,  
m-Xilene 19,5 ppb, Toluene 39,5 ppb, resto Azoto;  
certificato di analisi n. 17718 del 20/10/2010;

Per la diluizione si è utilizzato N<sub>2</sub> per gascromatografia, 5.0 (99,999%).

Si è proceduto alla generazione delle diverse concentrazioni addizionali utilizzando la tecnica della diluizione, con l’apparato BetaCAP30 n.053301. Si sono quindi acquisiti i valori di concentrazione forniti dagli analizzatori in esame e, attraverso il metodo dei minimi quadrati, secondo una correlazione lineare di primo grado tra i gruppi di valori di riferimento e quelli rilevati, verificata tramite il calcolo del coefficiente di correlazione R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 0 nessuna correlazione, R<sup>2</sup> = 1 correlazione massima), si è valutata la bontà della linearità di risposta degli strumenti.



La relazione che intercorre tra i due gruppi di valori è di questo tipo:

$$Y = bX + a$$

dove

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{\sum_i Y_i X_i - \frac{\sum_i X_i \times \sum_i Y_i}{n}}{\sum_i X_i^2 - \frac{(\sum_i X_i)^2}{n}}$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_i X_i \times Y_i - \frac{(\sum_i X_i) \times (\sum_i Y_i)}{n} \right]^2}{\left[ \sum_i X_i^2 - \frac{(\sum_i X_i)^2}{n} \right] \times \left[ \sum_i Y_i^2 - \frac{(\sum_i Y_i)^2}{n} \right]}$$

- con: Y = segnale  
X = concentrazione miscele di riferimento  
i = i-esima misura  
b = coefficiente angolare della retta  
a = intercetta  
n = numero di coppie di valori

Come criterio di valutazione si assume che lo scarto di linearità massimo dello strumento nelle condizioni di verifica sopraccitate debba essere inferiore o uguale al  $|2|\%$  del valore di fondo scala per quanto riguarda gli analizzatori.

Per l'analizzatore di Ozono, la prova di verifica viene effettuata anch'essa annualmente, secondo una procedura operativa interna (PT080 "TARATURA E VERIFICA METROLOGICA DEGLI ANALIZZATORI DI OZONO FUNZIONANTI IN CONTINUO MEDIANTE FOTOMETRIA UV"). Vengono generate concentrazioni note su tutta la scala di lettura del sistema, per un massimo di 5 punti, utilizzando un generatore di Ozono. I valori emessi da tale generatore vengono verificati tramite la misura in parallelo effettuata da un analizzatore certificato.



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 21 di 60

Una volta acquisiti i valori di concentrazione forniti dall'analizzatore in esame, anche in questo caso, attraverso il metodo dei minimi quadrati, secondo una correlazione lineare di primo grado tra i gruppi di valori di riferimento e quelli rilevati, si valuta la bontà della linearità di risposta degli strumenti in esame. Lo scarto di linearità massimo dello strumento nelle condizioni di verifica sopraccitate deve essere inferiore o uguale a quello dichiarato dal costruttore.

I risultati delle verifiche di funzionalità degli strumenti installati sui laboratori mobili utilizzati sono riportati nell'Allegato 3.

## **5.2 – Criteri di validazione**

Prima dell'avvio della campagna di monitoraggio, gli analizzatori in continuo dei gas vengono calibrati con miscele di gas standard certificate, secondo una procedura operativa interna (PT076 “VERIFICA METROLOGICA DELLA RISPOSTA DI ANALIZZATORI IN CONTINUO NDIR – CHEMILUMINESCENZA – UV – FID – PID”). I risultati di queste verifiche sono riportati nell'Allegato 4.

Tutti gli analizzatori in continuo dei gas possiedono internamente un autocontrollo elettronico degli apparati d'analisi. La CPU strumentale, mediante opportuni segnalatori, mantiene sotto controllo le condizioni di funzionamento di quelle parti dell'analizzatore che si potrebbero alterare, modificando conseguentemente il comportamento operativo e, quindi, le rilevazioni ed il calcolo della concentrazione degli inquinanti gassosi nell'aeriforme in esame. L'avvertimento dell'eventuale presenza di alterazioni viene prontamente visualizzato sul display degli analizzatori mediante opportuni messaggi, che rimangono registrati nella memoria degli analizzatori stessi (e nel software di gestione di alcuni analizzatori).

I dati forniti dagli strumenti vengono acquisiti istantaneamente mediante un opportuno software in dotazione al laboratorio mobile, che consente poi di elaborare i valori di concentrazione medi orari dei gas, registrando il numero di dati validi che hanno contribuito a tale valore medio. Il software assicura anche la validazione dei dati secondo il criterio di Chauvenet. Se il numero di dati validi risulta inferiore al 75% del numero di dati che, in



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 22 di 60

condizioni di corretto funzionamento dello strumento, contribuiscono alla media oraria, il valore medio orario non viene validato.

Il sistema di controllo remoto installato sulla centralina mobile permette, infine, il costante controllo del funzionamento degli analizzatori e di eventuali anomalie.

Per quanto riguarda la strumentazione utilizzata per il campionamento di PM10 e PM2.5, opportuni rilevatori interni segnalano eventuali anomalie di temperatura e tensione ed eventuali perdite di carico sui filtri di campionamento.

I contatori volumetrici della strumentazione utilizzata vengono verificati periodicamente secondo una procedura operativa interna (PT028 “TARATURA DEI CAMPIONATORI STATICI DI INQUINANTI NEI FLUIDI GASSOSI”).

Anche il flusso di campionamento all’ingresso delle teste di campionamento dei campionatori di PM10 e PM2.5 viene regolarmente verificato mediante una procedura interna (PT090 “VERIFICA DEL SISTEMA DI MISURA DI FLUSSO PER I CAMPIONATORI DI PM10 E PM2.5”).



## 6. RISULTATI DELLE MISURAZIONI, OSSERVAZIONI E CONFRONTI

Per i risultati in dettaglio delle sei campagne effettuate, si rimanda agli allegati dei rapporti di prova INDAM relativi a ciascuna campagna di monitoraggio (Nss. Riff. AMB-11/0426-0472-0530 e AMB-11/0508÷0510), dove, in tabelle e grafici, vengono riportati i valori medi orari e giornalieri degli inquinanti e dei parametri meteorologici monitorati.

In questo capitolo si riporteranno in sintesi i risultati osservati nei sei punti di monitoraggio, cercando di dare un quadro generale della situazione “ARIA” della Franciacorta, confrontandoli tra di loro e con le condizioni di qualità dell’aria registrate, negli stessi periodi, in altri punti della provincia bresciana e della Lombardia.

Per poter fare ciò, si è fatto riferimento ai dati resi disponibili sul sito dell’ARPA Lombardia ([http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/doc\\_RichiestaDati.asp](http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/doc_RichiestaDati.asp)) e si sono selezionate alcune centraline della rete di monitoraggio dell’ARPA, sulla base delle loro caratteristiche (ARPA ha qualificato ogni stazione in base alla realtà territoriale rappresentata: di fondo, da traffico o industriale; zona rurale, urbana o suburbana), dei contesti geografici che rappresentano (città di Brescia, valli bresciane, città di Milano, hinterland milanese, Pianura Padana) e dei parametri monitorati (ove possibile si sono scelte stazioni che monitorassero PM10 e NO<sub>x</sub> ed, eventualmente, O<sub>3</sub>; inoltre si sono cercate stazioni delle province di Brescia e Milano che rilevassero le concentrazioni di Benzene in aria). In base a questi criteri, sono state scelte le stazioni riportate nella tabella seguente; per ciascuna di esse vengono specificati la tipologia e gli inquinanti di cui sono disponibili i dati.

Stazione	Tipo Stazione	Tipo Zona	Inquinanti disponibili
Brescia – Broletto	Traffico	Urbana	PM10, NO <sub>x</sub>
Brescia – Villaggio Sereno	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5
Brescia – via Ziziola	Fondo	Suburbana	Benzene, O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>
Sarezzo (BS) – via Minelli	Fondo	Urbana	PM10, O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>
Rezzato (BS)	Industriale	Suburbana	PM10, NO <sub>x</sub>
Milano – Verziere	Traffico	Urbana	PM10, O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>
Milano – Piazza Zavattari	Traffico	Urbana	Benzene, NO <sub>x</sub>
Monza – via Macchiavelli	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5, O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>
Osio Sotto (BG)	Fondo	Suburbana	PM10, O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>
Rivolta d’Adda (CR) – via Beccaria	Fondo	Suburbana	PM10, NO <sub>x</sub>



Come già detto, i dati osservati nella presente indagine verranno confrontati qualitativamente con quelli rilevati nell'indagine precedente (Ns. Rif. AMB-11/1062), anche se i monitoraggi sono stati effettuati in differenti comuni della Franciacorta.

### **6.1 – Particolato Fine (PM10)**

Nella tabella seguente vengono riportati in sintesi, per il PM10, i valori di concentrazione massimi (come media sulle 24 ore) e medi (sui 12 giorni di monitoraggio) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio, nonché il numero di superamenti del valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , imposto dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 come limite giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile.

Punto di monitoraggio	Comune	Tipologia punto	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Superamenti del limite giornaliero ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
			Max	Media	
<b>A</b>	Rodengo Saiano	Traffico da arteria stradale	115,7	98,8	12
<b>B</b>	Castegnato	Fondo in zona suburbana	124,4	105,0	12
<b>C</b>	Cologne	Centro abitato	123,1	99,0	12
<b>D</b>	Coccaglio	Fondo in zona suburbana	134,0	64,4	6
<b>E</b>	Paratico	Traffico da arteria stradale	157,0	84,3	9
<b>F</b>	Iseo	Centro abitato	140,4	72,2	7

In tutti i punti di monitoraggio si sono avuti superamenti del valore limite giornaliero fissato per il PM10 dalla normativa nazionale. In particolare, in tutti e tre i punti di rilevazione monitorati nel primo dei due periodi di campionamento, dal 27 Gennaio all'08 Febbraio (punti A, B, C), le concentrazioni di PM10 sono risultate sempre superiori al limite nazionale. Anche negli altri tre punti, inizialmente i valori di concentrazione sono risultati ben più alti del limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; solo a partire dal 16 Febbraio tali concentrazioni si sono abbassate notevolmente, risultando inferiori o comunque prossime al limite, in conseguenza delle abbondanti precipitazioni avutesi tra il 15 ed il 17 Febbraio.

Come risulta dal confronto con gli andamenti delle concentrazioni riscontrati dalle centraline ARPA nelle quattro settimane complessive di monitoraggio (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo), si può





Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 25 di 60

osservare che questa situazione è stata caratteristica di tutta la regione Lombardia nel periodo tra la fine di Gennaio e Febbraio, indipendentemente dalla zona specifica e dalla tipologia di sito di monitoraggio considerata. Come già era stato osservato nelle campagne svolte nella stagione fredda ed in quella estiva del 2010 (Nss. Riff. AMB-10/1062 e AMB-10/1652), l'andamento del PM10 nelle zone della Franciacorta segue in linea generale quello riscontrato nelle altre zone della provincia di Brescia e della pianura lombarda, il quale risente molto delle condizioni meteo-climatiche tipiche della regione padana.

Come già fatto notare nei casi precedenti, si precisa ad ogni modo che è solo l'andamento dei valori di concentrazione di PM10 a presentarsi ovunque simile, mentre le concentrazioni assolute riscontrate nei diversi punti tendono a mostrare differenze che risentono dell'influenza delle sorgenti di particolato caratteristiche del punto stesso.

Se si va ora a tenere conto delle diverse tipologie dei punti di monitoraggio, si può osservare che, nei primi tre punti (Rodengo Saiano, Castegnato, Cologne), i valori di concentrazione riscontrati non differiscono molto tra di loro, con quelli di Castegnato in linea generale appena più alti e quelli di Rodengo Saiano un poco più bassi, nonostante il punto di Castegnato (punto B) dovrebbe caratterizzarsi come fondo e quello di Rodengo Saiano (punto A) come punto da traffico.

La motivazione sta nel fatto che, come già osservato, il punto B non si trovava di fatto al limitare del centro abitato di Castegnato, ma più all'interno, e per di più a lato di una strada cittadina piuttosto trafficata. Inoltre, il punto da traffico A è stato scelto nelle vicinanze di una rotonda di incrocio tra quattro strade cittadine, che, seppur trafficate, non sono caratterizzate da un traffico di intensità pari a quello di strade provinciali o statali quali sono quelle nelle vicinanze delle quali erano stati scelti i punti da traffico delle campagne del 2010 o è stato collocato il punto di Paratico (punto E).

I primi tre punti di monitoraggio potrebbero piuttosto essere visti tutti e tre come punti di centro urbano, situati in zone più o meno trafficate, e ciò motiverebbe la somiglianza tra i valori di concentrazione ottenuti nei tre siti. Infatti, confrontandoli con i dati ARPA, si nota che le concentrazioni rilevate in questi tre punti sono in generale in linea con quelle delle stazioni di Brescia-Broletto (stazione di traffico urbana), Brescia-Villaggio Sereno, Monza (stazioni di fondo urbane), Milano-Verziere (stazione di traffico urbana), un poco più alte di quelle di Osio Sotto, Rivolta d'Adda (stazioni di fondo suburbane) e Sarezzo (stazione di fondo urbana) e più basse di quelle di Rezzato (stazione industriale suburbana).



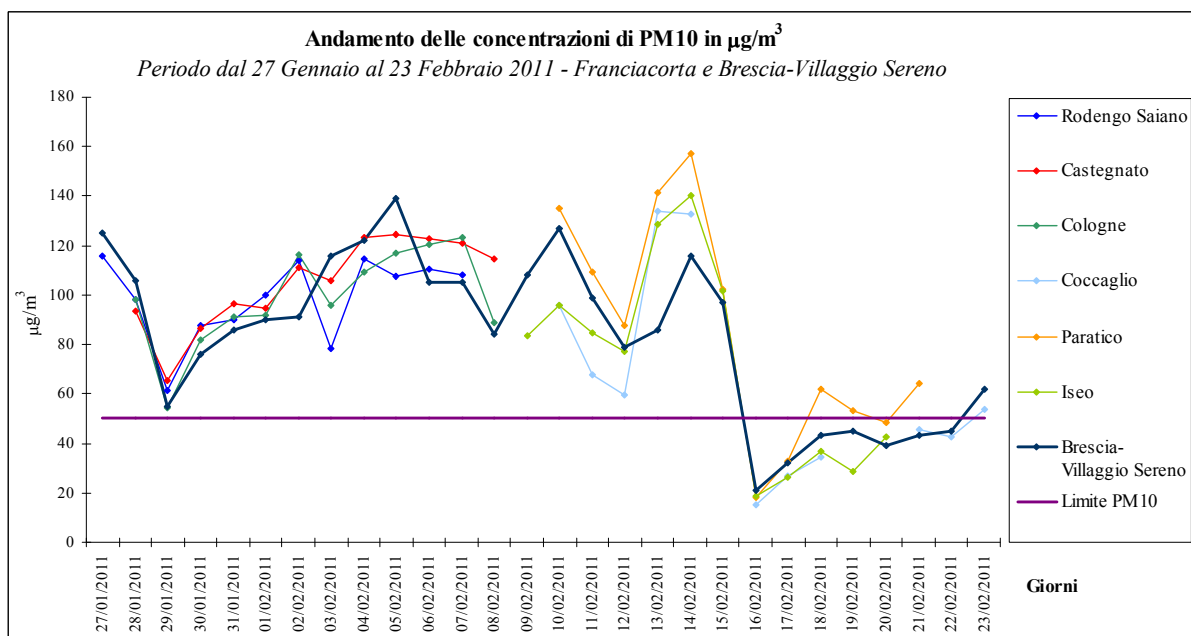
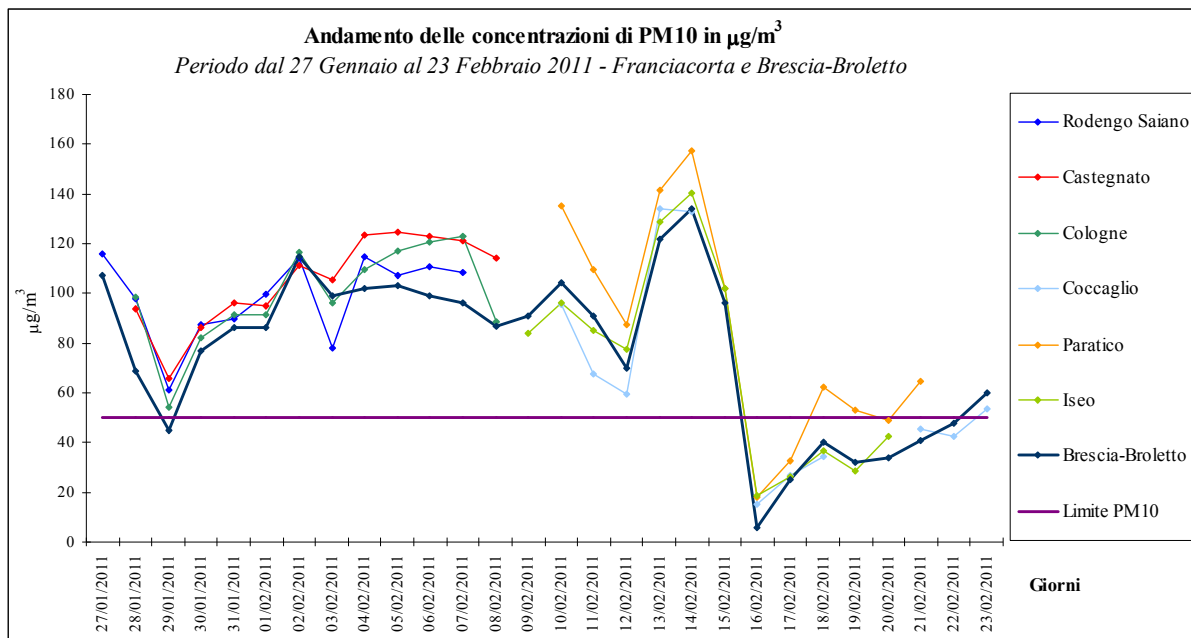
Meglio caratterizzati sono invece i tre punti di rilevamento monitorati nel secondo periodo d'indagine (Coccaglio, Paratico, Iseo), dove il punto da traffico di Paratico mostra in generale valori di concentrazione un poco più alti e quello di fondo di Coccaglio valori in generale inferiori, ad eccezione dei giorni di piogge intense, in cui i valori rilevati si avvicinano tra di loro.

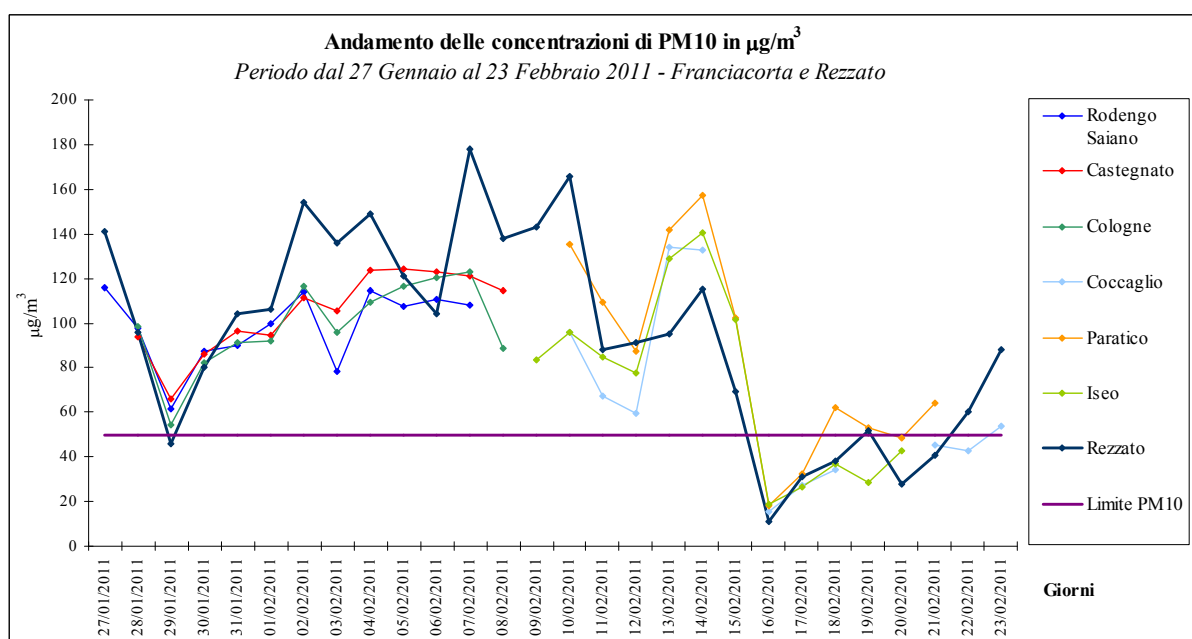
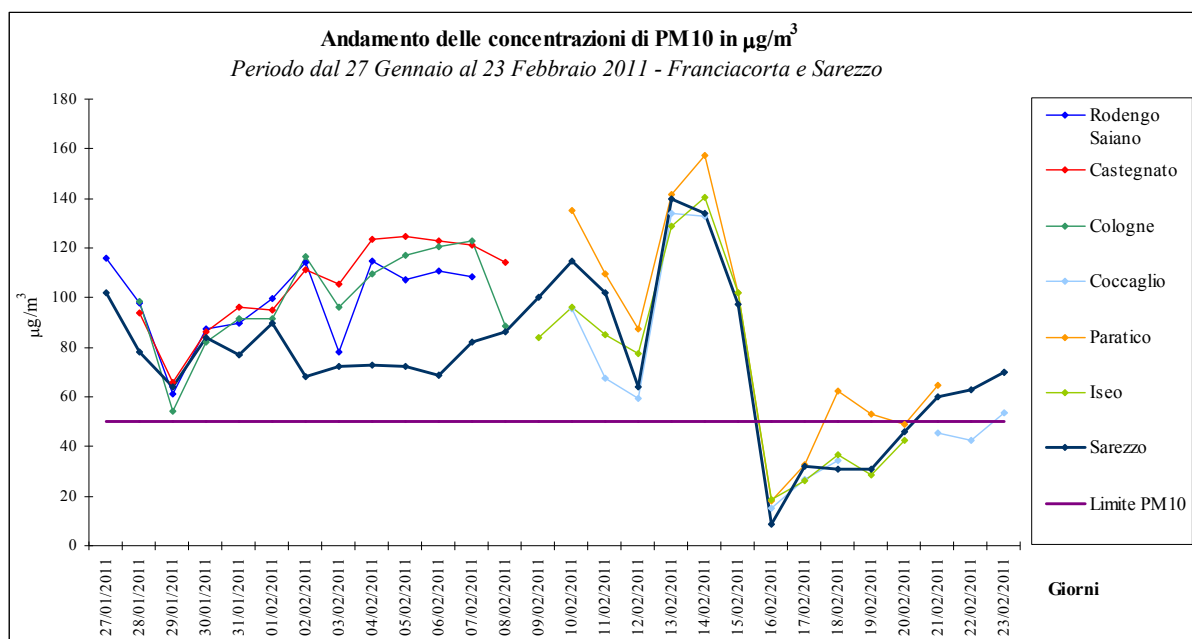
In questo periodo si può osservare che, tendenzialmente, il punto da traffico di Paratico mostra concentrazioni maggiori di quelle rilevate dalle stazioni ARPA, mentre gli altri due punti hanno valori più in linea con quelli di tali stazioni. Tutti e tre i punti risultano però avere concentrazioni più alte di quelle rilevate dalla stazione di Osio Sotto, tipica stazione di fondo di una zona suburbana della Pianura Padana.

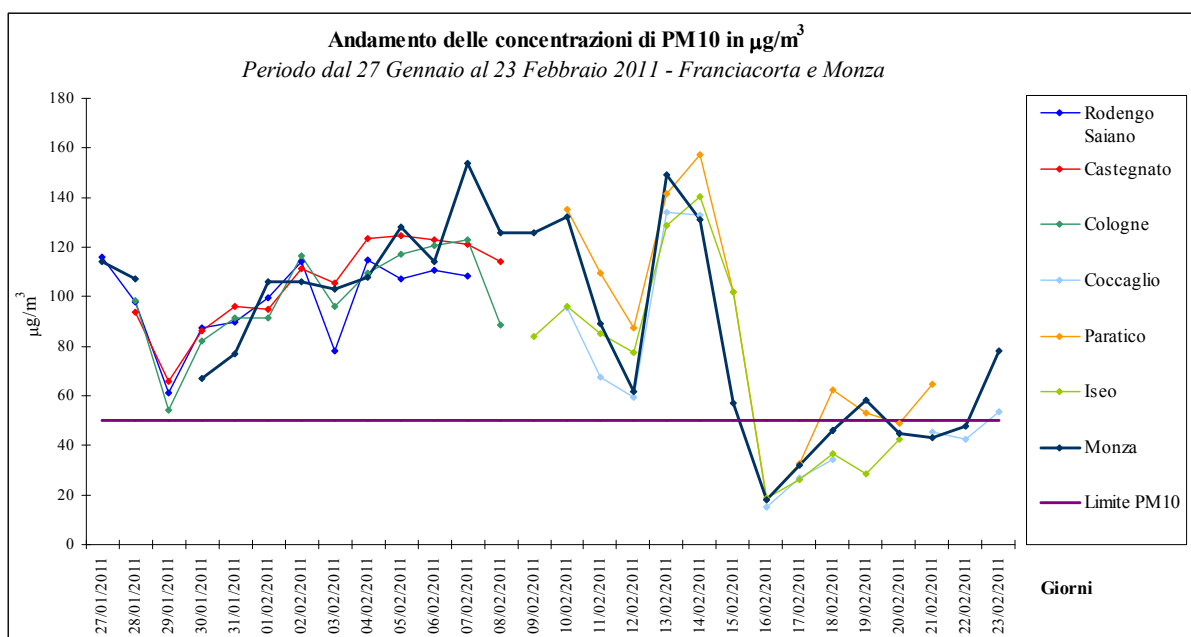
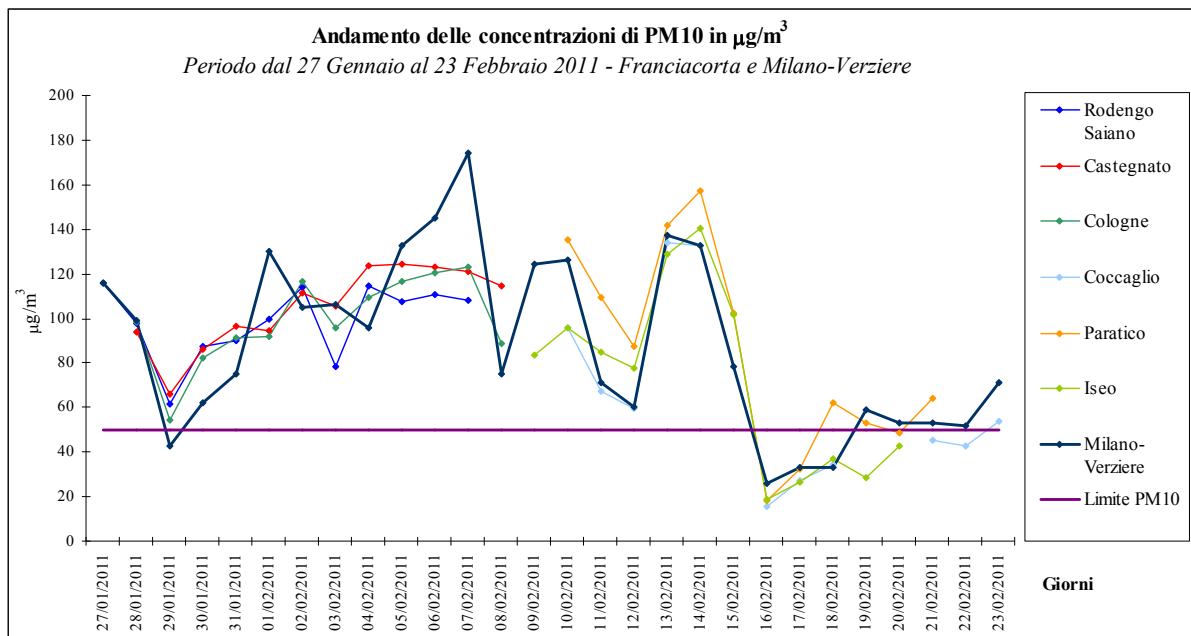
Per concludere, si riportano nella tabella seguente i valori di concentrazione di PM10 massimi e medi riscontrati nella campagna invernale del 2010, posti a confronto con quelli della presente indagine, distinguendo i punti di monitoraggio in base alla loro tipologia. Si riporta anche, per ogni campagna, il numero di superamenti del valore limite giornaliero per il PM10 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Si tenga conto che le campagne effettuate tra Febbraio e Marzo 2010 erano state tutte di 7 giorni di monitoraggio, anziché di 12 come quelle di quest'anno.

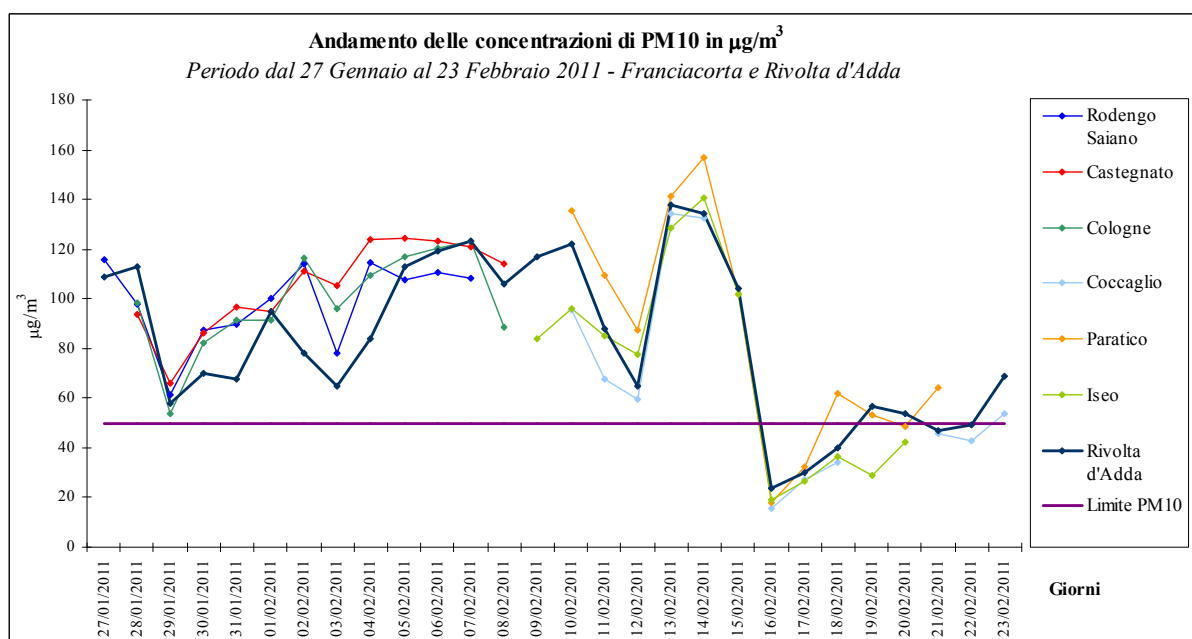
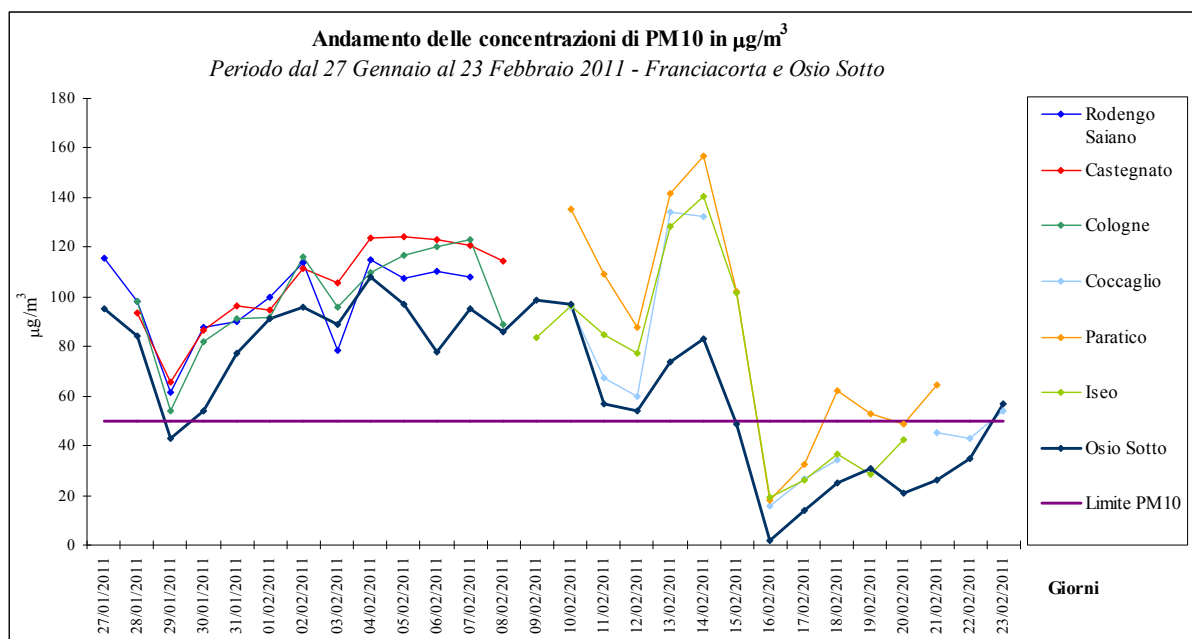
Tipologia punti di monitoraggio	Campagna invernale 2010 – PM10				Campagna invernale 2011 – PM10			
	Comuni	Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N. sup.	Comuni	Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N. sup.
Traffico da arteria stradale	Corte Franca	94,7	71,5	7	Rodengo Saiano	115,7	98,8	12
	Capriolo	70,5	43,9	3	Paratico	157,0	84,3	9
Centro abitato	Gussago	98,2	66,9	7	Cologne	123,1	99,0	12
	Ospitaletto	52,3	40,8	3	Iseo	140,4	72,2	7
Fondo in zona suburbana	Passirano	55,3	40,2	2	Castegnato	124,4	105,0	12
	Erbusco	51,2	39,2	1	Coccaglio	134,0	64,4	6

Sia le concentrazioni massime sia quelle medie riscontrate quest'anno sono risultate in generale più alte di quelle rilevate lo scorso anno. Va però precisato che le campagne del 2010 erano state effettuate quasi tutte a Marzo, quando già sta terminando la stagione fredda vera e propria e le concentrazioni di inquinanti quali PM10 e Ossidi di Azoto tendono a diminuire, a causa della minore stabilità atmosferica e dell'aumento dell'altezza dello strato di rimescolamento.











## 6.2 – Particolato Respirabile (PM2.5)

Nella tabella seguente vengono riportati in sintesi, per il PM2.5, i valori di concentrazione massimi (come media sulle 24 ore) e medi (sui 12 giorni di monitoraggio) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio.

Punto di monitoraggio	Comune	Tipologia punto	PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
			Max	Media
A	Rodengo Saiano	Traffico da arteria stradale	97,6	80,5
B	Castegnato	Fondo in zona suburbana	110,6	89,8
C	Cologne	Centro abitato	105,7	86,3
D	Coccaglio	Fondo in zona suburbana	118,6	57,5
E	Paratico	Traffico da arteria stradale	133,1	73,0
F	Iseo	Centro abitato	119,0	61,3

In tutti e sei i punti di monitoraggio l'andamento dei valori di concentrazione di PM2.5 segue fedelmente quello del PM10. Inoltre, il rapporto tra la concentrazione di PM10 e quella di PM2.5 è abbastanza costante, variando in tutti i punti tra 1,1 e 1,3, ad indicare che il PM10 risulta essere costituito per la maggior parte da PM2.5. Di conseguenza, per il PM2.5 valgono considerazioni analoghe a quelle fatte per il PM10.

Alti sono i valori di concentrazione rilevati nei primi tre punti di monitoraggio, mentre negli altri tre punti le concentrazioni, inizialmente alte, si abbassano notevolmente a partire dal 16 Febbraio, in conseguenza delle abbondanti precipitazioni avutesi tra il 15 ed il 17 Febbraio.

Questi andamenti rispecchiano quelli riscontrati dalle centraline ARPA di Brescia-Villaggio Sereno e Monza (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo), le uniche, tra quelle prese in considerazione, che monitorino il PM2.5.

Come per il PM10, nei primi tre punti di monitoraggio i valori di concentrazione riscontrati non differiscono molto tra di loro, nonostante le differenti tipologie di siti di monitoraggio, ed i dati rilevati nel punto di fondo di Castegnato sono anzi risultati un poco più alti di quelli riscontrati nel punto di traffico di Rodengo Saiano (molto probabilmente a causa delle ragioni che anticipavamo nel paragrafo 1.2).



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 32 di 60

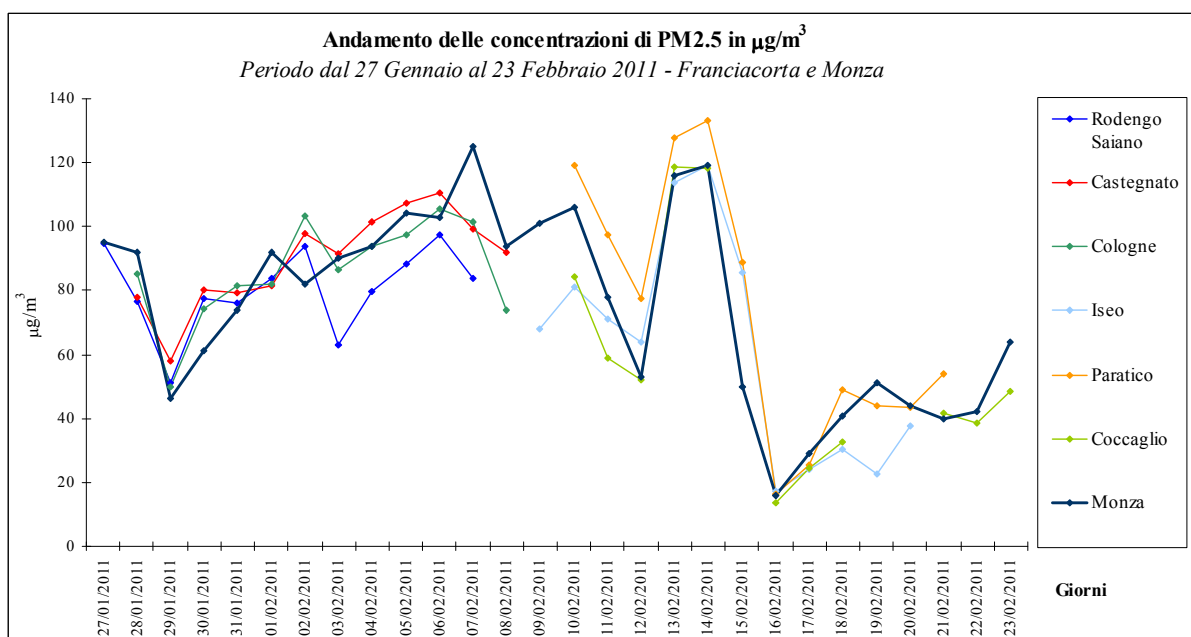
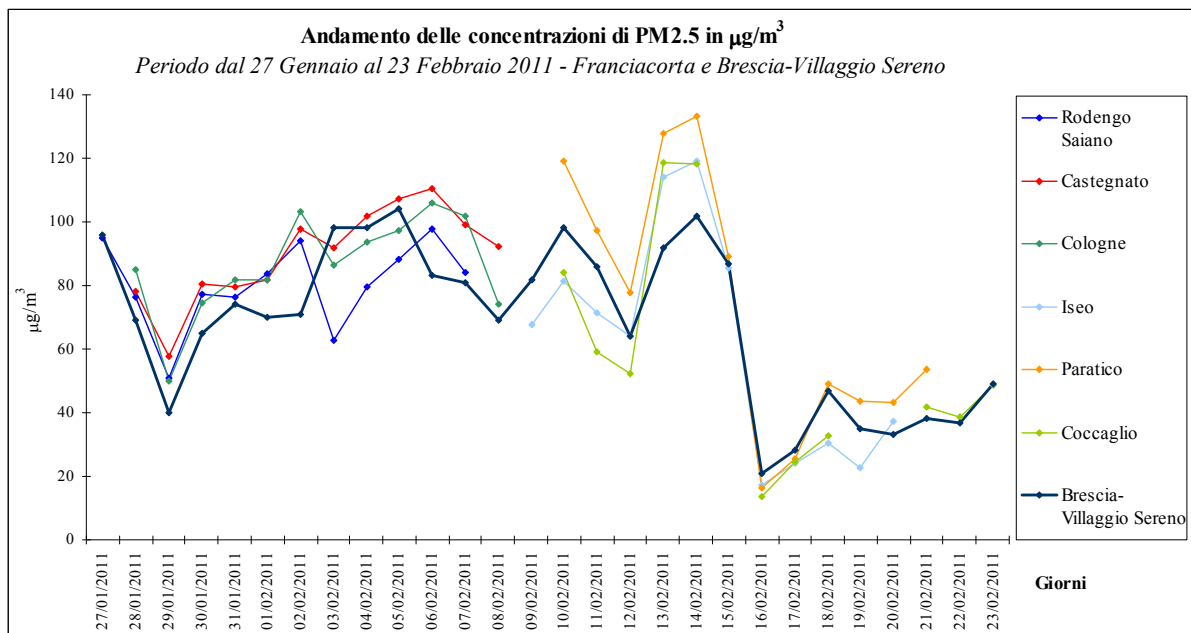
Più diversificati sono risultati invece i tre punti di rilevamento monitorati nel secondo periodo, con valori di concentrazione in generale più elevati nel punto da traffico di Paratico e più bassi in quello di fondo di Coccaglio.

Se confrontati con i valori di concentrazione rilevati dalle due centraline ARPA disponibili, benché entrambe le stazioni ARPA si caratterizzino come stazioni di fondo urbano, i valori di concentrazione registrati nei sei comuni della Franciacorta sono risultati in generale abbastanza in linea con quelli della stazione di Monza e un poco più alti di quelli della stazione di Brescia-Villaggio Sereno.

Va infine osservato che, in tutti i punti di monitoraggio, il valore medio di concentrazione sui 12 giorni di campionamento è risultato pari al doppio/triplo del valore limite europeo di  $27,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (comprensivo del margine di tolleranza per il 2011; tale valore limite verrà ridotto a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2015), indicato dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 come limite per la concentrazione media sull'anno civile.

A questo proposito, va però ricordato che una campagna di 12 giorni non può essere considerata rappresentativa di un intero anno e bisogna tenere conto del fatto che il periodo invernale è quello in cui solitamente le concentrazioni di materiale particolato assumono i valori di concentrazione più alti.







### **6.3 – Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono composti organici che si formano durante la combustione incompleta o la pirolisi di materiale organico, correlabili quindi all'utilizzo di olio, gas, carbone e legna per produrre energia. Tra gli IPA, quelli che sono stati considerati nella presente indagine sono il Benzo(a)pirene, unico per il quale la normativa nazionale (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010) prevede un valore obiettivo di 1,0 ng/m<sup>3</sup>, espresso come media sull'anno civile, ed altri sei IPA, Benzo(a)antracene, Benzo(b+j+k)fluorantene, Dibenzo(a,h)antracene e Indeno(1,2,3-c,d)pirene, i quali erano indicati dalla precedente normativa nazionale (D.Lgs. n.152 del 03/08/2007) come sostanze da tenere sotto misurazione, pur non essendo per esse specificato alcun valore limite.

Per tali inquinanti, al fine di avere un'idea generale del loro livello ambientale nelle differenti tipologie di sito di monitoraggio, sono stati effettuati 6 rilevamenti su 12 giorni di campionamento (a giorni alterni) nei punti di traffico e di centro abitato, e solo 2 rilevamenti (uno nel finesettimana ed uno nei giorni feriali) per i punti di fondo, attendendosi in questi contesti valori di concentrazione meno significativi.

Nella tabella seguente, per il solo Benzo(a)pirene che, come si è detto, è l'unico per il quale esista un valore obiettivo, vengono riportati in sintesi i valori di concentrazione massimi (come media sulle 24 ore) e medi (su 6 o 2 rilevamenti) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio.

Punto di monitoraggio	Comune	Tipologia punto	Benzo(a)pirene (µg/m <sup>3</sup> )	
			Max	Media
<b>A</b>	Rodengo Saiano	Traffico da arteria stradale	3,1	2,0
<b>B</b>	Castegnato	Fondo in zona suburbana	4,2	3,0
<b>C</b>	Cologne	Centro abitato	3,5	2,1
<b>D</b>	Coccaglio	Fondo in zona suburbana	0,6	0,6
<b>E</b>	Paratico	Traffico da arteria stradale	3,0	1,5
<b>F</b>	Iseo	Centro abitato	1,1	0,7

Tenendo conto comunque dell'esiguo numero di misurazioni fatte, si può osservare come nei primi tre punti di monitoraggio, indipendentemente dalla tipologia di sito, i valori di Benzo(a)pirene, siano risultati piuttosto



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 35 di 60

elevati, con valori di concentrazione medi superiori al valore obiettivo  $1,0 \text{ ng/m}^3$ , fissato però come media annuale. Analogamente a quanto riscontrato per PM10 e PM2.5, si può notare che addirittura sono risultati più alti i valori di concentrazione misurati nel “punto di fondo” di Castegnato, ma si ricorda che per questo punto si dispone di soli due valori di concentrazione.

Negli altri tre punti di monitoraggio i valori medi sono risultati invece un poco più bassi, inferiori o di poco superiori (nel punto di traffico di Paratico) al valore obiettivo annuale di  $1,0 \text{ ng/m}^3$ , anche se va precisato che le concentrazioni riscontrate negli ultimi giorni di monitoraggio hanno mostrato, come quelle del particolato, un livellamento dovuto alle abbondanti precipitazioni dei giorni 15 ÷ 17 Febbraio. Anche per questo inquinante è risultata comunque ben evidente la caratterizzazione dei tre punti di monitoraggio come punti di fondo, da traffico e di centro abitato, a differenza dei primi tre punti.

Per quanto riguarda gli altri IPA considerati, essi hanno mostrato un comportamento generale simile nei vari punti di monitoraggio, con un andamento delle concentrazioni analogo a quello del Benzo(a)pirene. I valori assoluti di concentrazione di Benzo(a)antracene e Indeno(1,2,3-c,d)pirene sono risultati nell'ordine di quelli del Benzo(a)pirene, mentre quelli del Benzo(b+j+k)fluorantene (più volatile) sono risultati pari a poco più del doppio; il Dibenzo(a,h)antracene è stato rilevato solo in tracce, con valori dell'ordine del decimo di  $\text{ng/m}^3$ .



#### 6.4 – Ozono (O<sub>3</sub>)

Nella tabella seguente vengono riportati in sintesi, per l'Ozono, i valori di concentrazione massimi (come media oraria e come media mobile sulle 8 ore) e medi (sui 12 giorni di monitoraggio) riscontrati.

Come già detto, tale inquinante è stato monitorato solamente nei due punti di fondo, vista la sua tendenza ad avere valori di concentrazione più bassi durante la stagione invernale, a causa della minore insolazione, e la generale somiglianza di tali valori su scala regionale.

Punto di monitoraggio	Comune	Tipologia punto	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
			Max orario	Max 8 ore	Media
A	Castegnato	Fondo in zona suburbana	39,7	28,4	7,8
B	Coccaglio	Fondo in zona suburbana	84,8	77,3	28,7

Come si può osservare, in entrambi i punti di monitoraggio i valori di concentrazione dell'Ozono sono risultati abbastanza contenuti, come atteso per la stagione fredda.

In particolare, le concentrazioni orarie sono risultate sempre ampiamente inferiori alla soglia di allarme di 240 µg/m<sup>3</sup>, fissata dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010, come media oraria, da non superare per più di 3 ore consecutive. Anche le medie sulle 8 ore hanno rispettato il valore obiettivo di 120 µg/m<sup>3</sup>, fissato sempre dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010, come concentrazione media massima giornaliera sulle 8 ore, da non superare per più di 25 volte per anno civile, come media su 3 anni.

Più alte sono risultate le concentrazioni rilevate nel secondo periodo di monitoraggio (punto di Coccaglio) rispetto a quelle del primo. Tale incremento è stato però caratteristico di tutta la regione Lombardia nel periodo di monitoraggio considerato. A fine paragrafo vengono riportati dei grafici in cui vengono messi a confronto gli andamenti riscontrati per la concentrazione di Ozono nei punti monitorati con quelli registrati in contemporanea dalle centraline ARPA disponibili per questo parametro (Sarezzo, Monza, Milano-Verziere, Brescia-via Ziziola, Osio Sotto); per non compromettere la leggibilità dei grafici, si è scelto di rappresentare ciascun dei due punti di monitoraggio a confronto separatamente con le centraline ARPA di Sarezzo, Monza e Milano-Verziere (stazioni urbane, di fondo o di traffico) e Brescia-via Ziziola e Osio Sotto (stazioni di fondo suburbane).



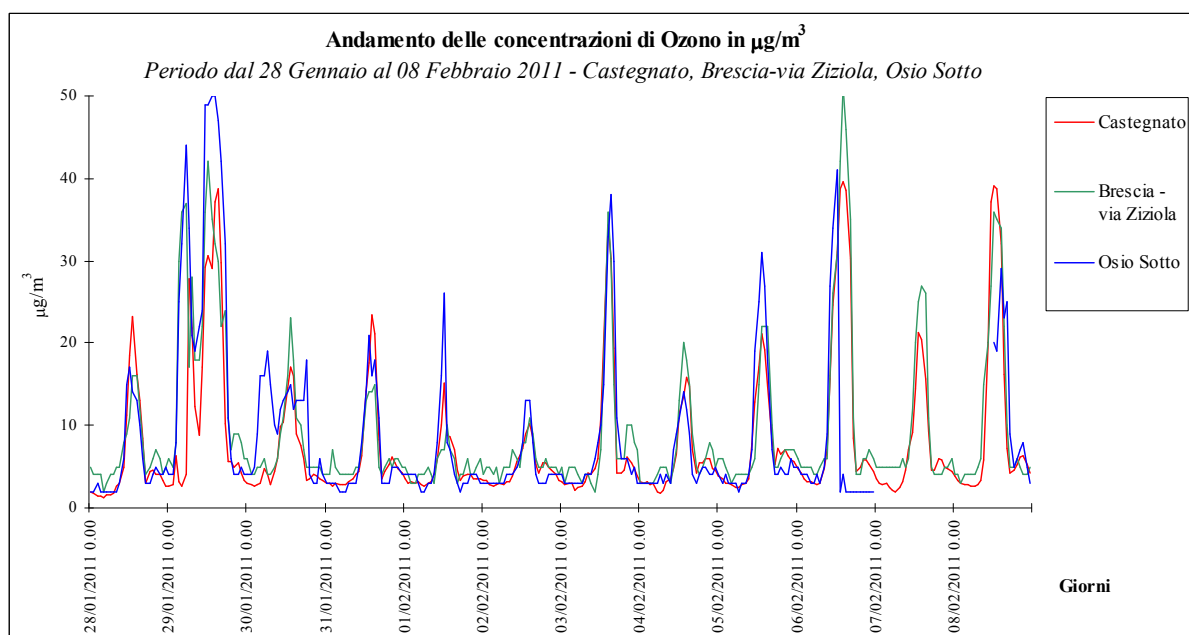
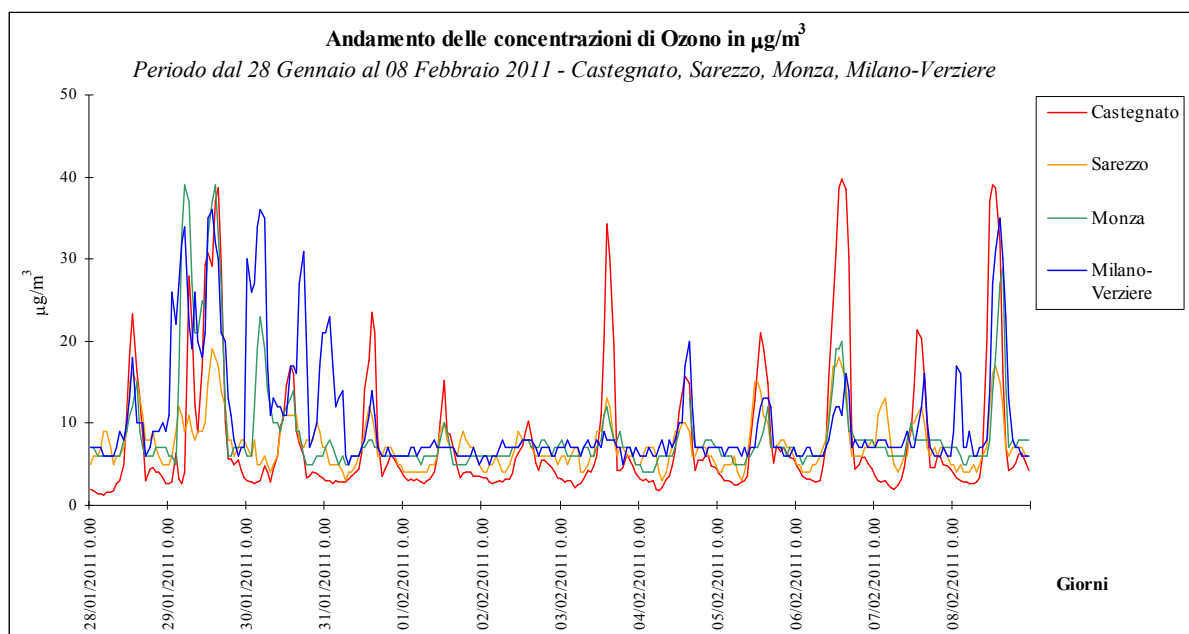
Si nota che, seppur con le dovute differenze, tanto gli andamenti dei valori di concentrazione quanto i valori assoluti stessi risultano in genere somiglianti tra i punti di monitoraggio e le stazioni ARPA, con una generale corrispondenza dei picchi di concentrazione, che mostrano il tipico andamento ciclico giornaliero caratteristico dell'Ozono, dovuto alla dipendenza di questo parametro dall'irraggiamento solare, ovunque simile in Lombardia nella stagione invernale.

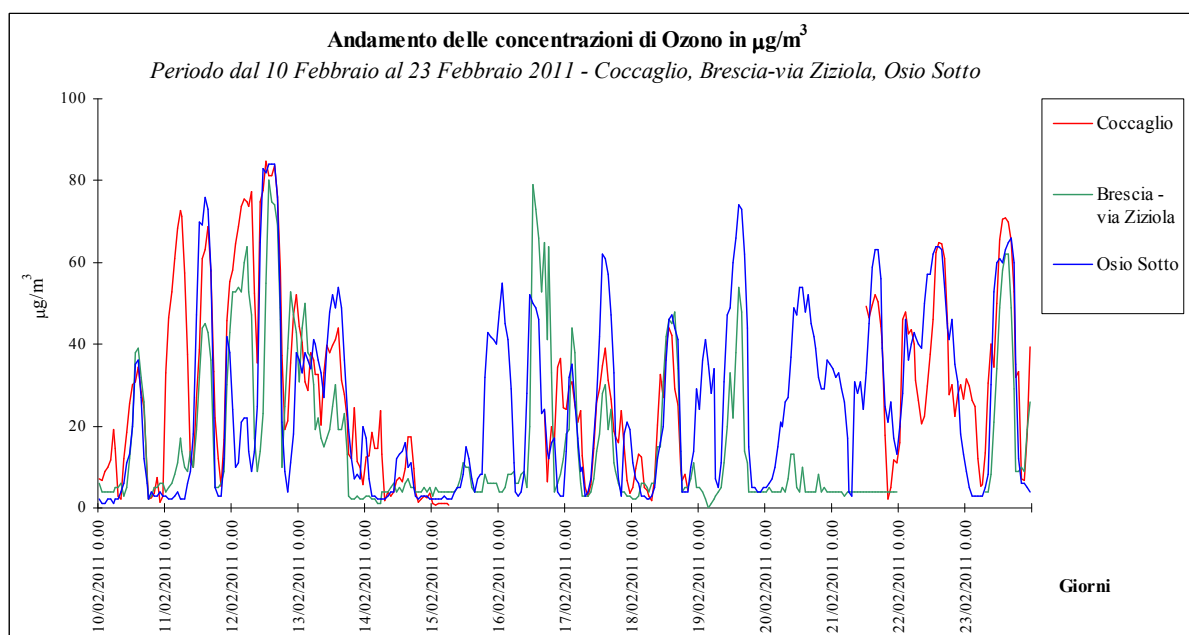
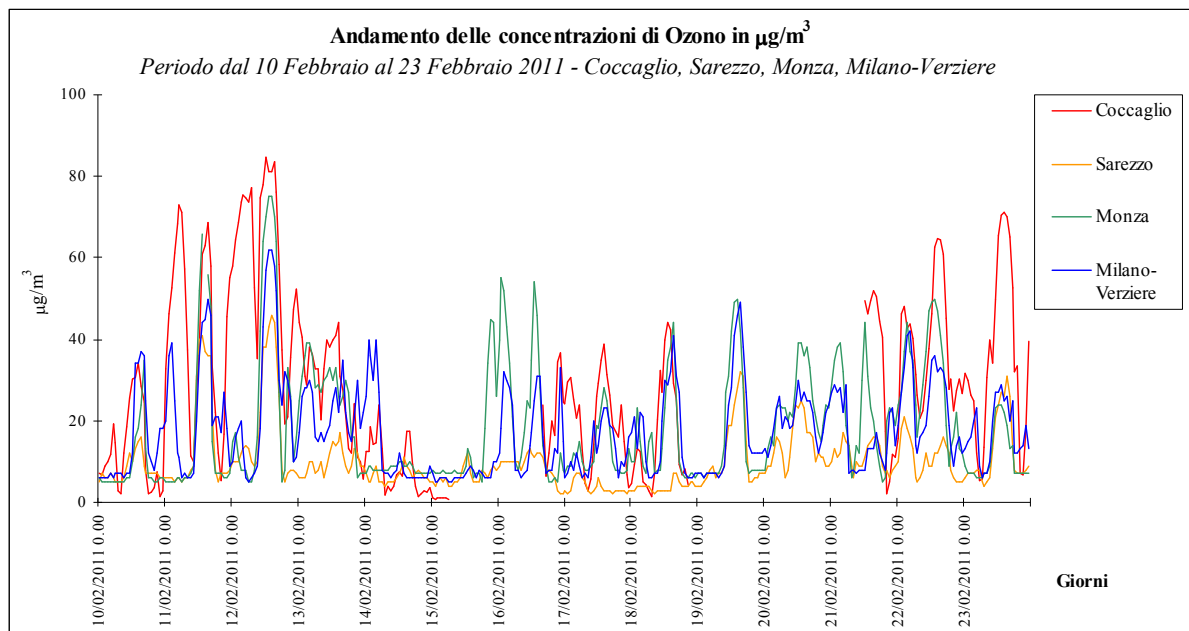
Sia nel caso dei dati rilevati nel primo periodo a Castegnato, sia nel caso di quelli rilevati nel secondo periodo a Coccaglio, si può comunque notare una maggiore vicinanza dei valori di picco a quelli registrati dalle stazioni ARPA di fondo suburbane (Brescia-via Ziziola e Osio Sotto), rispetto a quelli rilevati dalle centraline urbane, che mostrano picchi in genere un poco più bassi (e più dipendenti dagli NO<sub>x</sub> che vengono localmente originati).

Per concludere, anche per questo parametro si riportano nella tabella seguente i valori di concentrazione massimi (come medie orarie e come medie su 8 ore) e medi (su 7 giorni di campionamento), in µg/m<sup>3</sup>, riscontrati nella campagna invernale del 2010, posti a confronto con quelli della presente indagine.

Tipologia punti di monitoraggio	Campagna invernale 2010 – O <sub>3</sub>				Campagna invernale 2011 – O <sub>3</sub>			
	Comuni	Max orario	Max 8 ore	Media	Comuni	Max orario	Max 8 ore	Media
Traffico da arteria stradale	Corte Franca	75,6	59,7	24,0	Rodengo Saiano	/	/	/
	Capriolo	84,2	68,8	34,6	Paratico	/	/	/
Centro abitato	Gussago	92,5	85,6	33,8	Cologne	/	/	/
	Ospitaletto	86	75	29	Iseo	/	/	/
Fondo in zona suburbana	Passirano	85,0	80,1	43,8	Castegnato	39,7	28,4	7,8
	Erbusco	96,4	82,9	45,4	Coccaglio	84,8	77,3	28,7

I valori delle campagne del 2010 sono risultati abbastanza in linea (tendenzialmente un poco più alti) con quelli rilevati a Coccaglio nel secondo periodo di monitoraggio, più alti di quelli rilevati a Castegnato. Ciò è dovuto al fatto che tali campagne erano state effettuate quasi tutte a Marzo, quando cioè cominciavano ad allungarsi le giornate, e quindi a diventare più numerose le ore d'irraggiamento rispetto a quelle di oscurità. Questa tendenza è già evidente se si raffrontano i dati di Castegnato con quelli di Coccaglio.







## 6.5 – Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

Nella tabella seguente vengono riportati, in sintesi, per il Monossido di Azoto ed il Biossido di Azoto, i valori di concentrazione massimi (come media oraria) e medi (sui 12 giorni di monitoraggio) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio.

Punto di monitoraggio	Comune	Tipologia punto	NO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
			Max	Media	Max	Media
A	Rodengo Saiano	Traffico da arteria stradale	470,4	58,3	130,4	61,4
B	Castegnato	Fondo in zona suburbana	437,3	96,7	139,0	64,5
C	Cologne	Centro abitato	342,5	75,6	126,6	64,7
D	Coccaglio	Fondo in zona suburbana	93,3	10,6	87,8	38,7
E	Paratico	Traffico da arteria stradale	421,8	56,3	136,4	51,6
F	Iseo	Centro abitato	91,0	14,9	112,0	48,9

Per gli Ossidi di Azoto, si osserva un comportamento generale analogo a quello del materiale particolato, con valori di concentrazione in media più alti nel primo periodo di monitoraggio (punti A, B, C) e più bassi nel secondo periodo, a causa delle precipitazioni abbondanti. Inoltre, mentre nei primi tre punti vi è una sostanziale somiglianza nei valori di concentrazione massimi e medi, indipendentemente dalla tipologia di sito considerato, tra gli altri tre siti di monitoraggio si è evidenziato il punto di traffico di Paratico.

Ovunque è risultato evidente il tipico andamento ciclico giornaliero degli Ossidi di Azoto, con due picchi di concentrazione principali legati al traffico veicolare (uno verso le 08.00 la mattina e l'altro verso le 20.00 la sera); in generale, tale ciclo è risultato complementare a quello dell'Ozono, a causa delle reazioni implicate nel fenomeno dello "smog fotochimico".

Il Monossido di Azoto, per il quale non esistono valori limite, ha mostrato valori di concentrazione abbastanza significativi, con picchi piuttosto marcati in tutti e tre i primi punti, risultando anch'esso presente in concentrazioni in media maggiori nel "punto di fondo" di Castegnato e minori nel punto di traffico di Rodengo Saiano. Un poco più bassi, ma ancora significativi, come atteso per la tipologia del sito, sono stati i valori rilevati nel secondo periodo di monitoraggio nel punto di traffico di Paratico, mentre molto contenuti sono stati quelli





Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 41 di 60

rilevati ad Iseo e, soprattutto, Coccaglio, che anche per gli Ossidi di Azoto si è caratterizzato come vero e proprio punto di fondo.

Per le concentrazioni del Biossido di Azoto, le differenze tra primo e secondo periodo di monitoraggio sono risultate meno marcate, seppur ancora evidenti. In ogni caso, in nessun punto di monitoraggio, neanche nei primi tre, è stato superato il valore limite orario di concentrazione per la protezione della salute umana, pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , fissato dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 come valore da non superare più di 18 volte per anno civile. Per quanto riguarda questo inquinante, trascurabile è risultata la differenza tra i valori di concentrazione riscontrati nei punti A, B e C, mentre ben più significativa si è rivelata quella tra i dati misurati nei punti del secondo periodo di monitoraggio; soprattutto prima dei giorni di pioggia, è infatti risultata ben evidente la differenziazione tra le tre tipologie di punto, con valori di concentrazione più alti nel punto di traffico (Paratico), più bassi in quello di fondo (Coccaglio) e intermedi in quello di centro abitato (Iseo).

I confronti tra gli andamenti riscontrati per le concentrazioni di Monossido di Azoto e di Biossido di Azoto nei 6 punti di monitoraggio vengono riportati nei grafici che seguono a fine del paragrafo.

Per il Biossido di Azoto si riportano anche gli andamenti registrati in contemporanea dalle stazioni ARPA; per semplicità di rappresentazione, si è scelto di mostrare ciascun punto a confronto solo con le centraline ARPA affini per tipologia al punto preso in considerazione.

I punti di fondo di Castegnato e Coccaglio sono raffrontati a quelli delle centraline ARPA di Brescia-via Ziziola, Osio Sotto e Rivolta d'Adda, caratterizzate come stazioni suburbane di fondo. I valori di concentrazione riscontrati nei due punti sono in linea con quelli delle stazioni ARPA; solo la stazione di Brescia-via Ziziola mostra valori di poco più alti.

I risultati ottenuti nei siti di traffico di Rodengo Saiano e Paratico sono invece stati confrontati con i dati rilevati nelle centraline di Sarezzo e Rezzato, qualificate rispettivamente come stazione di fondo in zona urbana e stazione industriale in zona suburbana, ma entrambe molto vicine a strade trafficate (la prima centralina si trova infatti al crocevia tra la SP BS 345 e la SP3, e la seconda sulla SP116). Tanto i valori di concentrazione rilevati a Rodengo Saiano, quanto quelli misurati a Paratico (e questi ultimi in modo ancora più marcato) sono risultati più



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 42 di 60

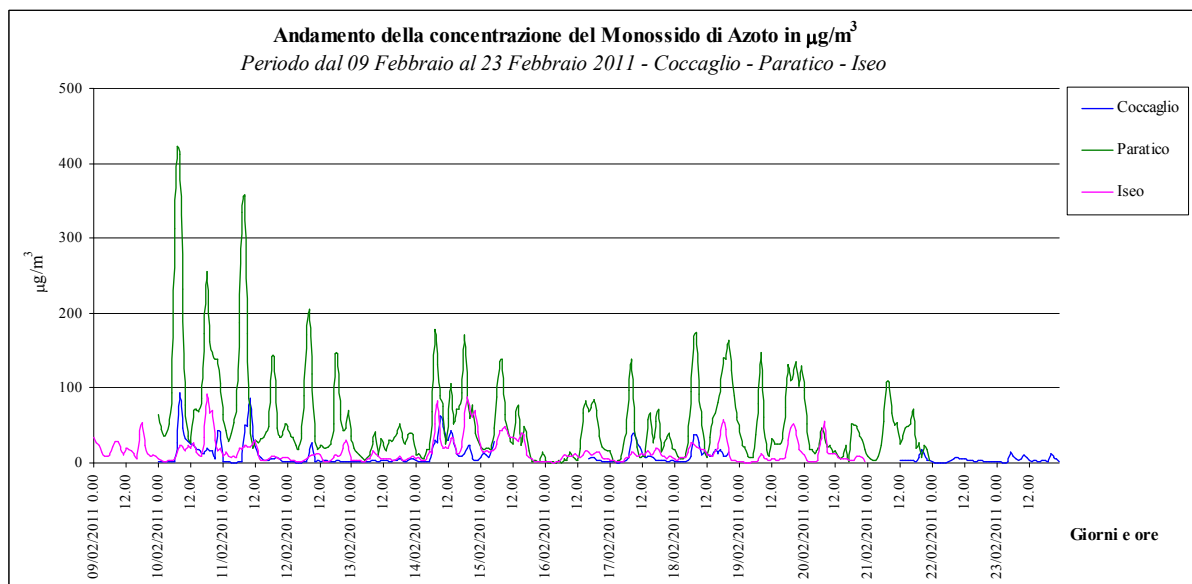
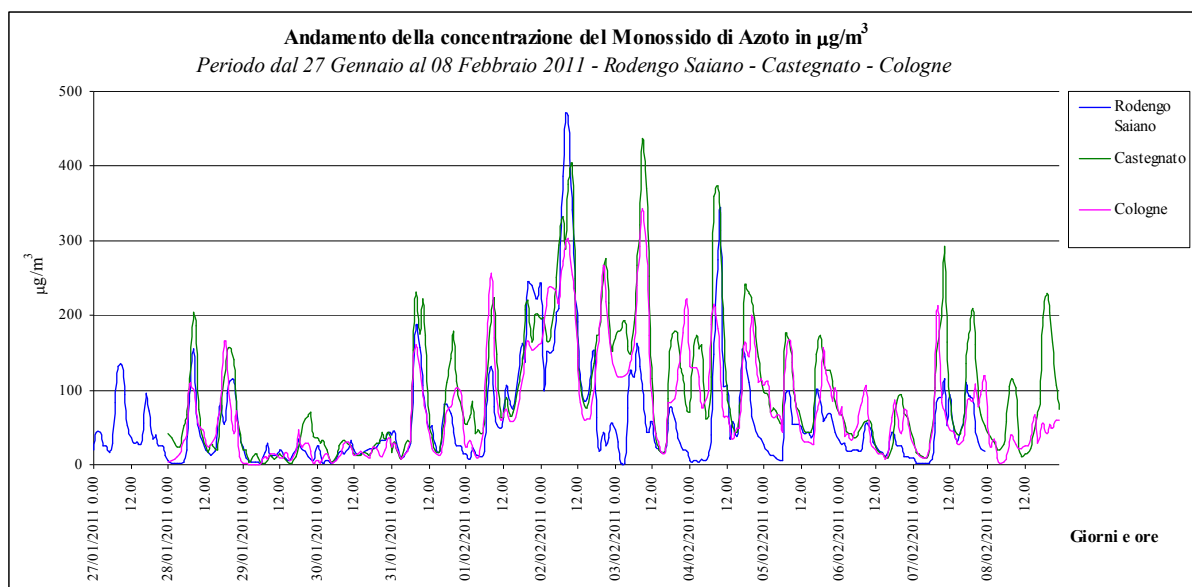
elevati dei dati misurati dalle due centraline ARPA considerate. Sono piuttosto risultati in linea con quelli registrati dalla stazione urbana di traffico di Brescia-Broletto.

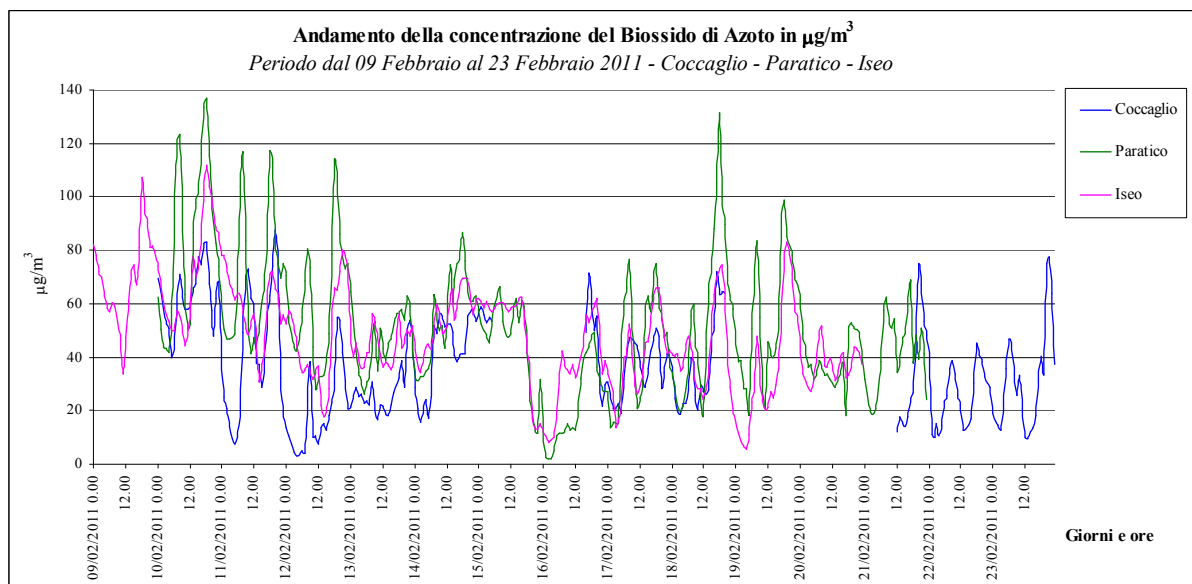
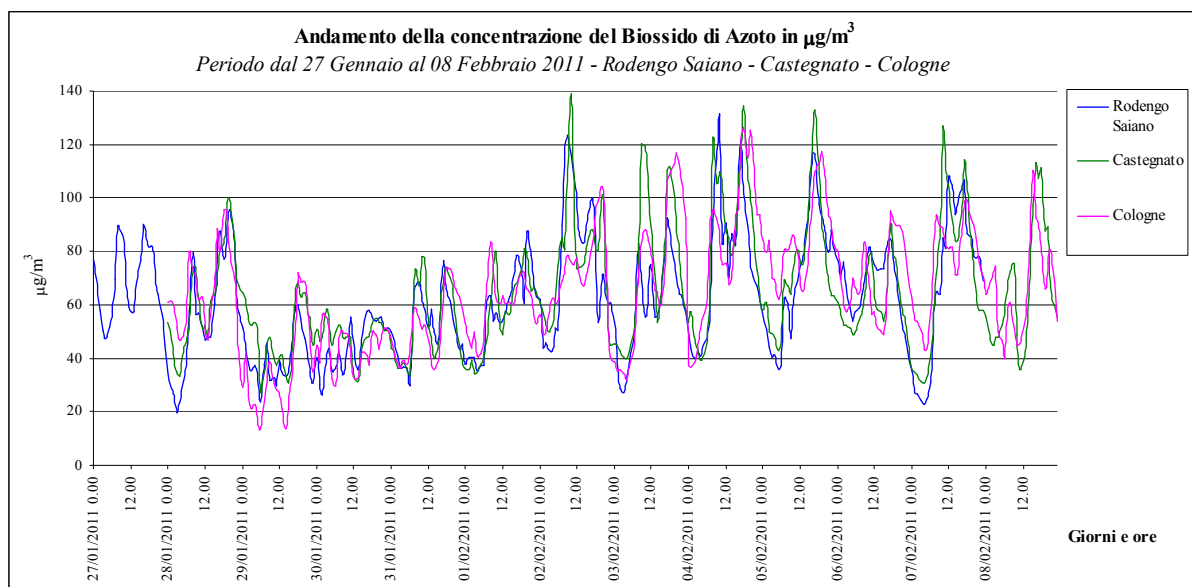
I dati raccolti nei due punti di centro abitato, Cologne e Iseo, sono stati infine messi a confronto con quelli rilevati nelle stazioni di Brescia-Broletto, Milano-Verziere (stazioni di traffico in zona urbana) e Monza (stazione di fondo in zona urbana). I valori di concentrazione registrati nei due siti sono risultati in genere più bassi di quelli rilevati dalle tre centraline ARPA, soprattutto di quelle di Monza e Milano-Verziere. Sono invece più in linea, in particolare nel caso di Cologne, con i valori di concentrazione riscontrati dalle stazioni di fondo in zona suburbana di Osio Sotto e Rivolta d'Adda.

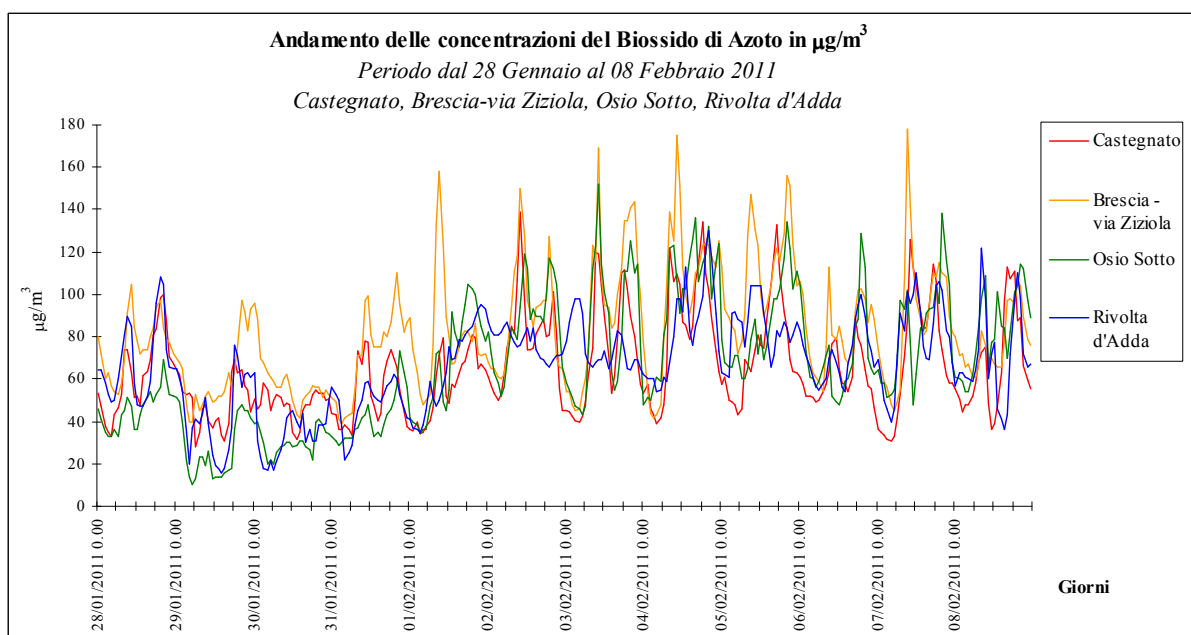
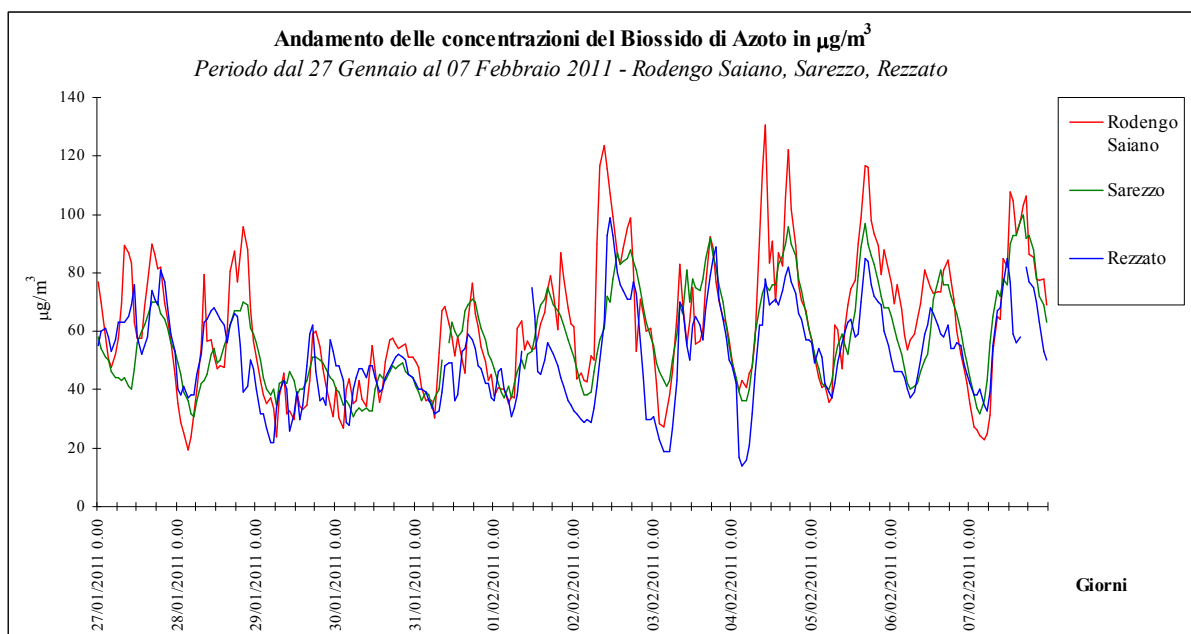
Per concludere, anche per il Monossido ed il Biossido di Azoto si riportano, qui di seguito in tabella, i valori di concentrazione massimi (come medie orarie) e medi (su 7 giorni di campionamento), in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , riscontrati nella campagna invernale del 2010, posti a confronto con quelli della presente indagine.

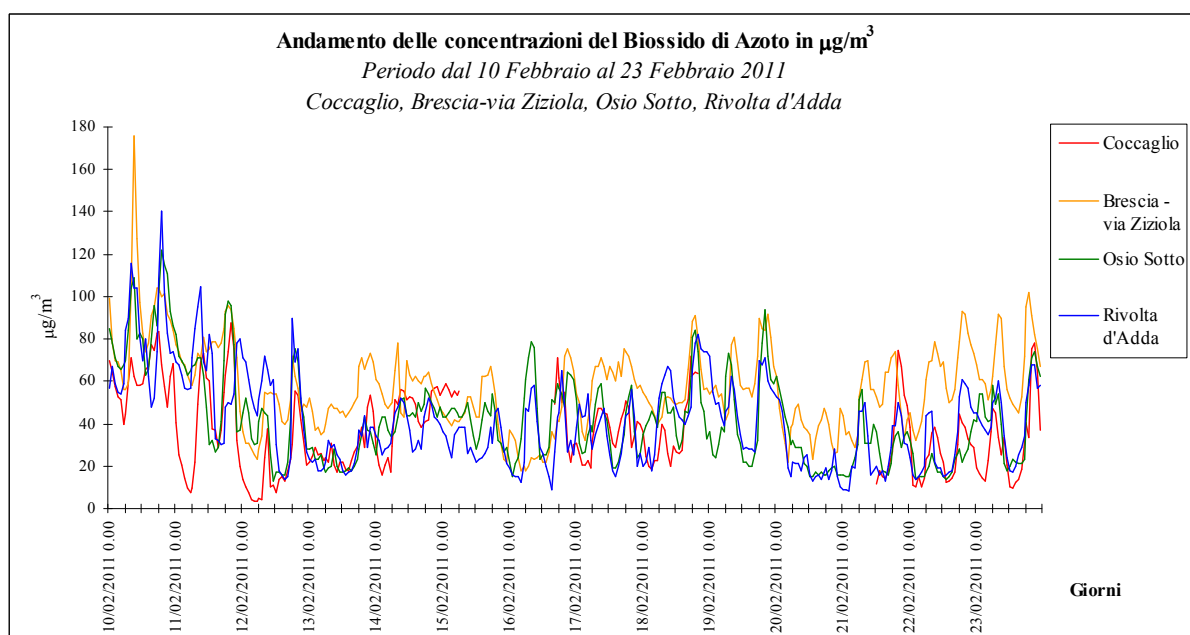
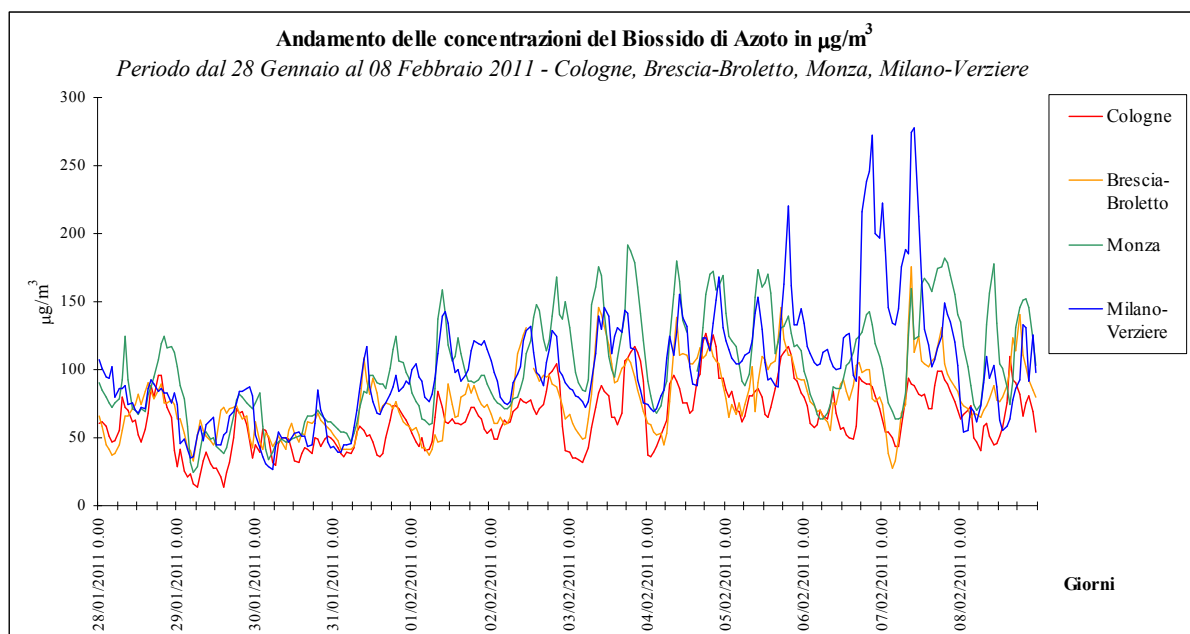
Tipologia punti di monitoraggio	Campagna invernale 2010 – NO <sub>x</sub>				Campagna invernale 2011 – NO <sub>x</sub>					
	Comuni	NO		NO <sub>2</sub>		Comuni	NO		NO <sub>2</sub>	
		Max	Med.	Max	Med.		Max	Med.	Max	Med.
Traffico da arteria stradale	Corte Franca	112,0	21,3	120,9	60,7	Rodengo Saiano	470,4	58,3	130,4	61,4
	Capriolo	109,1	22,7	102,7	46,4	Paratico	421,8	56,3	136,4	51,6
Centro abitato	Gussago	59,2	8,2	79,2	36,1	Cologne	342,5	75,6	126,6	64,7
	Ospitaletto	277,8	22,8	103,5	42,7	Iseo	91,0	14,9	112,0	48,9
Fondo in zona suburbana	Passirano	48,8	6,7	86,4	29,9	Castegnato	437,3	96,7	139,0	64,5
	Erbusco	39,4	4,3	71,3	21,6	Coccaglio	93,3	10,6	87,8	38,7

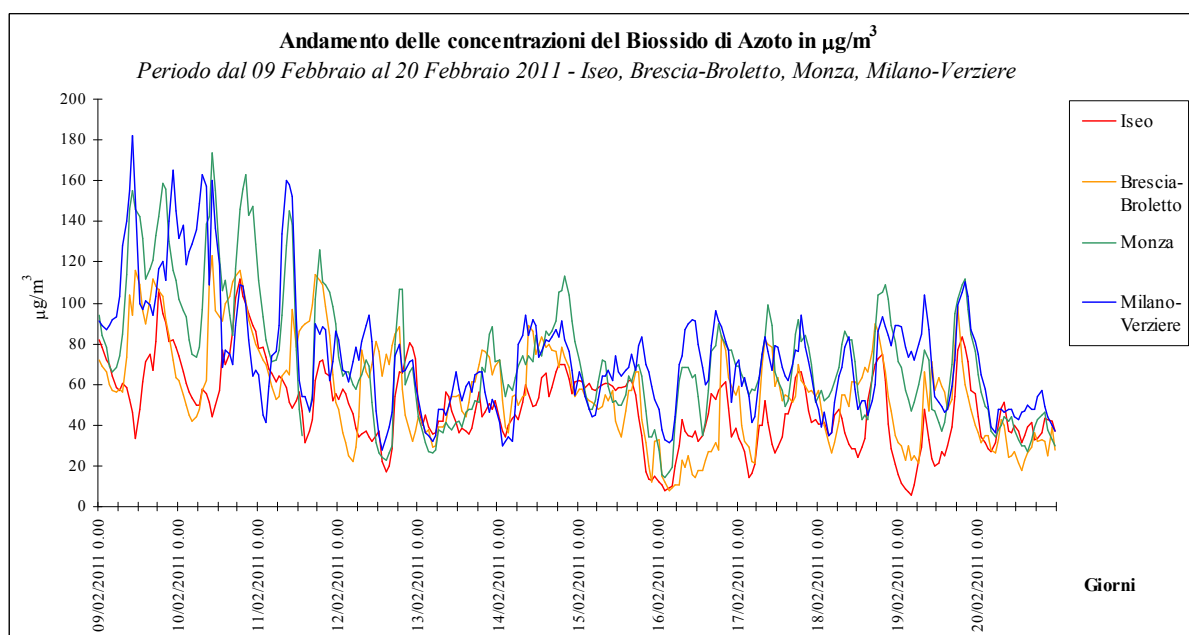
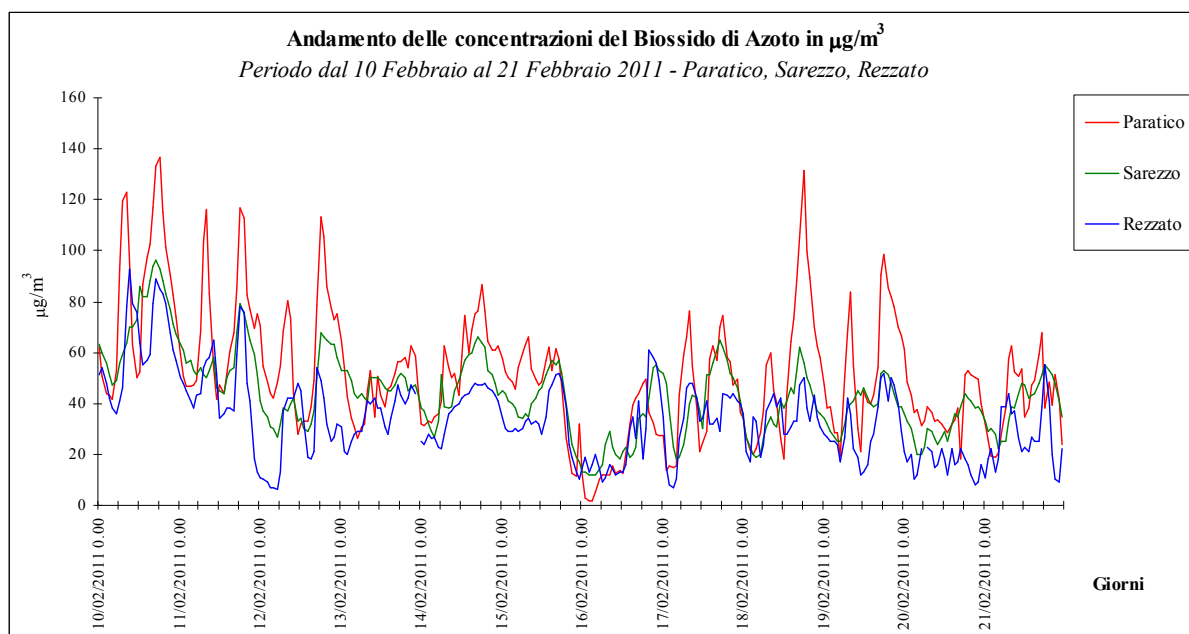
Analogamente a quanto osservato per il PM10, i valori di concentrazione degli Ossidi di Azoto riscontrati in queste campagne sono risultati in linea generale un poco più alti di quelli rilevati nelle campagne del 2010. Come già detto per il particolato, ciò è comunque relativo al fatto che le campagne del 2010 sono state effettuate quasi tutte a Marzo, verso il terminare della stagione fredda, quando le concentrazioni di inquinanti quali PM10 e Ossidi di Azoto tendono a diminuire, a causa della minore stabilità atmosferica e dell'aumento dell'altezza dello strato di rimescolamento e per il minore funzionamento degli impianti di riscaldamento civili.













## 6.6 – Benzene

Nella tabella seguente vengono riportati, in sintesi, per il Benzene i valori di concentrazione massimi (come media oraria) e medi (sui 12 giorni di monitoraggio) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio.

Il monitoraggio del Benzene è stato effettuato in uno solo dei due punti di fondo, ovvero nella postazione di Coccaglio; tra i due punti di fondo è stato scelto questo in quanto quello di Castegnato, come più volte è stato detto, tendeva a caratterizzarsi più come un punto da centro abitato (come è risultato anche dai dati analitici rilevati per gli altri parametri).

Punto di monitoraggio	Comune	Tipologia punto	Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
			Max	Media
A	Rodengo Saiano	Traffico da arteria stradale	6,2	2,0
C	Cologne	Centro abitato	4,8	1,6
D	Coccaglio	Fondo in zona suburbana	1,9	0,9
E	Paratico	Traffico da arteria stradale	3,4	1,0
F	Iseo	Centro abitato	3,4	1,1

Come per gli Ossidi di Azoto ed il materiale particolato, si sono osservati valori di concentrazione in media più alti nel primo periodo di monitoraggio (punti A e C) e più bassi nel secondo periodo (punti D, E, F), a causa delle precipitazioni abbondanti.

Evidente è risultata la differenziazione tra le due tipologie di sito nel primo periodo di monitoraggio, con valori di concentrazione per il Benzene rilevati nel punto di traffico di Rodengo Saiano quasi sempre più elevati di quelli riscontrati nel centro abitato di Cologne.

Nel secondo periodo, invece, vi è stata una maggiore somiglianza tra le concentrazioni riscontrate nei tre punti; le maggiori differenze si vedono nei primi giorni di monitoraggio, prima di venire smorzate dalle piogge. In particolare sono risultati evidenti alcuni picchi di concentrazione nel punto di traffico di Paratico, mentre il punto di Coccaglio non ha mostrato concentrazioni significative, caratterizzandosi di fatto come punto di fondo.

In ogni caso, in tutti i punti monitorati i valori medi di concentrazione sull'intero periodo di monitoraggio sono risultati ben inferiori al valore limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , fissato per il Benzene dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010, come



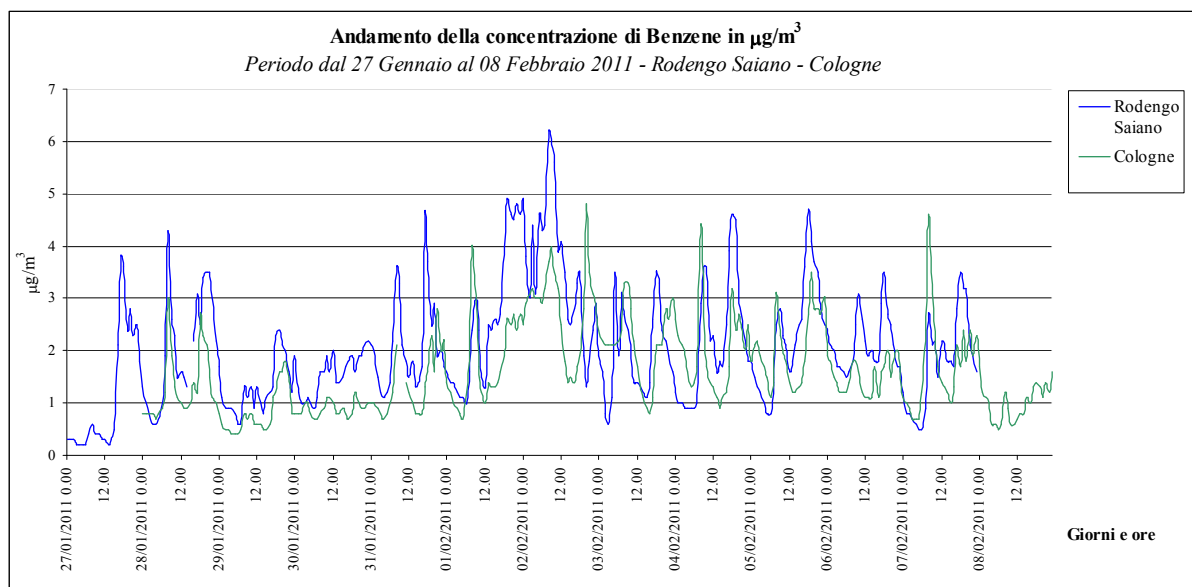


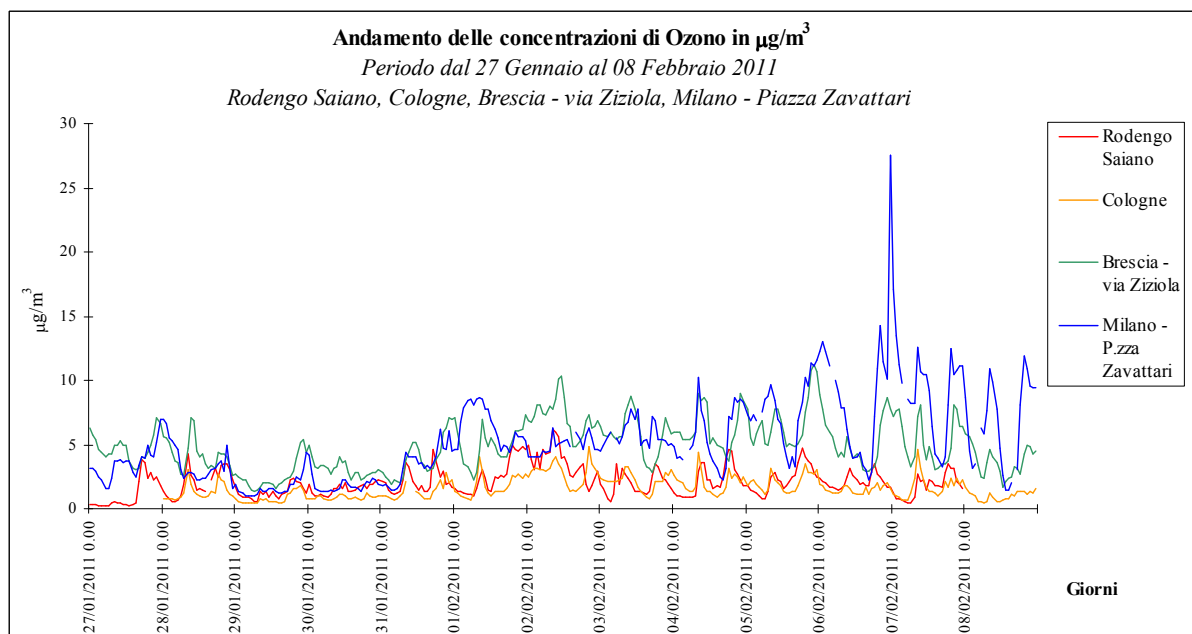
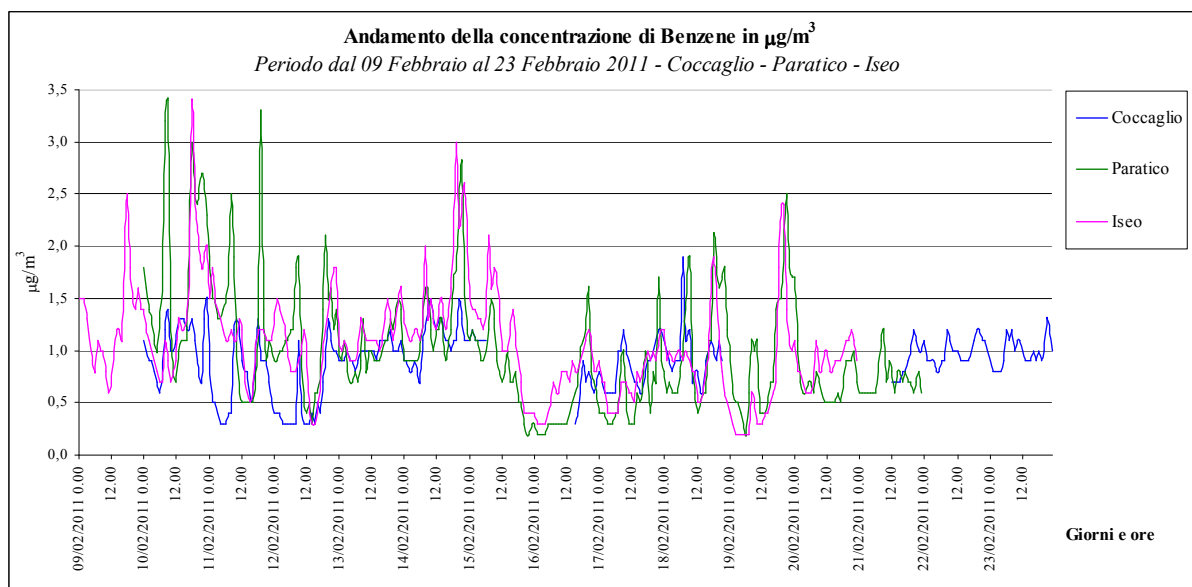
concentrazione media sull'anno civile. Solo nel caso del punto di traffico di Rodengo Saiano, alcuni valori orari sono risultati di poco superiori a tale limite annuale.

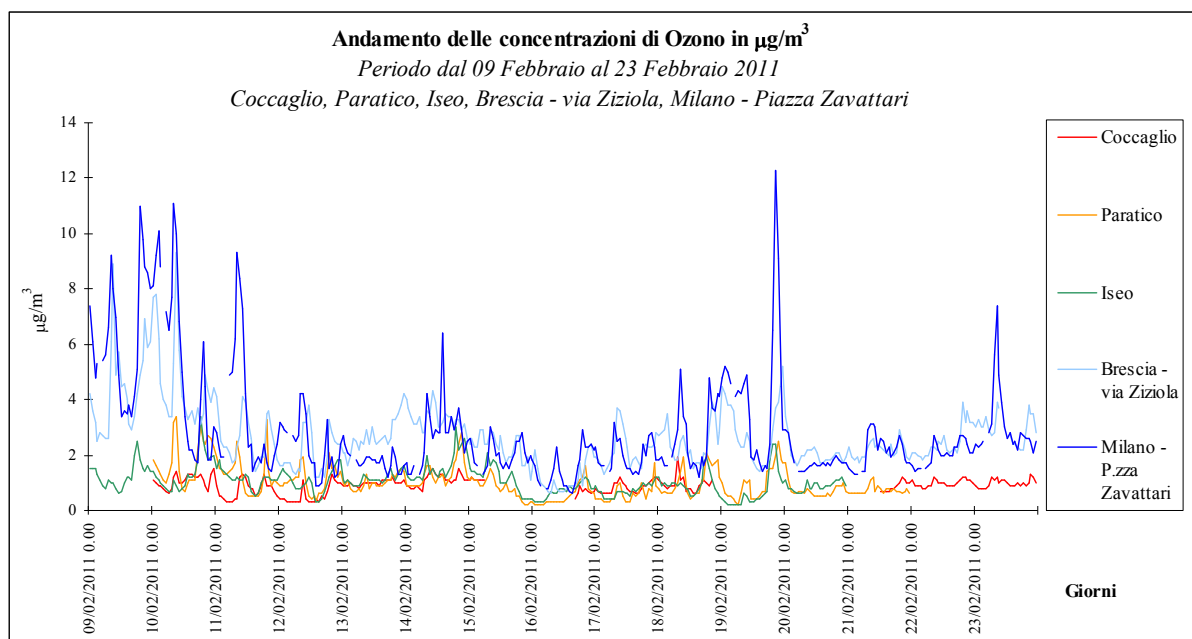
L'abbassamento dei valori di concentrazione tra il primo ed il secondo periodo di monitoraggio trova riscontro, come per gli altri inquinanti, anche nei dati rilevati dalle centraline ARPA. Per questo parametro si è fatto riferimento in particolare alle due stazioni di Brescia-via Ziziola (stazione di fondo suburbana) e Milano-Piazza Zavattari (stazione di traffico urbana).

I confronti tra gli andamenti riscontrati nei punti di monitoraggio indagati e le due stazioni ARPA sono riportati nei grafici che seguono.

Si può osservare che, in entrambi i periodi di monitoraggio, i valori di concentrazione riscontrati nei punti monitorati sono risultati sempre ben più bassi di quelli registrati dalle due centraline ARPA, in particolare quella di Milano-Piazza Zavattari; i dati di tali stazioni presentano infatti picchi di concentrazione nell'ordine della decina di  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e valori medi attorno ai  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .









## **7. INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA (IQA)**

L'indice della qualità dell'aria è una grandezza adimensionale definita per rappresentare, in maniera sintetica, lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico e consentirne, quindi, una comunicazione semplice, immediata ed accessibile ad un vasto pubblico.

In questo capitolo viene introdotto l'indice di qualità dell'aria (IQA) adottato dall'ARPA dell'Emilia-Romagna e viene applicato ai risultati delle campagne effettuate.

### **7.1 – L'indice di qualità dell'aria dell'Emilia-Romagna**

In generale sono possibili diverse definizioni di indici di qualità dell'aria, per costruire i quali occorre:

- scegliere quali siano gli inquinanti da considerare (in genere tra quelli che presentano effetti di tipo acuto sulla salute, quali PM10, PM2.5, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>);
- definire una scala adimensionale (sotto-indice) per ogni inquinante considerato, il che implica anche la scelta di un'opportuna modalità di aggregazione temporale dei dati rilevati (media giornaliera, massimo orario giornaliero,...), in genere considerando per ogni inquinante l'indicatore temporale rispetto al quale è definito il corrispondente limite di legge;
- costruire un indice sintetico unico, a partire dai sotto-indici definiti per ogni inquinante.

In questo caso si è deciso di ricorrere all'indice definito dall'ARPA Emilia-Romagna (si veda il documento "Definizione di un indice di qualità dell'aria per l'Emilia-Romagna" – ARPA Emilia-Romagna).

Nel suo calcolo sono inclusi, tra gli inquinanti con effetti a breve termine, solo il PM10, il Biossido di Azoto e l'Ozono, ovvero quelli che presentano le maggiori criticità, mentre il Monossido di Carbonio e l'Anidride Solforosa sono esclusi, dato che negli ultimi decenni hanno conosciuto una drastica diminuzione delle loro concentrazioni in aria, tanto da essere stabilmente e ampiamente sotto i limiti di legge: lo stesso criterio che si è seguito per la scelta dei parametri da monitorare nelle campagne effettuate nella Franciacorta.



Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 53 di 60






Si è quindi proceduto alla definizione dei sotto-indici relativi ai 3 parametri PM10, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, utilizzando l'approccio basato sulla standardizzazione rispetto ai limiti di legge, ovvero:

- la modalità di aggregazione temporale dei dati grezzi è quella prevista dalla legislazione (media giornaliera per il PM10; valore massimo giornaliero delle medie mobili sulle 8 ore per l'Ozono; valore massimo giornaliero delle medie orarie per il Biossido di Azoto);
- per definire un sotto-indice adimensionale ( $I_p$ ), si divide il dato di concentrazione dell'inquinante ( $C_p$ ), espresso nell'unità di misura originaria, per un valore di riferimento ( $L_p$ ), che è dato dal limite di legge (PM10: 50 µg/m<sup>3</sup>; O<sub>3</sub>: 120 µg/m<sup>3</sup>; NO<sub>2</sub>: 200 µg/m<sup>3</sup>), e si moltiplica il risultato per 100:

$$I_p = \frac{C_p}{L_p} \times 100$$

Calcolati i sotto-indici, come indice sintetico si utilizza il valore più elevato tra tutti i sotto-indici calcolati. Questo è l'approccio più utilizzato in ambito internazionale: il calcolo viene effettuato in modo tale che è sufficiente che un solo inquinante sia sopra il limite di legge perché l'indice complessivo assuma un valore superiore a 100.

Una volta definito l'indice sintetico, si scelgono un range di variazione ed un numero di classi per tale indice, in questo caso una scala di valori con una gradazione a step uniformi pari a 50 unità dell'indice, alla quale è associata una scala cromatica di 5 colori (verde, giallo, arancione, rosso e viola, secondo quella di più largo uso in ambito internazionale). A sua volta, a ciascuno di questi colori è associato un giudizio di valore della qualità dell'aria, come mostrato nella tabella seguente.

<b>IQA</b>	<b>Cromatismo</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
< 50		Buona
50 – 99		Accettabile
100 – 149		Mediocre
150 – 199		Scadente
> 200		Pessima



## **7.2 – Applicazione dell'indice IQA alle campagne della Franciacorta**

Vengono qui di seguito riportati in tabella, per ciascun punto di monitoraggio, gli indici di qualità dell'aria e i corrispondenti giudizi sulla qualità dell'aria relativi alle campagne effettuate nei 6 comuni della Franciacorta.

I valori di concentrazione di Ozono sono stati rilevati solamente per i punti di fondo (punto B – Castegnato; punto D – Coccaglio). Tuttavia, come già è stato sottolineato, le concentrazioni di Ozono, dipendenti dall'irraggiamento solare, nella stagione fredda sono tendenzialmente basse; inoltre esse sono sostanzialmente uniformi, in quanto a valori medi, su scala regionale. Cose che sono state confermate dai dati rilevati e dai confronti eseguiti con i dati delle centraline ARPA.

Essendo quindi lecito assumere che, anche nei punti in cui l'Ozono non è stato misurato, i suoi valori di concentrazione non abbiano mai superato il valore obiettivo fissato dalla normativa nazionale e che, quindi, esso non possa contribuire a determinare un valore dell'IQA superiore a 100, si è proceduto alla determinazione di tale indice per tutti i punti monitorati

<b>Punto A – Scuola “B. da Norcia” – Rodengo Saiano</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
27/01/2011	231	/	45	231	Pessima
28/01/2011	196	/	48	196	Scadente
29/01/2011	123	/	30	123	Mediocre
30/01/2011	175	/	29	175	Scadente
31/01/2011	180	/	38	180	Scadente
01/02/2011	200	/	44	200	Pessima
02/02/2011	228	/	62	228	Pessima
03/02/2011	156	/	46	156	Scadente
04/02/2011	229	/	65	229	Pessima
05/02/2011	215	/	58	215	Pessima
06/02/2011	221	/	42	221	Pessima



<b>Punto B – Acquedotto, via Franchi – Castegnato</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
28/01/2011	187	10	50	187	Scadente
29/01/2011	131	23	35	131	Mediocre
30/01/2011	173	9	29	173	Scadente
31/01/2011	193	10	39	193	Scadente
01/02/2011	190	7	40	190	Scadente
02/02/2011	222	6	70	222	Pessima
03/02/2011	211	14	60	211	Pessima
04/02/2011	247	8	67	247	Pessima
05/02/2011	249	11	67	249	Pessima
06/02/2011	246	24	45	246	Pessima
07/02/2011	242	11	63	242	Pessima

<b>Punto C – Istituto Comprensivo Cologne – Cologne</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
28/01/2011	196	/	48	196	Scadente
29/01/2011	108	/	36	108	Mediocre
30/01/2011	164	/	28	164	Scadente
31/01/2011	183	/	37	183	Scadente
01/02/2011	183	/	42	183	Scadente
02/02/2011	233	/	52	233	Pessima
03/02/2011	192	/	58	192	Scadente
04/02/2011	219	/	63	219	Pessima
05/02/2011	234	/	59	234	Pessima
06/02/2011	241	/	47	241	Pessima
07/02/2011	246	/	50	246	Pessima



<b>Punto D – Scuola “Urbani e Nespoli” – Coccaglio</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell’aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
10/02/2011	191	21	42	191	Scadente
11/02/2011	135	49	44	135	Mediocre
12/02/2011	119	64	28	119	Mediocre
13/02/2011	268	33	27	268	Pessima
14/02/2011	265	12	29	265	Pessima
15/02/2011	/	/	/	/	/
16/02/2011	31	18	35	35	Buona
17/02/2011	54	24	25	54	Accettabile
18/02/2011	68	27	36	68	Accettabile
19/02/2011	/	/	/	/	/
20/02/2011	/	/	/	/	/
21/02/2011	91	41	37	91	Accettabile
22/02/2011	86	43	22	86	Accettabile

<b>Punto E – Rotonda viale Madruzzo – Paratico</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell’aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
10/02/2011	270	/	68	270	Pessima
11/02/2011	219	/	59	219	Pessima
12/02/2011	175	/	57	175	Scadente
13/02/2011	283	/	32	283	Pessima
14/02/2011	314	/	43	314	Pessima
15/02/2011	204	/	33	204	Pessima
16/02/2011	36	/	25	36	Buona
17/02/2011	65	/	38	65	Accettabile
18/02/2011	124	/	66	124	Mediocre
19/02/2011	106	/	49	106	Mediocre
20/02/2011	97	/	31	97	Accettabile





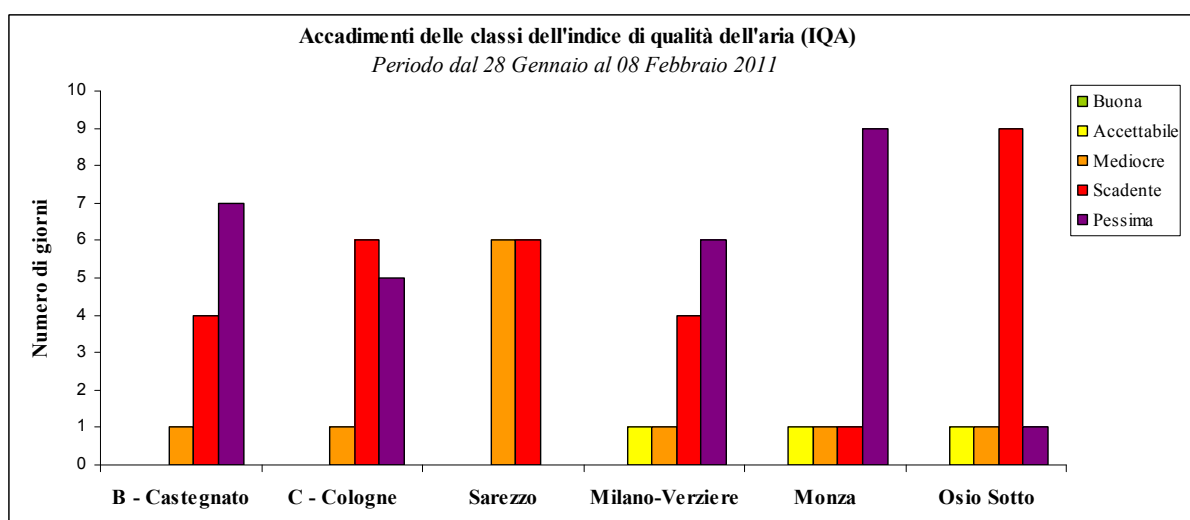
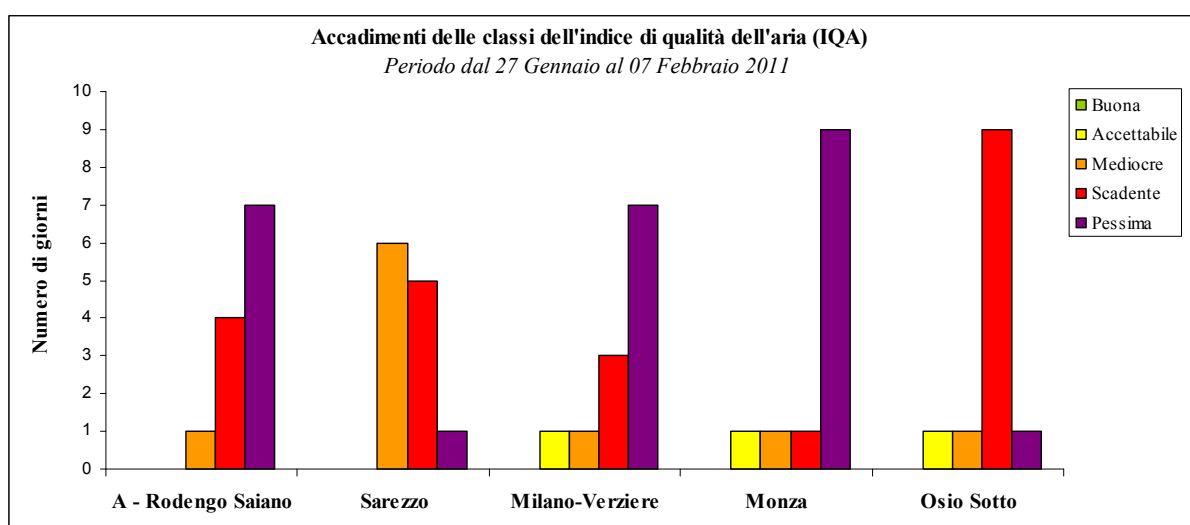
<b>Punto F – Scuola “A. Zuccoli” – Iseo</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell’aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
09/02/2011	168	/	54	168	Scadente
10/02/2011	192	/	56	192	Scadente
11/02/2011	170	/	39	170	Scadente
12/02/2011	155	/	40	155	Scadente
13/02/2011	257	/	28	257	Pessima
14/02/2011	281	/	35	281	Pessima
15/02/2011	204	/	31	204	Pessima
16/02/2011	38	/	31	38	Buona
17/02/2011	53	/	33	53	Accettabile
18/02/2011	73	/	37	73	Accettabile
19/02/2011	57	/	42	57	Accettabile

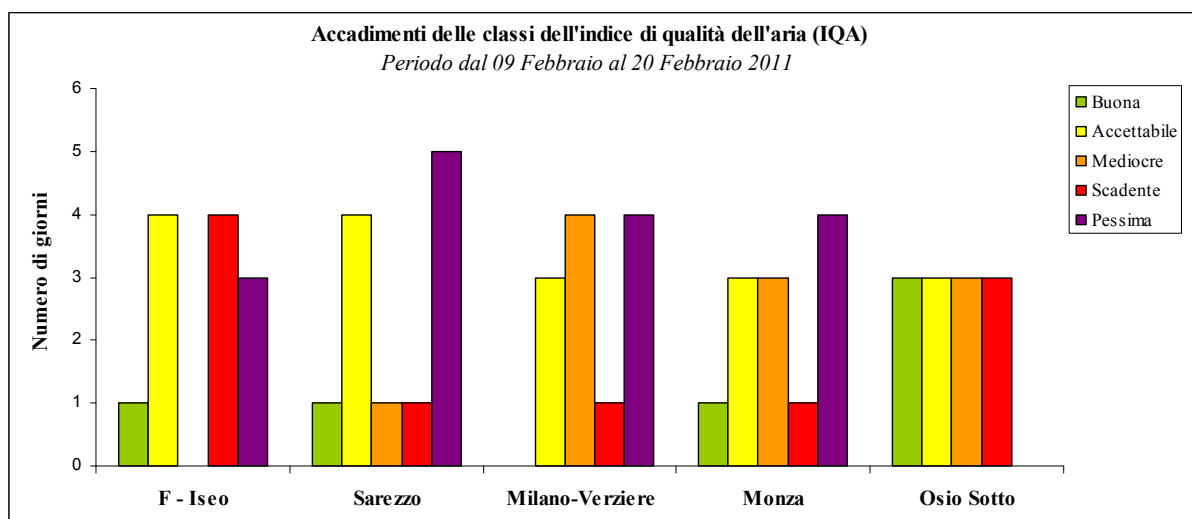
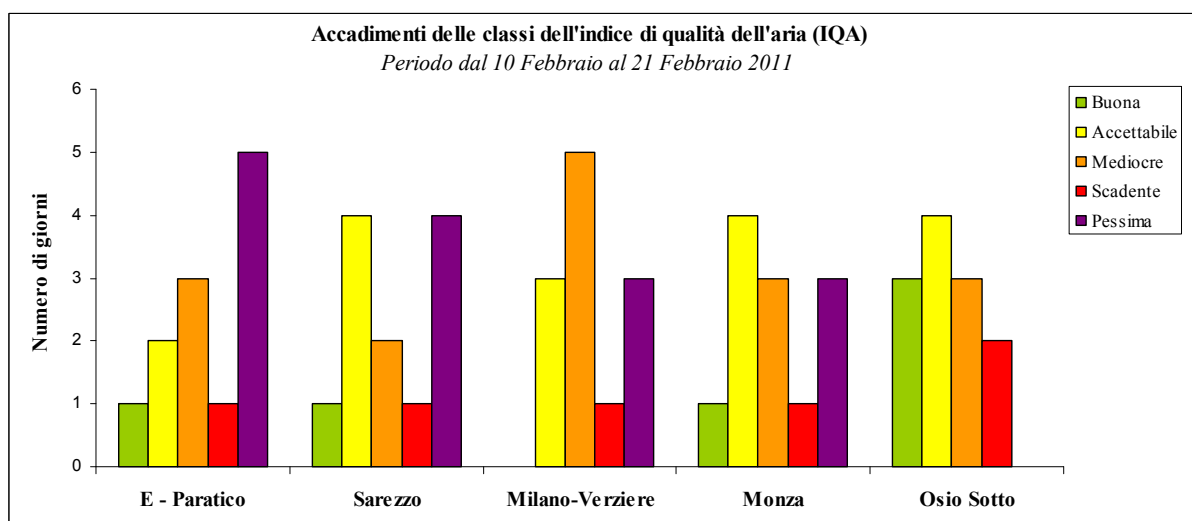
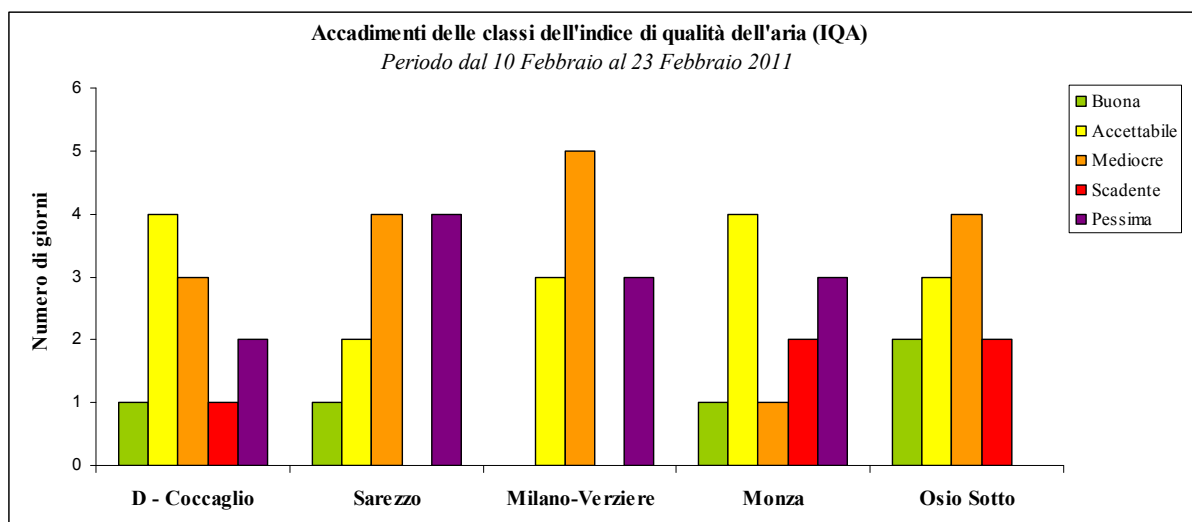
Come per la campagna invernale del 2010, si può osservare che il valore dell’IQA risulta essere sempre quello del sotto-indice relativo al PM10, ad evidenza del fatto che il PM10 costituisce l’inquinante più critico nella stagione invernale. Solo in una giornata a Coccaglio, caratterizzata da piogge abbondanti (16/02/2011), il valore dell’IQA è stato determinato dal sottoindice relativo al Biossido di Azoto. Va però precisato che tale giornata è stata una di quelle in cui, nel punto di Coccaglio, si è avuta un’interruzione nella fornitura di corrente e, pertanto, il campionamento del PM10 non ha coperto le 24 ore complessive.

Nel primo periodo di monitoraggio (punti A, B, C), le due classi dell’indice IQA sintetico che prevalgono in modo quasi esclusivo sono quelle “pessima” e “scadente”, indipendentemente dal punto considerato. Come si è visto, però, in tale periodo i valori di concentrazione del PM10 sono risultati molto elevati in tutta la Lombardia. Nel secondo periodo di monitoraggio (punti D, E, F), tali classi diminuiscono in frequenza, limitandosi ai primi giorni di monitoraggio, e vanno comparando le classi “mediocre” e “accettabile”, in conseguenza delle piogge abbondanti delle giornate 15 ÷ 17 Febbraio. Nei punti di Iseo e Paratico continuano comunque a prevalere le classi peggiori; solo nel punto di fondo di Coccaglio vengono a prevalere nel complesso le classi da “buona” a “mediocre”.



Questi risultati vengono riproposti negli istogrammi riportati di seguito, dove viene rappresentato in grafico il numero di giorni relativo a ciascuna classe dell'indice IQA. L'indice calcolato per ogni punto di monitoraggio viene messo a confronto con quello determinato nelle stesse giornate per le stazioni ARPA per le quali sono disponibili i valori di tutti e tre gli inquinanti di interesse, ovvero le quattro stazioni di Sarezzo, Milano-Verziere, Monza e Osio Sotto.







Castelmella (BS), rif. AMB-11/0724  
pag. 60 di 60

Come per i 6 siti di monitoraggio, anche per le stazioni ARPA il valore dell'indice IQA è risultato quasi sempre coincidente con il sotto-indice relativo al parametro PM10. Come per il punto di Coccaglio, solo nella giornata di Mercoledì 16 Febbraio, giornata molto piovosa, l'indice IQA è venuto a coincidere con il sotto-indice relativo al Biossido di Azoto.

In conseguenza a questo fatto, visto la somiglianza nel comportamento del parametro PM10, anche lo stato della qualità dell'aria è risultato ovunque simile.

Nel primo periodo di monitoraggio, per le stazioni ARPA come per i punti della Franciacorta, le classi di qualità dell'aria che compaiono in netta prevalenza sono quella "pessima" e/o "scadente", col predominare dell'una o dell'altra a seconda dei punti (nella stazione di fondo di Osio Sotto risulta decisamente preponderante la classe "scadente", nelle altre quella "pessima"). Unica eccezione è costituita dalla stazione di Sarezzo, per la quale compare, con uguale peso rispetto alla somma di queste due classi, anche la classe "mediocre".

Nel secondo periodo di monitoraggio, nuovamente la situazione della qualità dell'aria rilevata in Franciacorta risulta simile a quella rilevata dalle stazioni ARPA, con un generico diminuire, rispetto al totale, degli accadimenti delle classi "pessima" e "scadente", che rimangono comunque significativi a causa delle prime giornate di monitoraggio, ed un aumento netto degli accadimenti delle classi "mediocre" e/o "accettabile".

Di nuovo la stazione di Osio risulta quella che, rispetto alle altre stazioni ARPA ed ai punti di monitoraggio considerati, presenta un maggior numero di accadimenti delle classi migliori, con significative presenze anche della classe di qualità dell'aria "buona".