

**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura della Qualità dell'Aria**  
**COMUNI DI GRASSOBBIO - ORIO AL SERIO**

10 maggio al 19 giugno 2013

# **Campagna di Misura della Qualità dell'Aria**

## COMUNI DI GRASSOBBIO - ORIO AL SERIO

### **Gestione e Manutenzione Tecnica della strumentazione**

Saverio Bergamelli, Enrico Bicelli , Luca Vergani

### **Testo ed elaborazione dati**

Anna De Martini, Laura Carroccio, Cristina Colombi

## Premessa

Nella presente relazione, si discutono i risultati relativi alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata con laboratorio mobile e campionatori passivi nei Comuni di Grassobbio ed Orio al Serio.

# Campagna di Misura della Qualità dell'Aria

## COMUNI DI GRASSOBBIO – ORIO AL SERIO

<b><i>Introduzione</i></b>	pag. 3
<b>Laboratorio Mobile.....</b>	pag. 3
<b>Campionatori Passivi.....</b>	pag. 3
<b>I principali inquinanti atmosferici.....</b>	pag. 4
<b>Normativa.....</b>	pag. 8
<b><i>Campagna di Misura</i></b>	
<b>Sito di Misura.....</b>	pag. 9
<b>Emissioni sul territorio.....</b>	pag. 11
<b>Situazione meteorologica nel periodo di misura.....</b>	pag. 19
<b>Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse.....</b>	pag. 23
<b>Conclusioni.....</b>	pag. 42
<b><i>Allegato 1 Dati Orari</i></b>	pag. 43
<b><i>Allegato 2 Legna da ardere?</i></b>	pag. 54

## Introduzione

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, è stata condotta dal Settore Monitoraggi Ambientali – U.O. Qualità Aria dell'ARPA Lombardia. Lo scopo è stato il monitoraggio della qualità dell'aria in più siti attorno all'aeroporto. In accordo con i Comuni, sono state scelte le postazioni idonee all'installazione delle stazioni mobili ARPA.

Le stazioni mobili sono attrezzate con la strumentazione per il rilevamento di:

- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- PM<sub>10</sub>

Inoltre, il mezzo dispone della strumentazione necessaria alla misura di alcuni parametri meteo.

Durante la presente campagna sono stati installati anche campionatori passivi per il rilevamento di BTX, ovvero benzene, toluene, xileni (meta e para) e naftalene.

## Laboratorio Mobile

La strumentazione utilizzata nel laboratorio mobile è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA). Gli analizzatori automatici installati rispondono alle caratteristiche previste dalla legislazione (D.lgs. 155 del 13 agosto 2010).

Anche per le altezze dei prelievi i criteri utilizzati sono quelli indicati dalle suddette norme, in particolare:

- il CO deve essere prelevato a 1.6 metri dal suolo (altezza uomo) e a non più di 5 metri dal ciglio della strada;
- le sonde per il prelievo di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> e PM<sub>10</sub> sono poste tra 1.5 e 4 m sopra il livello del suolo;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 metri (direzione e velocità del vento) e 4.5 metri di quota (temperatura, pioggia, umidità relativa).

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento negli Allegati III, IV, VIII del D.lgs. 155 del 13 agosto 2010.

## Campionatori Passivi

I campionatori passivi sono dispositivi capaci di raccogliere campioni di gas presenti in atmosfera senza far uso di aspirazione forzata: l'aria penetra per diffusione molecolare, depositandovi uno o più costituenti a secondo del materiale assorbente che si trova all'interno del campionatore. I principali vantaggi di questa tecnica sono la semplicità di applicazione ed il basso costo. Utilizzando più campionatori distribuiti in modo regolare in un'area prefissata, si possono costruire mappe di concentrazione di un certo inquinante (COV, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>), in modo più espansivo ed economico che non con analizzatori convenzionali, sebbene il dettaglio temporale sia dell'ordine della settimana. Non è quindi una tecnica adatta per verificare il rispetto dei limiti di legge, ma una tecnica valida per descrivere la distribuzione media di un certo inquinante su una vasta area.

## I principali inquinanti atmosferici

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi, schematicamente, in due gruppi: gli inquinanti primari e quelli secondari. I primi vengono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

Si descrivono di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con il laboratorio mobile.

La presenza in aria di **biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)** è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili a basso tenore di zolfo, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare in questi ultimi anni grazie al passaggio degli impianti di riscaldamento al gas naturale, le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

Il **monossido di carbonio (CO)** ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di accelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera. In Lombardia, a partire dall'inizio degli anni '90 le concentrazioni di CO sono in calo, soprattutto grazie all'introduzione delle marmitte catalitiche sui veicoli e al miglioramento della tecnologia dei motori a combustione interna (introduzione di veicoli Euro 4).

Gli **ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta, poiché la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione. All'emissione, gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a limiti normativi, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O<sub>3</sub> troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori limite, riassunti nella tabella 2 che segue.

L'**ozono (O<sub>3</sub>)** è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili) e che avvengono in presenza di forte irraggiamento solare e temperature dell'aria elevate, che causano la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, si trovano nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico.

A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono segue processi più complessi.

La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grandi quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata di seguito con  $h\nu$ ), la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:



L'ossigeno atomico,  $\text{O}^*$ , reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che assorbe l'eccesso di energia cinetica:



Una volta generato, l'ozono reagisce con l'NO, e rigenera  $\text{NO}_2$ :



Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che, da solo, non sarebbe sufficiente a causare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del monossido di azoto, che provoca una produzione di  $\text{NO}_2$  senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell' $\text{O}_3$ .

Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovento rispetto ai centri urbani principali. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.

Il **particolato atmosferico aerodisperso** è costituito da una miscela di particelle allo stato solido o liquido, esclusa l'acqua, presenti in sospensione nell'aria per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. Tali particelle possono avere diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e fisiche. Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il successivo risollevarsi di polvere del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

Partendo dalla definizione di particella, ovvero un insieme di molecole in grado di mantenere le proprie caratteristiche fisiche e chimiche per un tempo sufficientemente lungo da poterle osservare e tale da consentire alle stesse di partecipare a processi fisici e/o chimici come entità a sé stanti, va sottolineato che esse possono avere dimensioni che variano anche di 5 ordini di grandezza (da 10 nm a 100  $\mu\text{m}$ ), così come forme diverse e per lo più irregolari. Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana, è quindi necessario individuare uno o più sottoinsiemi di particelle che, in base alla loro grandezza, abbiano maggiore capacità di penetrazione nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) piuttosto che nelle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). Per poter procedere alla classificazione è stato quindi necessario definire un diametro aerodinamico equivalente, ovvero il diametro di una particella sferica di densità unitaria che ha le stesse caratteristiche aerodinamiche (velocità di sedimentazione) della particella in esame.

Fatte le dovute premesse, considerata la normativa europea (UNI EN12341/2001), si definisce PM10 la frazione di particelle raccolte con strumentazione avente efficienza stabilita dalla norma e pari al 50% a 10 µm (diametro aerodinamico). Analogamente per il PM2.5 (UNI EN14907/2005). La legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle medie annuali per il PM10 e per il PM2.5 il valore limite sulla concentrazione giornaliera per il PM10.

Il termine **BTX** indica in modo sintetico i seguenti composti: benzene, toluene e xileni (meta, orto e para). Essi derivano in larga misura dal traffico veicolare: il benzene, in particolare, in modo pressoché esclusivo, mentre per gli altri composti (soprattutto per il toluene) può essere significativo il contributo derivante dalle attività produttive. L'unico ad essere normato è il benzene, con un limite sulla media annuale di 5 µg/m<sup>3</sup>.

In tabella sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

Inquinanti	Principali sorgenti di emissione
Biossido di Zolfo* SO <sub>2</sub>	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di Azoto**/** NO <sub>2</sub>	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio* CO	Traffico auto veicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono** O <sub>3</sub>	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato Fine**/** PM <sub>10</sub>	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione e risollevarimento
Benzene*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali. In passato è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali e artigianali (produzione di gomma, plastica, inchiostri e vernici, nell'industria calzaturiera, nella stampa a rotocalco, nell'estrazione di oli e grassi). La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia.
Toluene*	Il traffico autoveicolare è la principale sorgente di toluene in aria; seguono alcune tipologie di processi industriali che coinvolgono questo composto nel loro ciclo. La più alta concentrazione riscontrata in aria è indoor per l'uso di comuni prodotti per la casa (vernici, adesivi) e fumo di sigaretta.
Xylene*	L'esposizione a xilene può avvenire attraverso ognuno dei tre isomeri (meta, para e orto xylene) o una miscela dei tre. L'emissione è principalmente da traffico veicolare. Xileni misti sono usati nella produzione di etilbenzene ed in numerosi solventi. In ambienti indoor le concentrazioni di m- e p-xilene sono dovute soprattutto all'uso di prodotti tipo vernici.

Tabella 1.

Note: \* = Inquinante Primario, \*\* = Inquinante Secondario

## Normativa

Il Decreto Legislativo n°155 del 13/08/2010 ha recepito la direttiva quadro sulla qualità dell'aria 2008/50/CE, istituendo a livello nazionale un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il decreto stabilisce i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM10 e introduce per la prima volta un valore limite per il PM2.5, pari a 25 µg/m<sup>3</sup> come media annua, da raggiungere entro il 31.12.2015.

Il decreto, inoltre, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, fissa i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e di informazione per l'ozono, e i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Essendo una campagna di breve durata, si riassumono in tabella solo i limiti a breve termine previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Per un maggior dettaglio sui limiti a lungo termine e considerazioni sugli inquinanti monitorati in continuo, si rimanda alle Relazioni Annuali sulla Qualità dell'Aria in provincia di Lecco pubblicate sul sito di Arpa Lombardia.

Tabella 2: Limiti di legge

<b>Biossido di Zolfo</b>	<b>Valore Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile) <b>350</b>	1 ora
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile) <b>125</b>	24 ore
	Soglia di allarme <b>500</b>	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
<b>Biossido di Azoto</b>	<b>Valore Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile) <b>200</b>	1 ora
	Soglia di allarme <b>400</b>	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
<b>Monossido di Carbonio</b>	<b>Valore Limite (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>
	Valore limite protezione salute umana <b>10</b>	8 ore
<b>Ozono</b>	<b>Valore Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>
	Valore bersaglio per la protezione della salute umana <b>120</b>	8 ore
	Soglia di informazione <b>180</b>	1 ora
	Soglia di allarme <b>240</b>	1 ora
<b>Particolato Fine PM<sub>10</sub></b>	<b>Valore Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile) <b>50</b>	24 ore

## Siti di Misura

I comuni di Grassobbio e Orio al Serio sorgono a sud-est di Bergamo, in prossimità dell'aeroporto. Sono centri di pianura, di antica origine, che accanto alle tradizionali attività agricole hanno sviluppato attività industriali e commerciali.

### Alcuni dati

#### Comune di Grassobbio

**Superficie :** 8,74 km<sup>2</sup>

**Altitudine:** 225 m s.l.m. (min 196 - max 239)

**Abitanti:** 6.384 abitanti (01/01/2013 - Istat)

**Densità abitativa:** 730,32 ab./km<sup>2</sup>

### Alcuni dati

#### Comune di Orio al Serio

**Superficie :** 3,04 km<sup>2</sup>

**Altitudine:** 241 m s.l.m. (min 228 - max 247)

**Abitanti:** 1762 abitanti (01/01/2013 - Istat)

**Densità abitativa:** 579,26 ab./km<sup>2</sup>



● Posizionamento dei mezzi mobili

Il mezzi mobili sono stati posizionati in parcheggi, lungo la via per l'Aeroporto, a Orio, e lungo la via Tonale, a Grassobbio. Le postazioni sono sufficientemente aperte per il campionamento dell'area circostante.

**Grassobbio:**  
i campionatori passivi sono stati posizionati presso il mezzo mobile, in via Amerigo Vespucci 25 e in via Pietro Mascagni 16.



**Orio al Serio:**  
i campionatori passivi sono stati posizionati presso il mezzo mobile, in via Risorgimento 20 e in via Dante Alighieri 9.



## Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sui territori comunali di Grassobbio e Orio al Serio, è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2010 – public review.

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Coordination Information Air).

- Combustione per produzione di energia e trasformazione dei combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che fanno riferimento alla salute, sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>)
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- Protossido di Azoto (N<sub>2</sub>O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web <http://www.inemar.eu>

I dati di INEMAR sono stati elaborati al fine di definire i contributi dei singoli macrosettori alle emissioni in atmosfera dei principali inquinanti nei comuni.

A Grassobbio, le emissioni totali annue di **Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)** derivano, principalmente, dal Macrosettore Altre sorgenti mobili e macchinari, mentre ad Orio al Serio dalla Combustione nell'industria. In entrambi i Comuni le percentuali di influenza superano il 50%.

A Grassobbio, il Trasporto su strada contribuisce circa per il 46% delle emissioni del **monossido di Carbonio (CO)**, mentre la combustione legata al riscaldamento domestico, influisce in modo meno influente con circa il 39%, raggiungendo insieme il 85% del totale delle emissioni. Ad Orio, le emissioni principali sono legate alle Altre sorgenti mobili e macchinari (44%99).

Le emissioni di **Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)** sono in gran parte dovute al Trasporto in entrambi i comuni, ma ad Orio, le Altre sorgenti danno un ugual apporto sul totale.

La principale sorgente emissiva per i **Composti Organici Volatili** (COV, precursori dell'O<sub>3</sub>), invece, è l'uso di solventi che incide per il 66% - 55% delle emissioni totali.

Si riportano in tabella i valori assoluti e percentuali delle stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno dei comuni interessati alla campagna di monitoraggio. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Bergamo.

Emissioni nel Comune di Grassobbio nel 2010 - public review (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	Precurs. O <sub>3</sub>	Tot. acidif. (H+)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili														
Combustione non industriale	1	8	8	7	103	10	0	0	10	10	11	10	30	0
Combustione nell'industria	3	22	5	1	6	20	0	0	1	1	1	20	33	1
Processi produttivi			3	0					0	1	1	0	3	
Estrazione e distribuzione combustibili			7	146								3	9	
Uso di solventi									0.2	0.2	0.4	1	118	
Trasporto su strada	0.2	170	20	2	121	35	1	3	8	11	14	35	240	4
Altre sorgenti mobili e macchinari	4	49	6	0.0	33	11	0.0	0.0	1	1	1	11	70	1
Trattamento e smaltimento rifiuti		0	0	0	0				0	0	0		0	
Agricoltura		0	13	35			2	16	0	0	0	1	13	1
Altre sorgenti e assorbimenti	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0		0	0	0	0	0	0.0
<b>Totale</b>	<b>7</b>	<b>250</b>	<b>180</b>	<b>191</b>	<b>263</b>	<b>75</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>81</b>	<b>516</b>	<b>7</b>

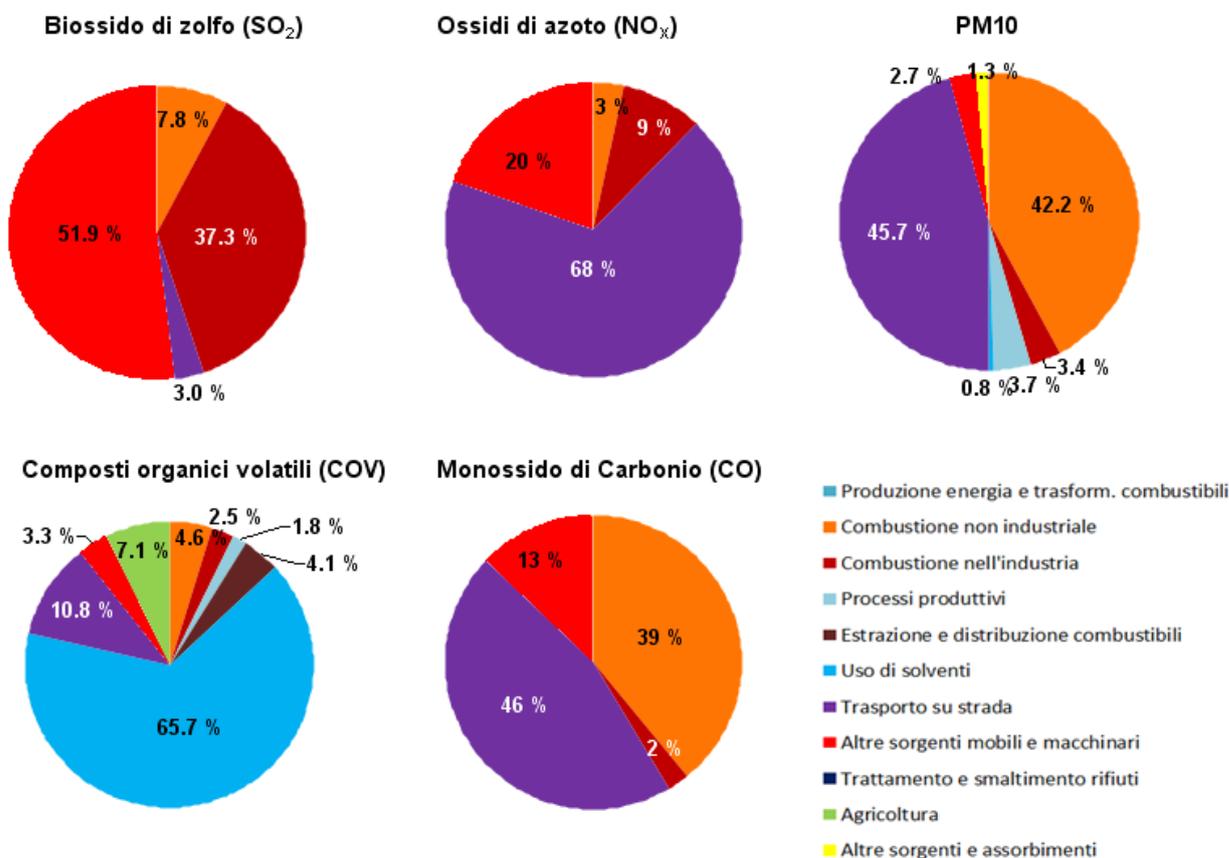


Figura 1: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Grassobbio

Emissioni nel Comune di Orio al Serio nel 2010 - public review (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	Precurs. O <sub>3</sub>	Tot. acidif. (H+)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili														
Combustione non industriale	0	6	3	2	34	9	0	0	3	3	3	9	14	0
Combustione nell'industria	9	3	1	0	1	2	0	0	0	0	1	2	5	0
Processi produttivi			1						0	0	0		1	
Estrazione e distribuzione combustibili			1	40									2	
Uso di solventi			38						0.0	0.0	0.0	0	38	
Trasporto su strada	0.1	108	9	1	57	20	0	2	5	7	8	21	147	2
Altre sorgenti mobili e macchinari	6	108	12	0.1	72	19	0.6	0.0	3	3	3	20	152	3
Trattamento e smaltimento rifiuti		0	0	0	0				0	0	0		0	
Agricoltura			4				0	1				0	4	0
Altre sorgenti e assorbimenti	0.0	0.0	0	0	0		0.0		0	0	0	0	0	0.0
<b>Totale</b>	<b>16</b>	<b>226</b>	<b>68</b>	<b>44</b>	<b>163</b>	<b>51</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>52</b>	<b>362</b>	<b>6</b>

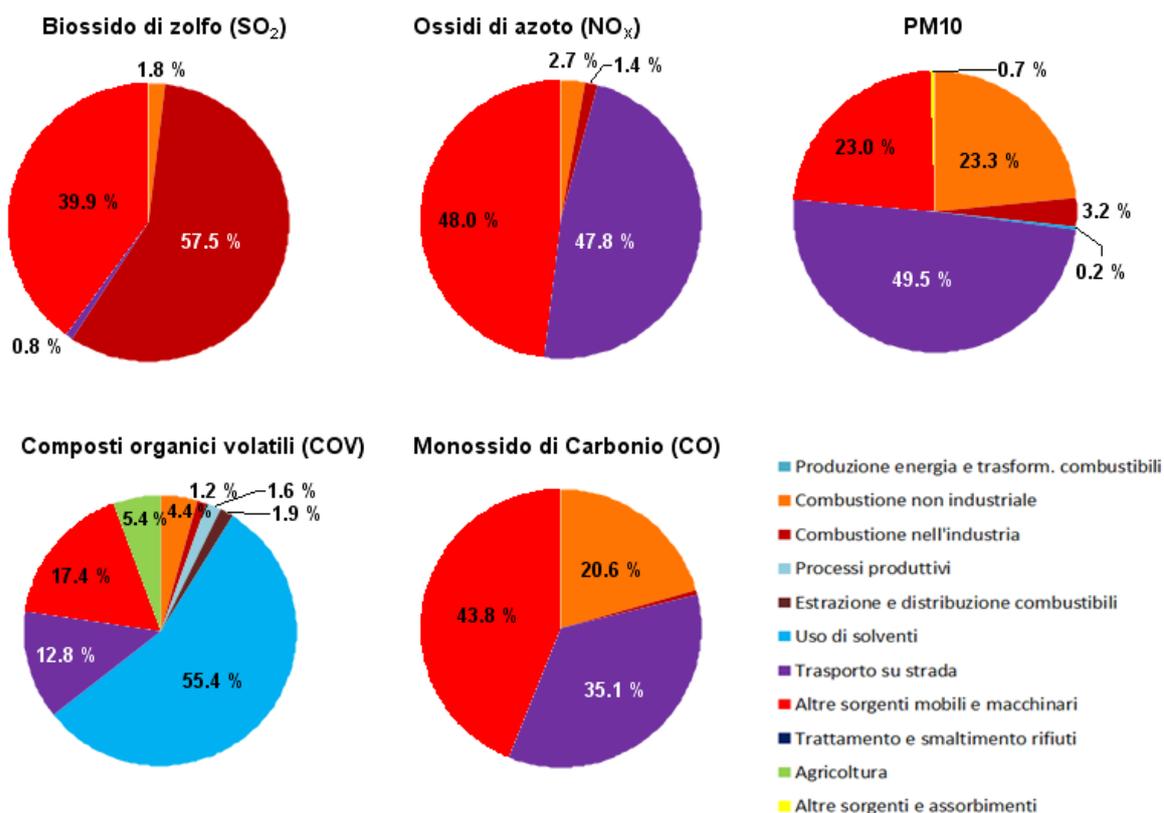


Figura 2: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Orio Al Serio

Emissioni in provincia di Bergamo nel 2010 - public review (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	Precurs. O <sub>3</sub>	Tot. acidif. (H <sup>+</sup> )
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	0.8	236	7.7	7.7	68	171	0.3		0.6	0.6	0.6	172	304	5.2
Combustione non industriale	120	1 590	1 990	1 215	17 021	1 946	86	35	1 861	1 887	1 986	1 998	5 820	40
Combustione nell'industria	1 015	3 670	546	108	3 035	2 152	119	31	96	123	179	2 191	5 359	113
Processi produttivi	539	504	719	16	7 660	1 125	5.3	30	71	160	196	1 127	2 176	30
Estrazione e distribuzione combustibili			861	9 899								208	1 000	
Uso di solventi	0.0	10	9 677		3.0			0.1	2.6	4.4	6.2	131	9 690	0.2
Trasporto su strada	14.5	9 304	1 673	169	8 666	2 374	69	144	532	696	866	2 399	13 980	211
Altre sorgenti mobili e macchinari	28	1 251	185	2.3	626	152	5.8	0.2	51	51	51	154	1 780	28
Trattamento e smaltimento rifiuti	144	527	18	6 339	138	234	65	23	41	41	42	387	765	17
Agricoltura	0.0	29	4 201	16 321	0.2		926	8 375	33	81	154	630	4 465	493
Altre sorgenti e assorbimenti	1.0	4.9	11 156	219	111	-765	0.2	0.2	55	58	59	-760	11 177	0.2
<b>Totale</b>	<b>1 863</b>	<b>17 127</b>	<b>31 034</b>	<b>34 295</b>	<b>37 329</b>	<b>7 388</b>	<b>1 277</b>	<b>8 639</b>	<b>2 743</b>	<b>3 103</b>	<b>3 540</b>	<b>8 636</b>	<b>56 515</b>	<b>939</b>

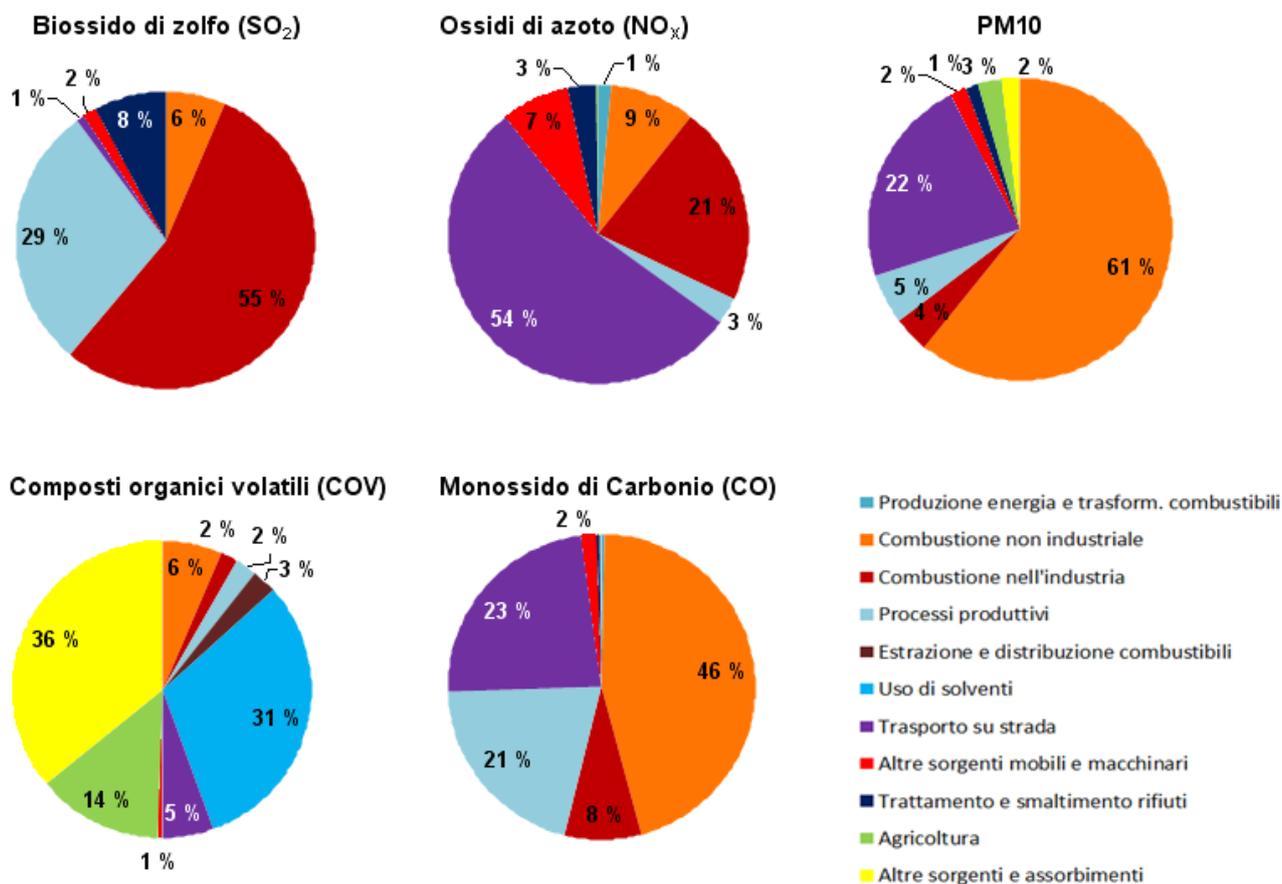


Figura 3: Ripartizione delle emissioni nel territorio nella Provincia di Bergamo

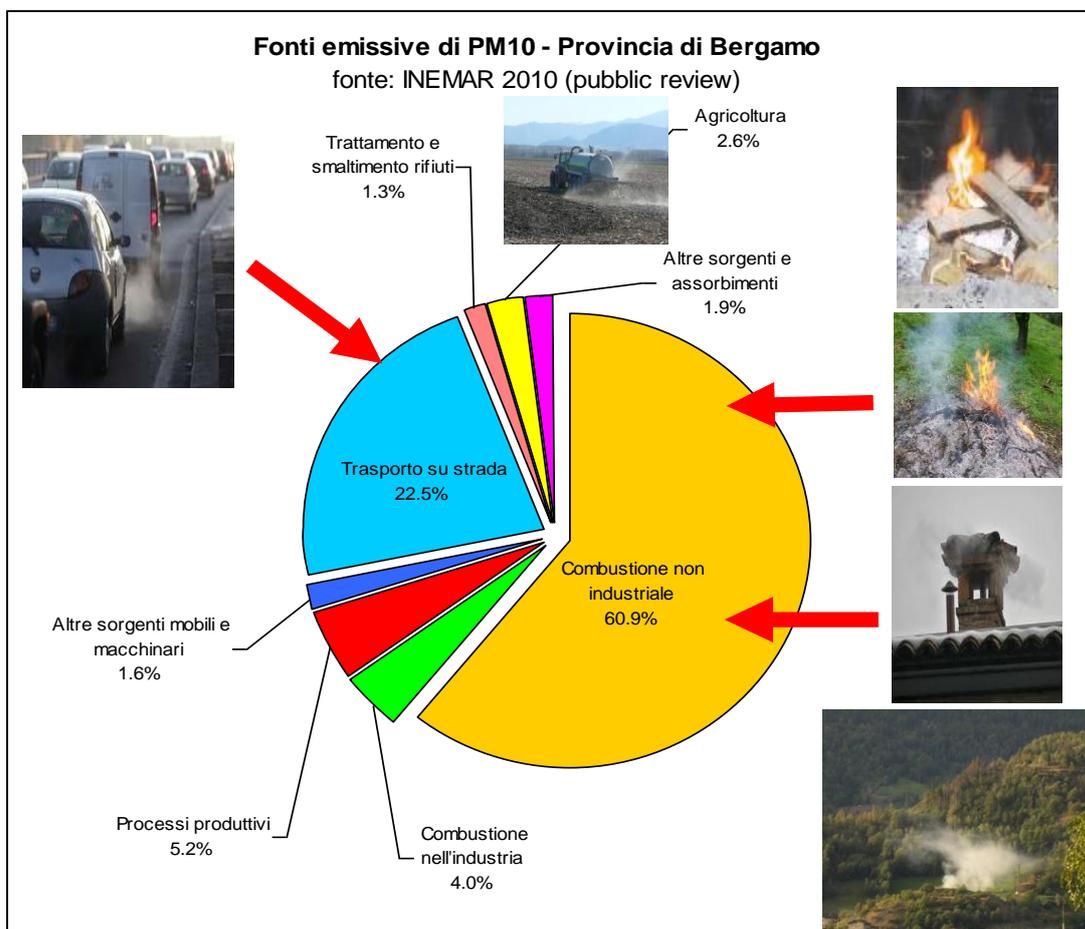
Per il **Particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)** le principali fonti emissive sono ancora **il Trasporto, il riscaldamento domestico**, e ad Orio, **Altre sorgenti mobili e macchinari**. Gli altri macrosettori influiscono in maniera meno incisiva.

Per un maggior dettaglio, nelle tabelle sono riportate le quantità di inquinante emesse per macrosetto in relazione al tipo di combustibile utilizzato.

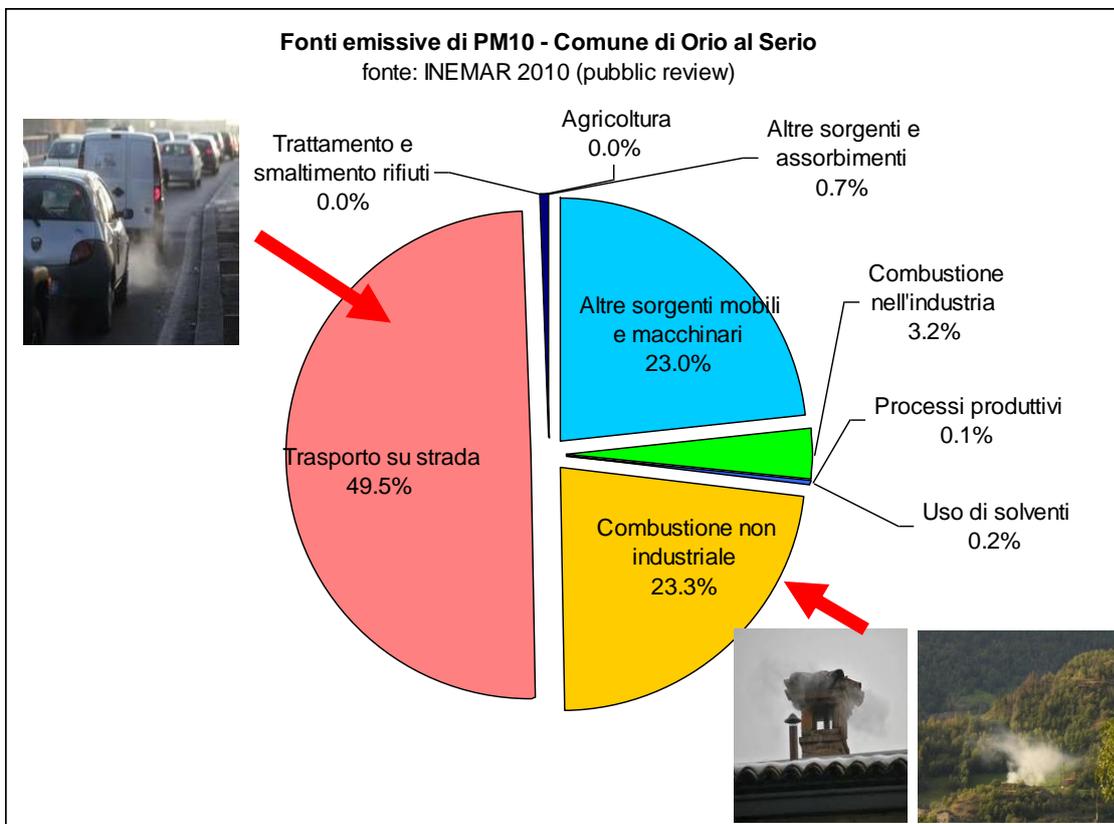
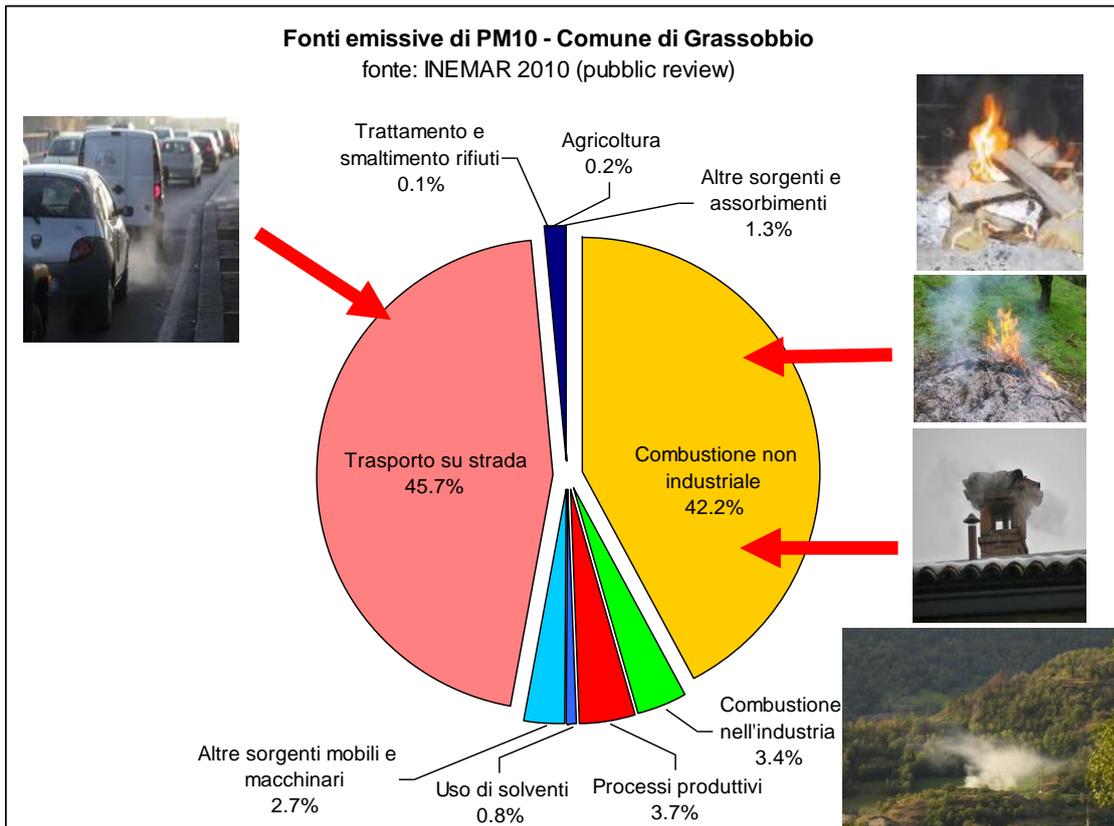
Si evidenzia che:

- nel macrosetto Trasporto su strada, le polveri legate al risollevarimento dovuto al passaggio di mezzi sono confrontabili con quelle legate all'uso dei motori diesel;
- nel macrosetto Combustione non industriale, la quasi totalità delle emissioni è legata alla combustione della legna, nel riscaldamento domestico o all'aperto.
- secondo la convenzione adottata in Inemar, la voce "senza combustibile" nel macrosetto Combustione nell'industria, non indica necessariamente l'assenza di combustione ma che i fattori di emissione adottati dipendono dal materiale trattato o dal processo considerato e non sono riferiti al particolare combustibile utilizzato. Secondo la nomenclatura SNAP, il macrosetto 3 (combustione nell'industria) comprende alcune attività raggruppate nel settore 3.3 (combustione con contatto) per le quali le emissioni sono dipendenti principalmente dal tipo di materiale prodotto anziché dal tipo di combustibile utilizzato.

**Per una maggiore consapevolezza delle ripercussioni che la combustione della legna ha sulla qualità dell'aria, e per consigli pratici sul suo corretto utilizzo, si veda l'allegato 2 ed il sito [http://ita.arpalombardia.it/ita/legna\\_come\\_combustibile/](http://ita.arpalombardia.it/ita/legna_come_combustibile/)**



Fonti emissive - macrosettore	Tipo di Combustibile	PM10 t/anno	totale t/anno	% di influenza
Produzione energia e trasformazione combustibili	gas naturale (metano)	0.62	0.62	0.02%
	gasolio	0.00		
Combustione non industriale	legna e similari	1874.48	1887.46	60.8%
	gas naturale (metano)	6.48		
	gas petrolio liquido (GPL)	0.22		
	gasolio	6.25		
	biogas da letame	0.03		
Combustione nell'industria	gasolio	2.02	123.21	4.0%
	olio combustibile	4.31		
	carbone da vapore	9.96		
	gas petrolio liquido (GPL)	0.05		
	gas naturale (metano)	13.68		
	legna e similari	23.71		
	senza combustibile	20.27		
	petcoke	46.22		
	combustibili da rifiuti	0.26		
	biogas (gas da depositi di rifiuti)	0.00		
	coke da carbone	2.73		
Processi produttivi	senza combustibile	160.36	160.36	5.2%
Estrazione e distribuzione combustibili	senza combustibile	-	-	-
Uso di solventi	senza combustibile	4.39	4.39	0.1%
Trasporto su strada	gas naturale (metano)	0.05	695.62	22.4%
	benzina senza piombo	13.57		
	gasolio per autotrasporto (diesel)	333.02		
	gas petrolio liquido (GPL)	0.58		
	senza combustibile	348.39		
Altre sorgenti mobili e macchinari	benzina senza piombo	0.16	50.99	1.6%
	gasolio per autotrasporto (diesel)	47.96		
	kerosene	2.64		
	marine diesel oil	0.24		
Trattamento e smaltimento rifiuti	residui animali	0.54	41.30	1.3%
	rifiuti industriali	0.51		
	rifiuti solidi urbani	38.60		
	senza combustibile	1.05		
	residui agricoli	0.47		
	biogas (gas da depositi di rifiuti)	0.13		
Agricoltura	senza combustibile	80.96	80.96	2.6%
Altre sorgenti e assorbimenti	senza combustibile	57.71	57.71	1.9%
<b>Totale</b>		<b>3101.99</b>	<b>3101.99</b>	<b>100%</b>



**Comune di Grassobbio**

INEMAR\_ Emissioni relative all'anno 2010 (public review)

Fonti emissive - macrosettore	Tipo di Combustibile	PM10 t/anno	totale t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	gas naturale (metano)	0.03421	10.085	42.2%
	gasolio	0.02333		
	legna e similari	10.02679		
	gas petrolio liquido (GPL)	0.00108		
Combustione nell'industria	legna e similari	0.65232	0.815	3.4%
	gas petrolio liquido (GPL)	0.00112		
	gas naturale (metano)	0.06364		
	senza combustibile	0		
	olio combustibile	0.06633		
	gasolio	0.03183		
Processi produttivi	senza combustibile	0.89414	0.894	3.7%
Estrazione e distribuzione combustibili	senza combustibile	0	-	-
Uso di solventi	senza combustibile	0.18815	0.188	0.8%
Trasporto su strada	senza combustibile	5.54316	10.928	45.7%
	benzina senza piombo	0.20466		
	gasolio per autotrasporto (diesel)	5.17081		
	gas naturale (metano)	0.001		
	gas petrolio liquido (GPL)	0.00815		
Altre sorgenti mobili e macchinari	gasolio per autotrasporto (diesel)	0.23536	0.637	2.7%
	benzina senza piombo	0.00073		
	kerosene	0.40061		
Trattamento e smaltimento rifiuti	residui agricoli	0.00273	0.012	0.1%
	senza combustibile	0.00603		
	rifiuti solidi urbani	0.00336		
Agricoltura	senza combustibile	0.03647	0.036	0.2%
Altre sorgenti e assorbimenti	senza combustibile	0.31503	0.315	1.3%
<b>Totale</b>		<b>23.911</b>	<b>23.911</b>	<b>100%</b>

**Comune di Orio al Serio**

INEMAR\_ Emissioni relative all'anno 2010 (public review)

Fonti emissive - macrosettore	Tipo di Combustibile	PM10 t/anno	totale t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	legna e similari	3.029	3.074	23.3%
	gas naturale (metano)	0.031		
	gasolio	0.014		
Combustione nell'industria	legna e similari	0.120	0.423	3.2%
	gas petrolio liquido (GPL)	0.000		
	senza combustibile	0.020		
	gasolio	0.006		
	gas naturale (metano)	0.003		
	olio combustibile	0.273		
Processi produttivi	senza combustibile	0.007	0.007	0.1%
Estrazione e distribuzione combustibili	senza combustibile	-	-	-
Uso di solventi	senza combustibile	0.031	0.031	0.2%
Trasporto su strada	gas naturale (metano)	0.001	6.515	49.5%
	gasolio per autotrasporto (diesel)	3.191		
	senza combustibile	3.255		
	benzina senza piombo	0.065		
	gas petrolio liquido (GPL)	0.004		
Altre sorgenti mobili e macchinari	kerosene	0.676	3.033	23.0%
	gasolio per autotrasporto (diesel)	2.357		
	benzina senza piombo	0.000		
Trattamento e smaltimento rifiuti	rifiuti solidi urbani	0.001	0.003	0.0%
	senza combustibile	0.002		
	residui agricoli	0.001		
Agricoltura	senza combustibile	-	-	-
Altre sorgenti e assorbimenti	senza combustibile	0.087	0.087	0.7%
<b>Totale</b>		<b>13.17</b>	<b>13.172</b>	<b>100%</b>

## Situazione meteorologica nel periodo di misura

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma anche le condizioni meteorologiche influiscono sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. È pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio.

Si riportano di seguito le tabelle con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche misurate con la strumentazione dei mezzi mobili, durante lo svolgimento delle campagne campionamento.

### Grassobbio:

Periodo:	dal	18-mag-13	al	19-giu-13	
	unità di misura	media sul periodo	max oraria	min oraria	% funzionamento
radiazione globale	W/m <sup>2</sup>	255	986		100
pressione	hpa	983	992	971	100
temperatura	° C	18.2	33.9	4.3	100
vv	m/s				
umidità	%	64	97	24	100

	unità di misura	cumulata sul periodo	max cumulata giornaliera	% funzionamento
precipitazione	mm	98.7	42.6	100

### Orio al Serio:

Periodo:	dal	10-mag-13	al	9-giu-13	
	unità di misura	media sul periodo	max oraria	min oraria	% funzionamento
radiazione globale	W/m <sup>2</sup>	337	923		100
pressione	hpa	981	987	973	100
temperatura	° C	15.3	26.5	5.1	100
vv	m/s	1.9	7.1		100
umidità	%	72	99	26	100

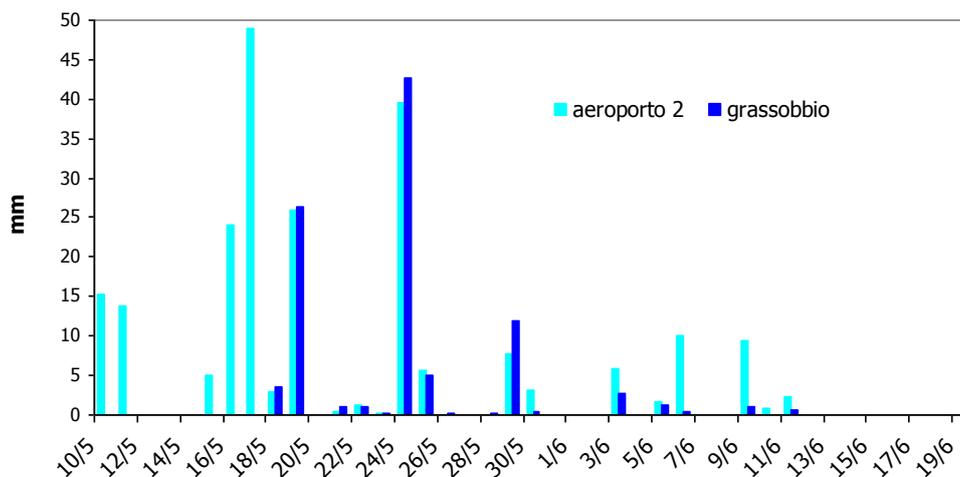
### Aeroporto Orio al Serio:

Periodo:	dal	10-mag-13	al	17-mag-13	
	unità di misura	cumulata sul periodo	max cumulata giornaliera	% funzionamento	
precipitazione	mm	107.0	49.0	100	

Si noti che il mezzo mobile di Grassobbio è sfornito di anemometro e quello di Orio di pluviometro, pertanto si sono considerati i dati meteo forniti dall'Aeroporto di Orio al Serio per i periodi privi di informazioni nelle due postazioni, denominate aeroporto1 e aeroporto2.

Dal 10 maggio al 2 giugno, periodo di instabilità atmosferica con copertura variabile e temporali sporadici con piogge moderate soprattutto giorno 24. Dal 3 al 9 giugno un aumento delle temperature ha evidenziato i tipici tratti dell'inizio estate: temperature fino a 29°C in pianura e qualche temporale pomeridiano in prossimità dei rilievi. Dal 10 al 19 giugno, un anticiclone atlantico ha garantito temperature estive e stabilità atmosferica, con precipitazioni scarse o nulle in pianura e fenomeni limitati sui rilievi.

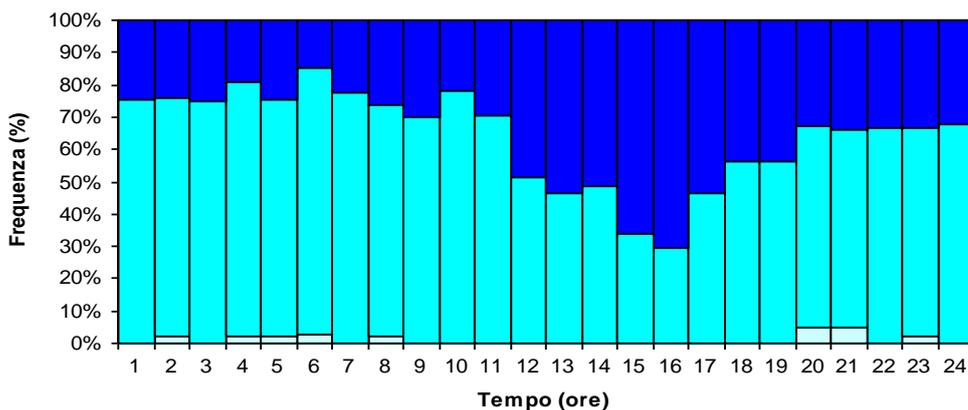
### Pioggia: cumulta giornaliera



### Distribuzione oraria della velocità del vento

dal 10 maggio al 19 giugno 2013

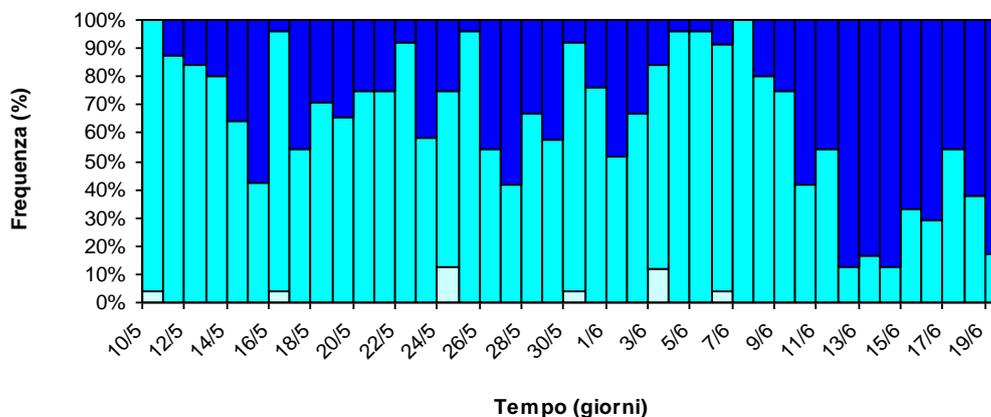
□ calma: <0.5 m/s    ■ debole: 0.5-2.5 m/s    ■ moderato=2.5-10 m/s    ■ forte: >10 m/s



### Distribuzione giornaliera della velocità del vento

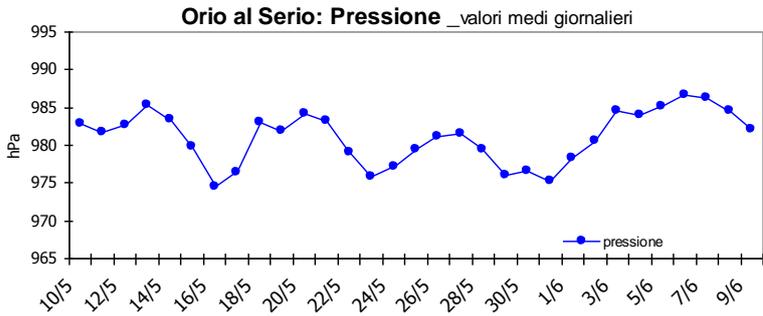
dal 10 maggio al 19 giugno 2013

□ calma: <0.5 m/s    ■ debole: 0.5-2.5 m/s    ■ moderato=2.5-10 m/s    ■ forte: >10 m/s

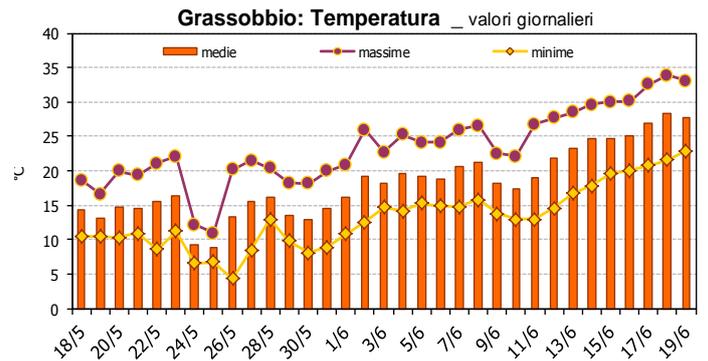
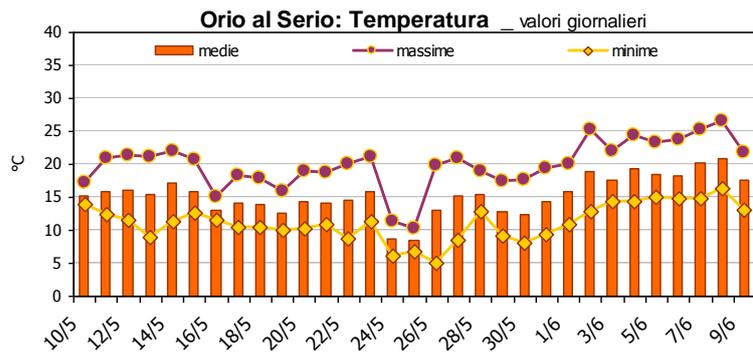
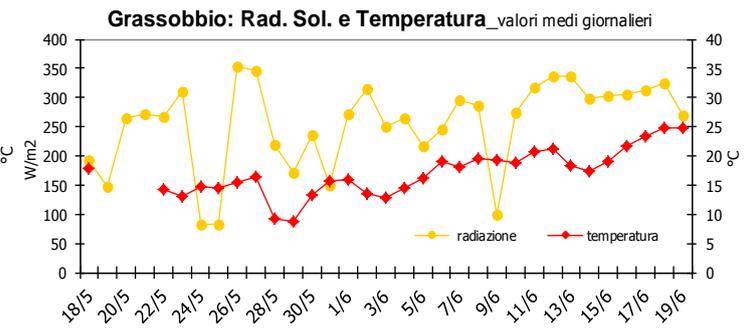
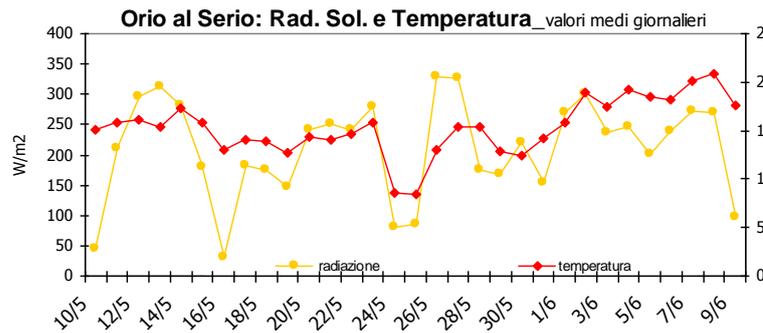
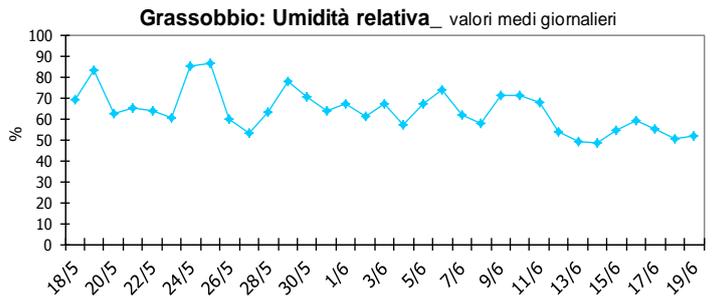
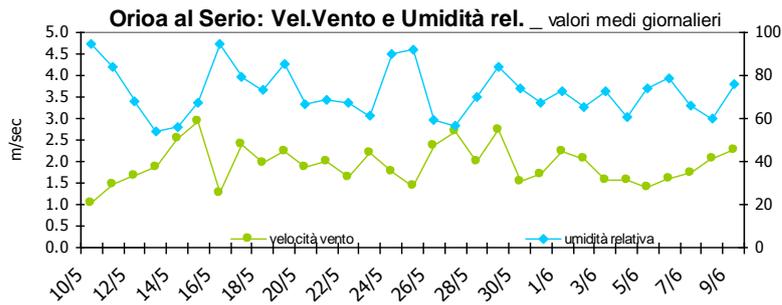
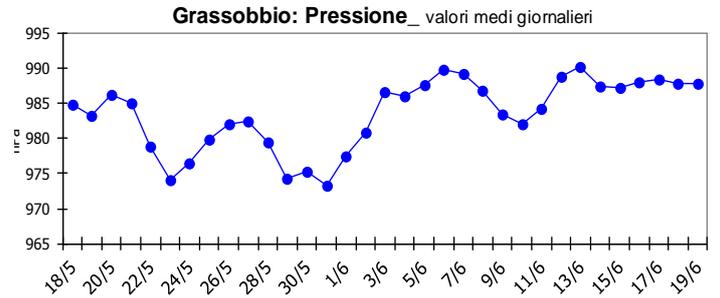


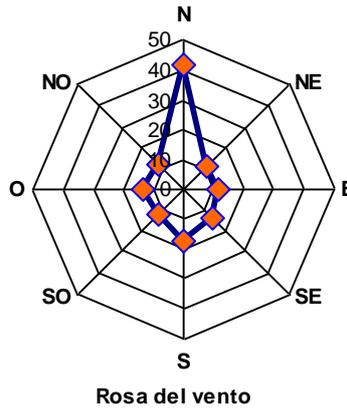
Si riportano gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati nel periodo di misura con la strumentazione dei mezzi mobili.

## dati di Orio Al Serio



## dati di Grassobbio





NB: indica la % dei casi in cui si è registrata una determinata DV, rispetto al totale delle ore di campagna

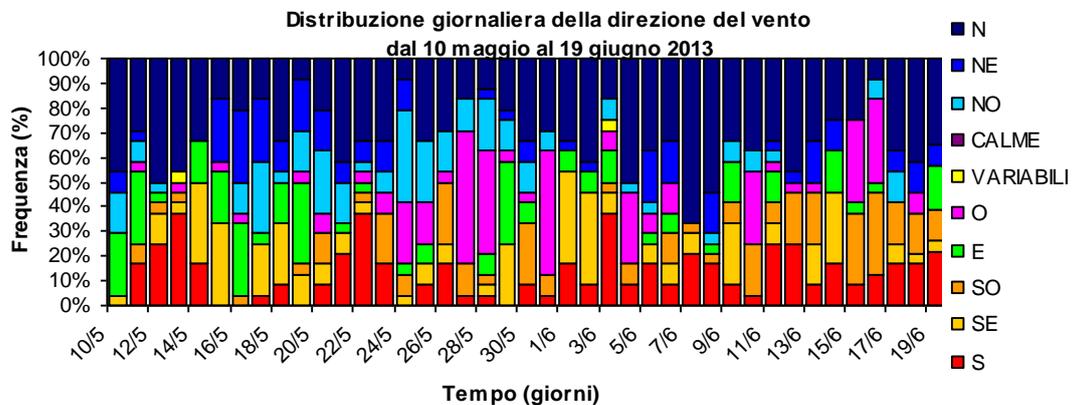
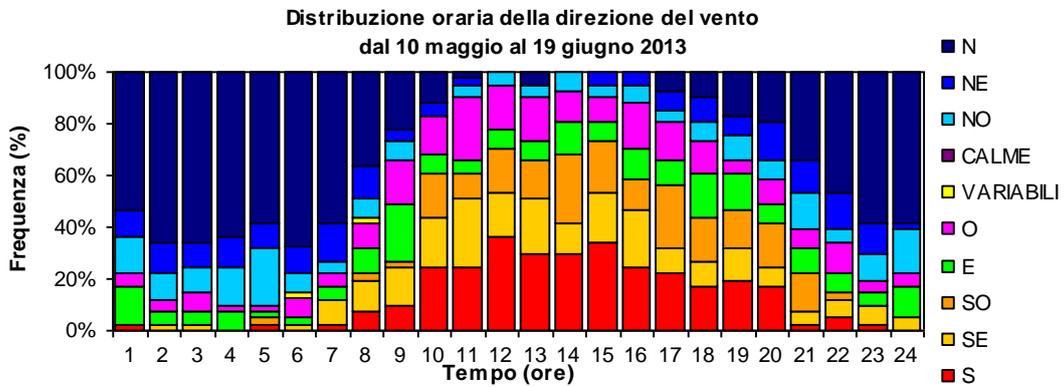
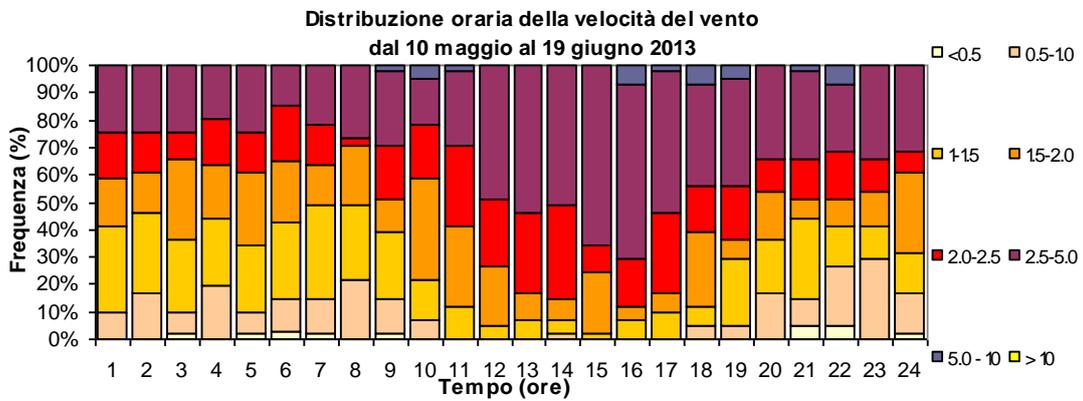


Figure 4. Andamenti dei principali parametri meteorologici durante la campagna di monitoraggio

## Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse

La strumentazione presente sui laboratori mobili ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi, quali ossidi di azoto (NO ed NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), oltre alla misura giornaliera del particolato fine (PM<sub>10</sub>-). I COV sono stati monitorati con i campionatori passivi.

Poiché i livelli di concentrazione degli inquinanti aerodispersi dipendono fortemente dalle condizioni meteorologiche osservate durante il periodo di misura e dalle differenti sorgenti emmissive, è importante confrontare i dati rilevati nel corso di una campagna limitata nel tempo con quelli misurati, nello stesso periodo, in altre postazioni. I livelli di concentrazione misurati in campagna, sono stati pertanto confrontati con quelli registrati nel medesimo periodo, dalla strumentazione presente in alcune centraline appartenenti alla rete fissa della qualità dell'aria della provincia di Bergamo e con i rispettivi limiti normativi.

Nella tabella seguente è fornita una descrizione delle postazioni della rete in termini di localizzazione e tipologia di destinazione urbana, considerando la proposta più recente di classificazione secondo la nuova normativa italiana definita nel D. Lgs. 155/2010.

**Tabella 4: Caratteristiche del sito di campionamento e delle centraline fisse di confronto**

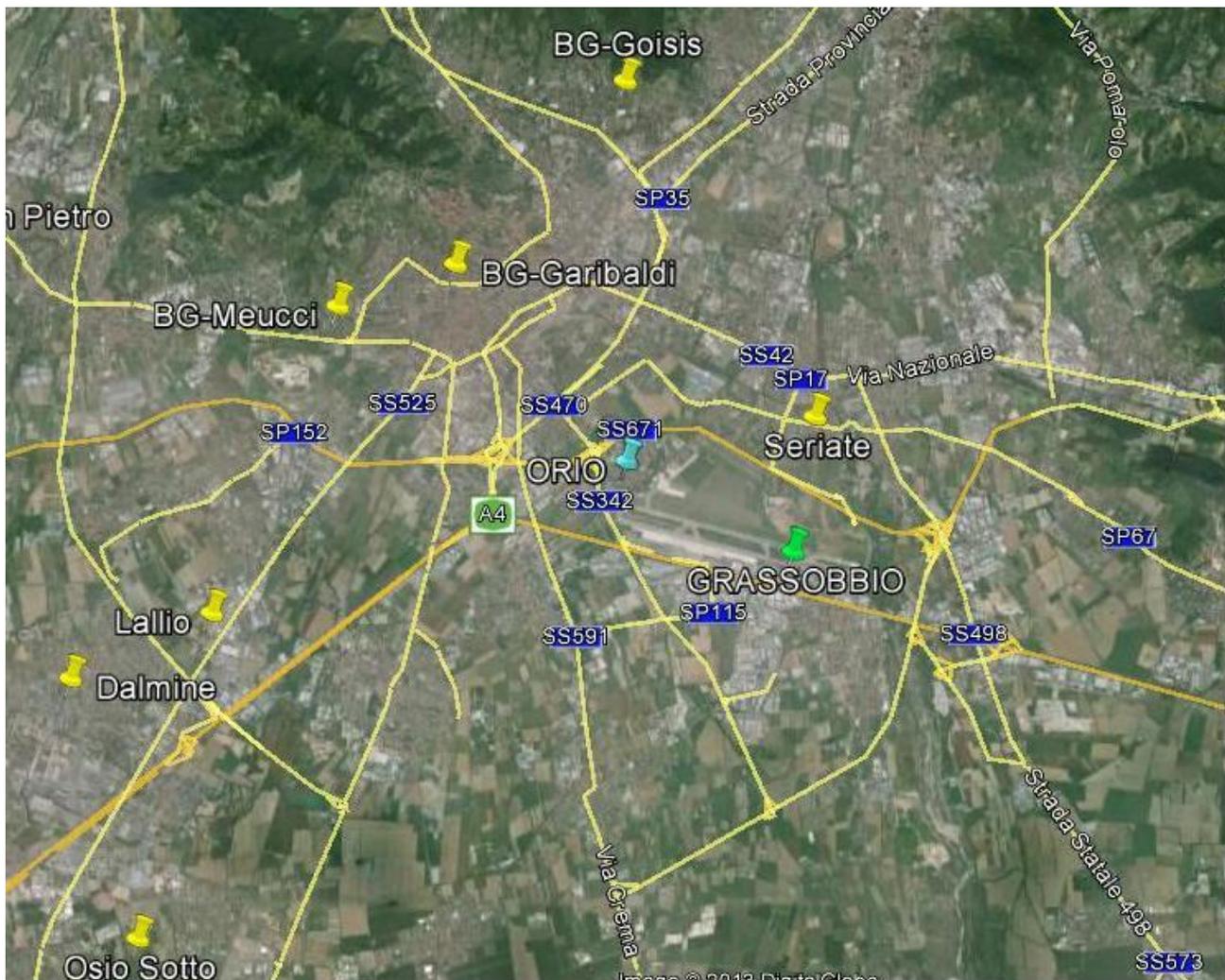
	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Grassobbio	PUB	Suburbana	Traffico (area industriale prossima aeroporto)	225	Dal 18/5/13 al 13/6/13
Orio al Serio	PUB	Suburbana	Fondo (vicino aeroporto)	241	Dal 10/5/13 al 9/6/13
Bergamo-Meucci	PUB	Urbana	Fondo	249	Stazione Fissa
Bergamo-Garibaldi	PUB	Urbana	Traffico	249	Stazione Fissa
Bergamo-Goisis	PUB	Suburbana	Fondo	290	Stazione Fissa
Osio Sotto	PRIV	Suburbana	Fondo	182	Stazione Fissa
Dalmine	PUB	Urbana	Traffico	207	Stazione Fissa
Lallio	PRIV	Urbana	Traffico	207	Stazione Fissa

### TIPI DI ZONA (ai sensi del D. Lgs. 155/2010)

- ✓ Urbana: area edificata in continuo o almeno in modo predominante
- ✓ Suburbana: area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate
- ✓ Rurale: tutte le aree diverse da quelle urbane e suburbane. Il sito fisso si definisce rurale remoto se è localizzato ad una distanza maggiore di 50 km dalle fonti di emissione

### TIPI DI STAZIONE (ai sensi del D. Lgs. 155/2010)

- ✓ Traffico: stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico media alta;
- ✓ Industriale: stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe;
- ✓ Fondo: stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.



Inquadramento territoriale

Per consentire un confronto tra i due siti, i dati sono stati analizzati in parallelo, pur non ricoprendo lo stesso intervallo temporale.

L'evoluzione temporale dell'inquinante monitorato è rappresentata nelle figure con l'utilizzo di grafici relativi a:

- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora  $h$  e le 7 ore precedenti l'ora  $h$ .
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23.00 dello stesso giorno;
- giorno tipo: evoluzione media delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore.

Per "giorno tipo" o "giorno medio" si intende l'andamento delle concentrazioni medie orarie mediato su tutti i giorni feriali (o su tutti i giorni pre-festivi ovvero festivi) del periodo in questione. I giorni feriali, pre-festivi e festivi sono stati considerati separatamente nel calcolo del giorno tipo per mettere in evidenza le eventuali diverse caratteristiche emissive, legate al traffico o alle attività produttive.

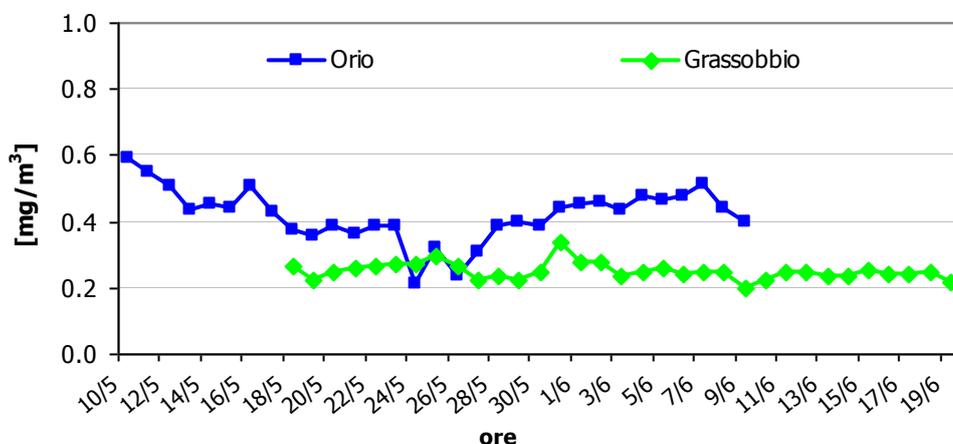
Per rendere più leggibile il confronto tra i dati rilevati nelle diverse centraline, nelle tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti all'inquinante monitorato:

- % rendimento dello strumento;
- media su tutto il periodo delle concentrazioni;
- valore massimo orario registrato;
- numero giorni in cui sono stati registrati dei superamenti dei limiti normativi.

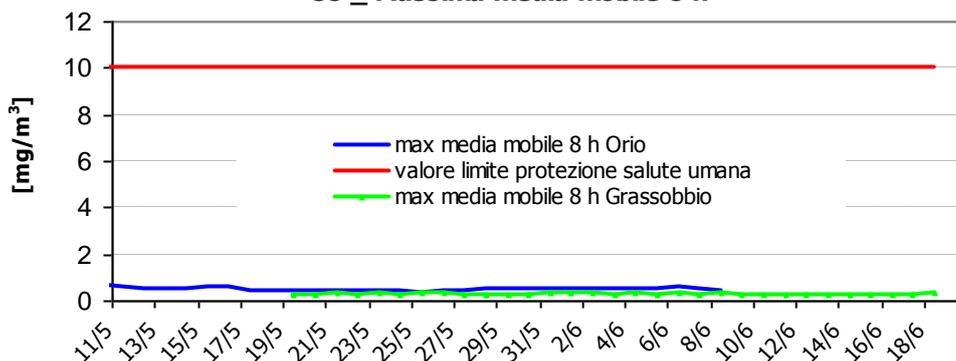
## CO

I livelli di monossido di carbonio misurati a Grassobbio e ad Orio al Serio sono stati bassi, con poca variabilità tra le medie orarie. Il limite di  $10 \text{ mg/m}^3$ , come media mobile su 8 ore, non è stato mai raggiunto.

### CO - Confronti

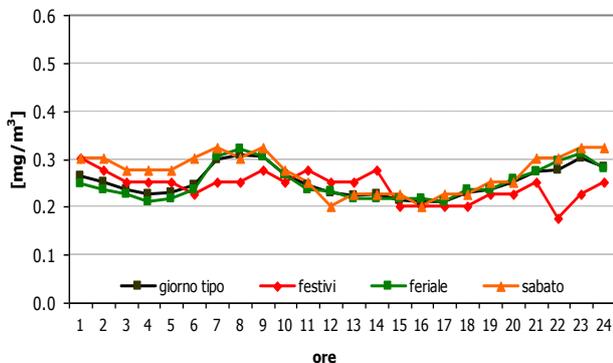


### CO\_ Massima media mobile 8 h

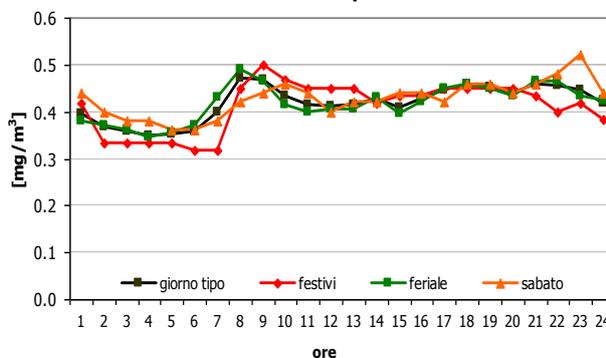


Il grafico del giorno tipo non mostra variazioni di rilievo durante i diversi giorni della settimana e nell'arco delle 24 ore. Sono appena accennati picchi durante le ore di punta del traffico.

### CO - Giorno Tipo Grassobbio

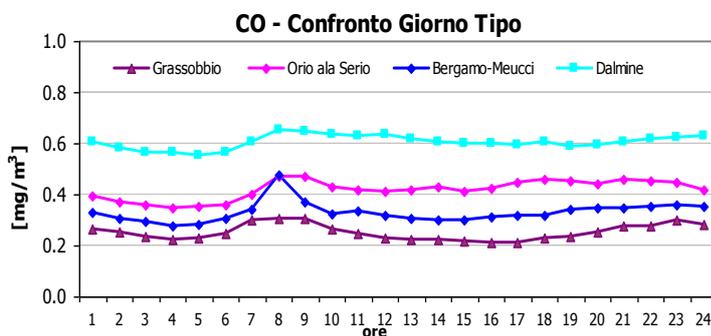
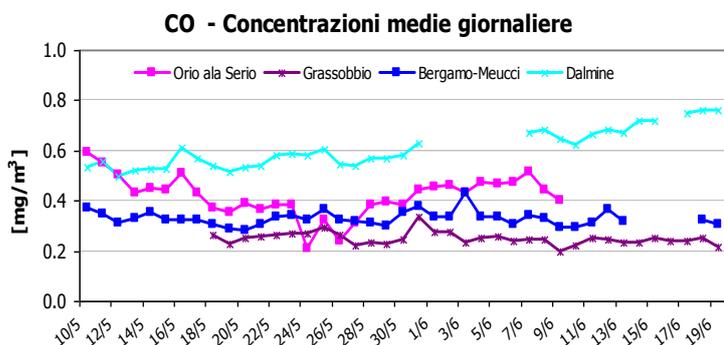


### CO - Giorno Tipo Orio



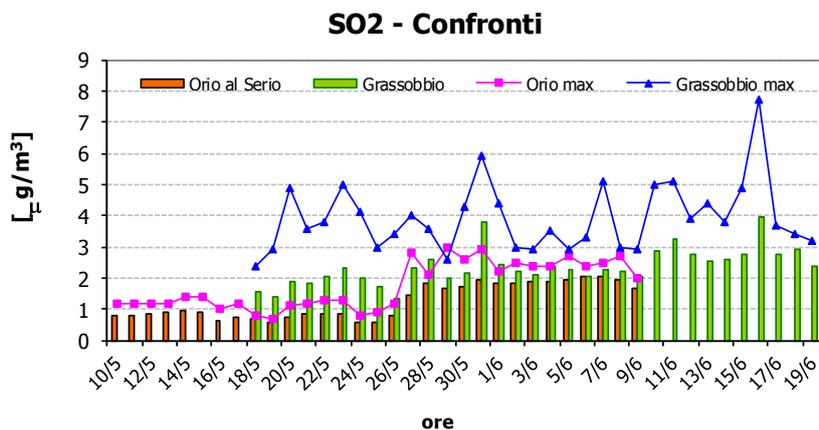
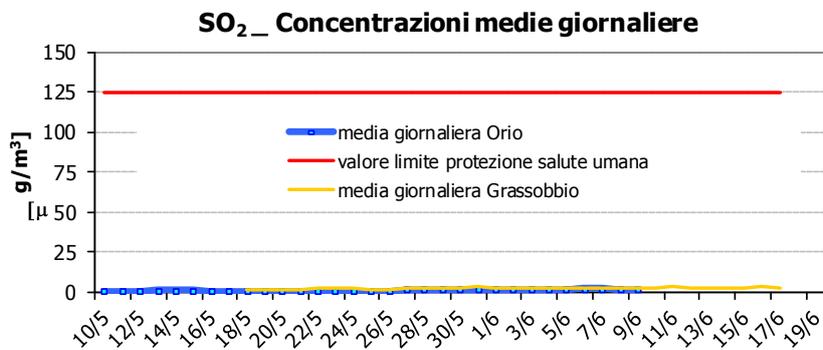
I grafici e la tabella mostrano come, considerando i dati statistici su tutto il periodo, i valori di CO misurati a Grassobbio e a Orio al Serio siano confrontabili con quelli rilevati nella vicina stazione di fondo di Bergamo Meucci e siano mediamente inferiori di quelli di una postazione da traffico come Dalmine.

CO	Orio	Grassobbio	Bergamo Meucci	Dalmine
media periodo [mg/m <sup>3</sup> ]	0.4	0.3	0.3	0.6
max conc. 24h [mg/m <sup>3</sup> ]	0.9	0.4	0.7	0.8
max media. 8h [mg/m <sup>3</sup> ]	0.7	0.4	0.5	0.7
n. gg sup. [10mg/m <sup>3</sup> ] come media 8h	0	0	0	0
rendimento	100%	100%	100%	83%

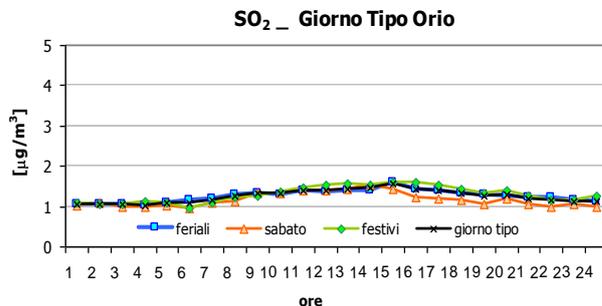
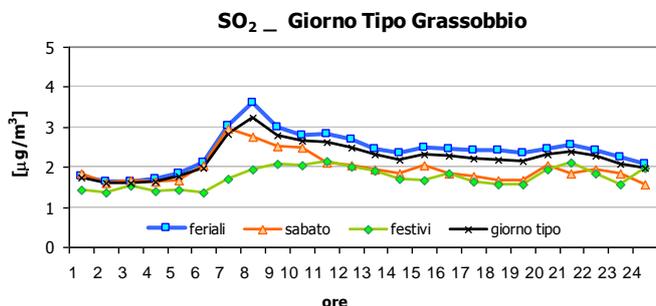


## SO<sub>2</sub>

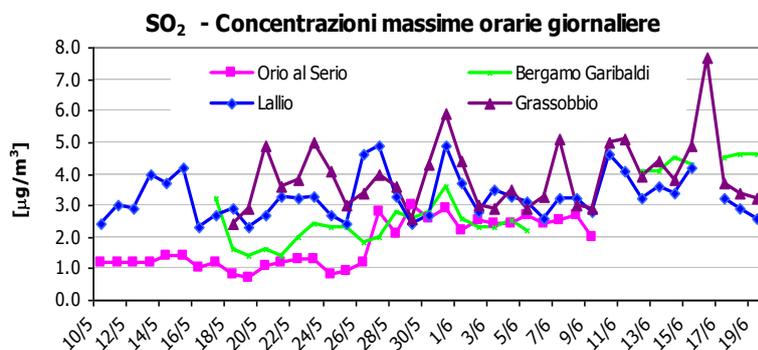
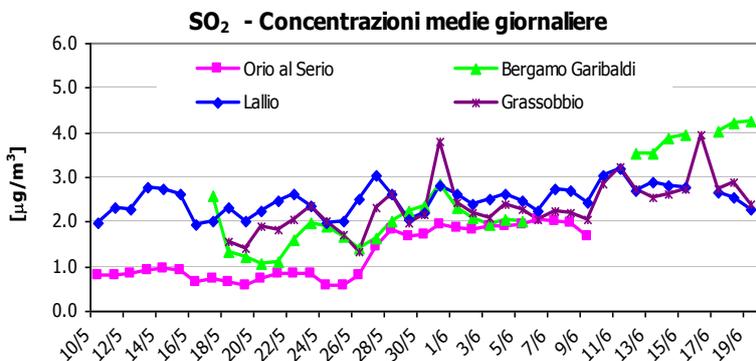
Le concentrazioni di biossido di zolfo misurate a Grassobbio e Orio al Serio sono state basse, pertanto non è mai stato superato il limite normativo.



Le concentrazioni non subiscono variazioni di rilievo durante la settimana e nell'arco delle 24 ore: ad Orio al Serio si mantengono costanti, mentre a Grassobbio si osserva un picco tra le ore 8 e le ore 9 del mattino, ad eccezione dei giorni festivi, a causa dell'intenso traffico della vicina autostrada.

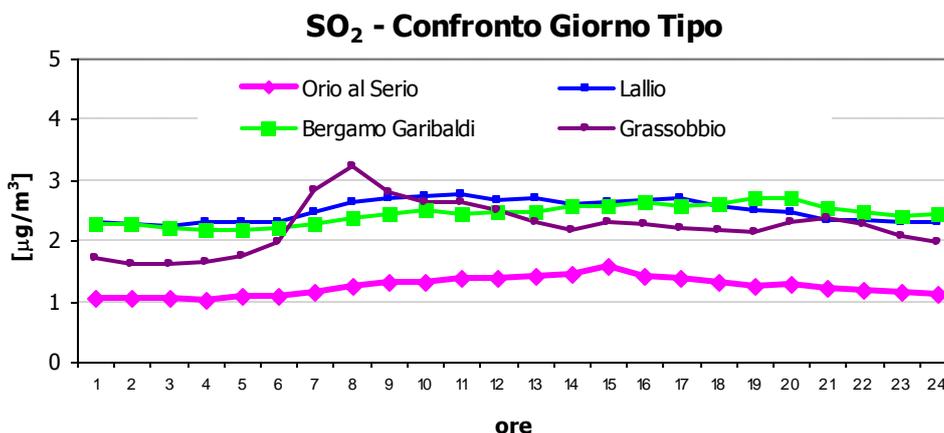


Come altre stazioni della rete fissa, le concentrazioni hanno un andamento medio poco variabile. I picchi, seppur bassi, sono più evidenti a Grassobbio e Lallio.



SO <sub>2</sub>	Orio al Serio	Grassobbio	Lallio	Bergamo Garibaldi
media periodo [µg/m <sup>3</sup> ]	1	2	2	2
max conc. 24h [µg/m <sup>3</sup> ]	3	6	5	5
n. gg superamento limite	0	0	0	0
rendimento	99%	100%	98%	68%

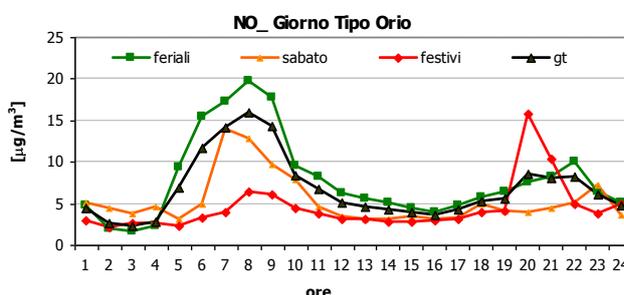
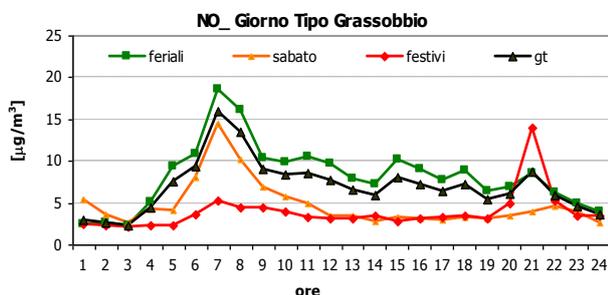
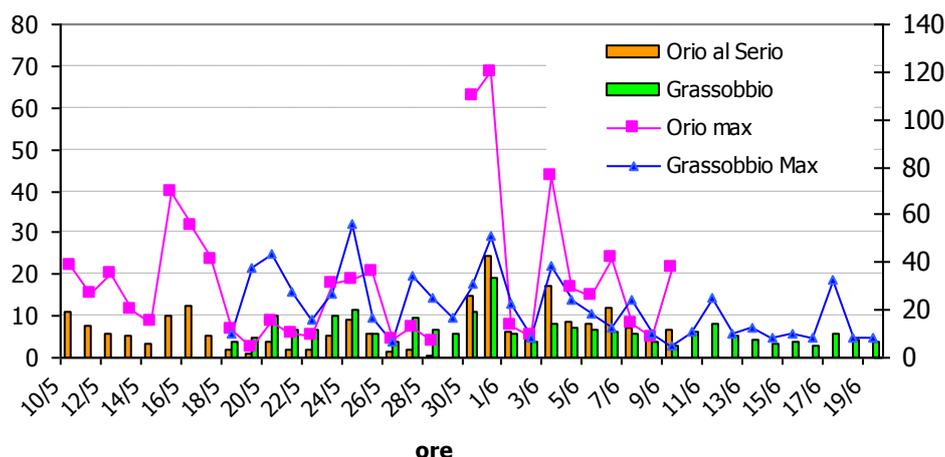
Anche il grafico del giorno tipo mostra valori e andamenti confrontabili se si esclude il picco di Grassobbio.



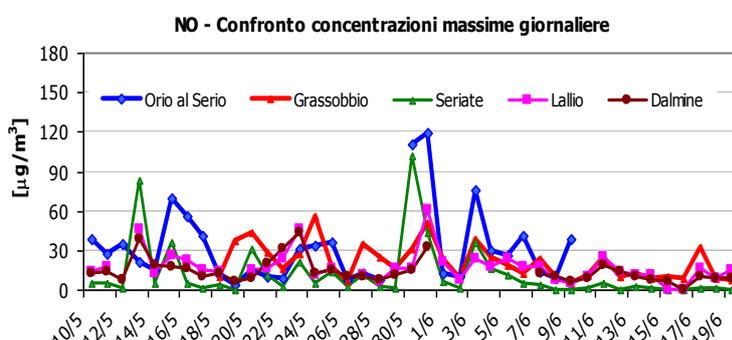
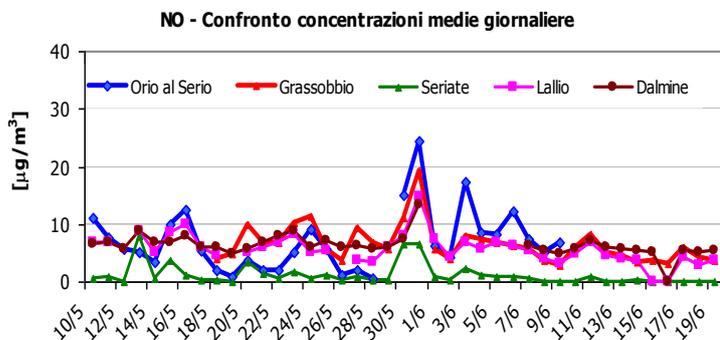
## NO

Durante la campagna, il valore massimo orario di NO è stato di 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , misurato il 31 maggio alle ore 9 a Orio al Serio. A Grassobbio il massimo è stato di 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le concentrazioni medie sul periodo sono state di 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rispettivamente a Orio al Serio e Grassobbio. Il giorno tipo mostra analogie tra i due siti: un picco tra le ore 7 e le 8, più netto a Grassobbio e un andamento a campana ad Orio, per tutti i giorni della settimana. Le concentrazioni tendono ad aumentare tra le ore 20 e le 21 dei giorni festivi.

### ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) NO - Confronti medie e massime giornaliere

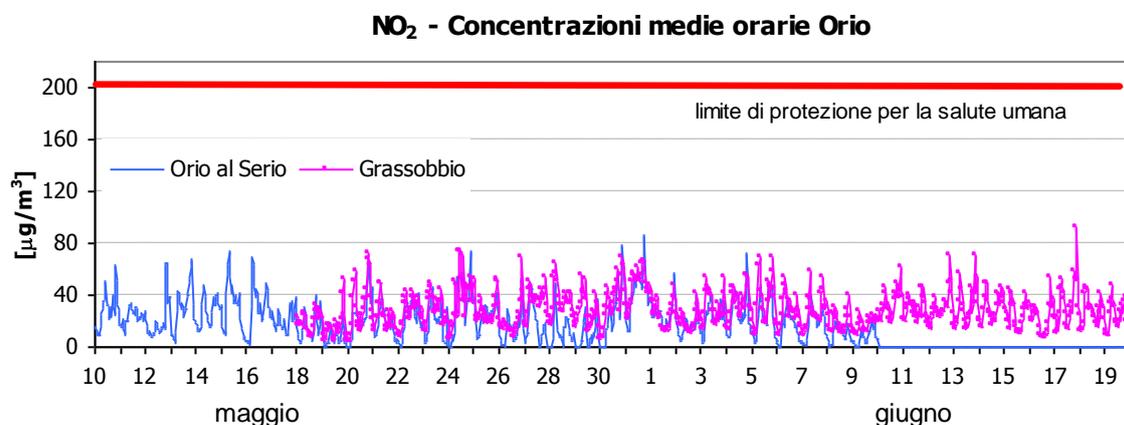


Allargando l'area di indagine, si evidenzia che i valori di NO misurati sono confrontabili con quelli di Lallio, Dalmine e Seriate.

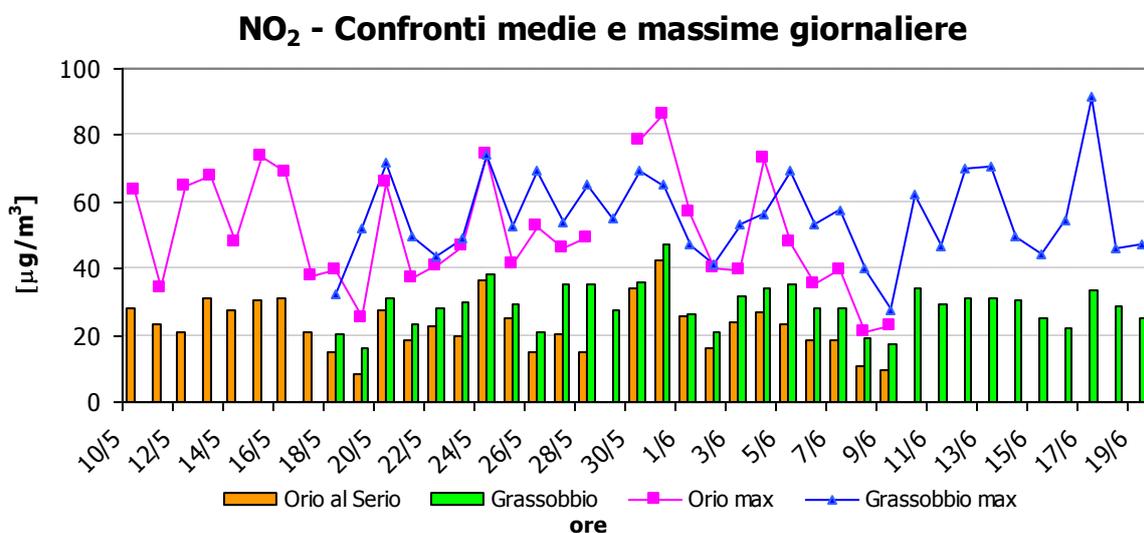


## NO<sub>2</sub>

Durante il periodo di monitoraggio non è mai stato superato il valore limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>. La massima concentrazione oraria è stata di 86 µg/m<sup>3</sup>, misurata a Orio al Serio.

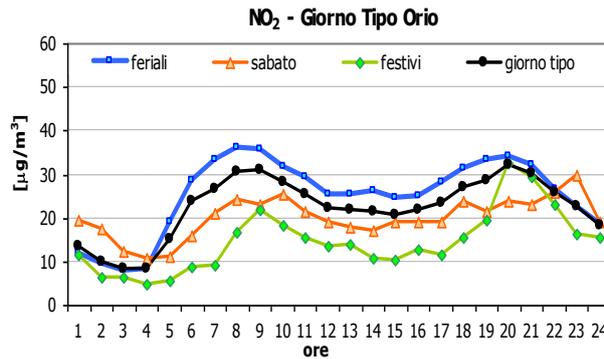
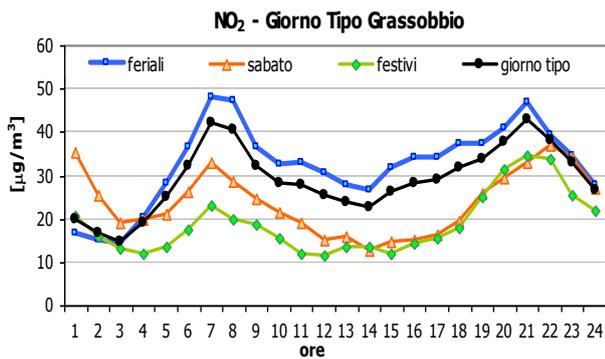


Gli andamenti dei valori medi delle concentrazioni, risultano confrontabili nei due siti; si osservano alcune differenze nelle concentrazioni massime giornaliere.



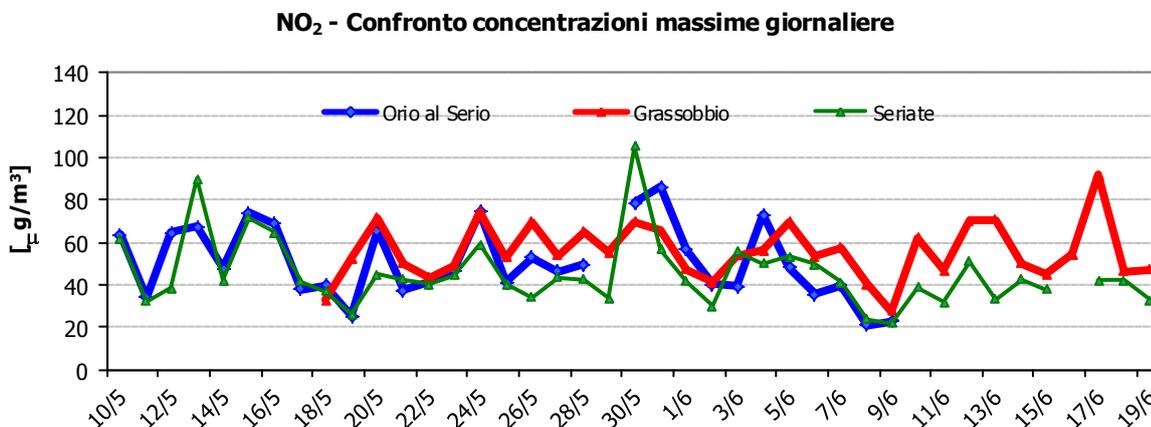
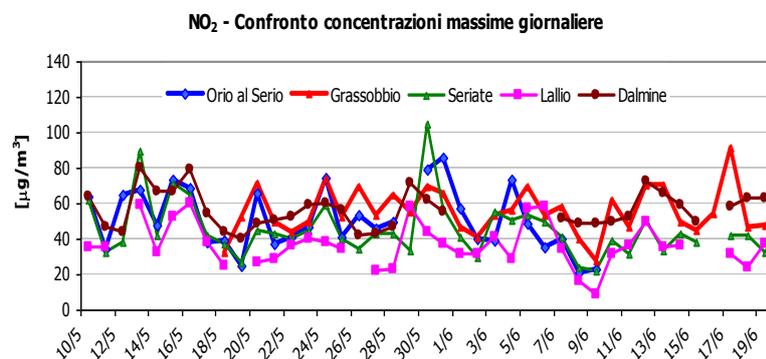
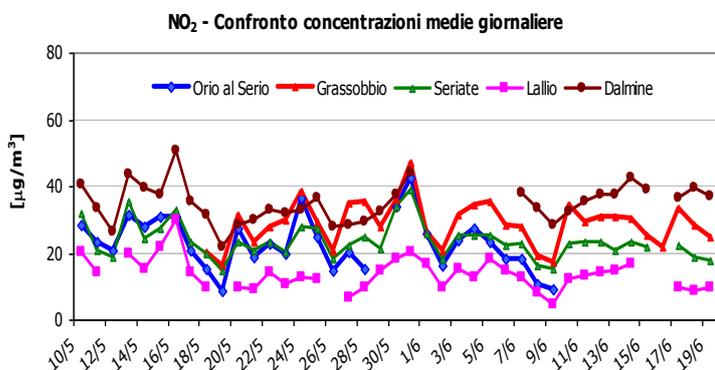
Il giorno tipo mostra una diminuzione delle concentrazioni nelle ore notturne e in quelle centrali della giornata. I valori si alzano in corrispondenza delle ore di punta: tra le 7 e le 8 del mattino, e tra le 20 e le 21 la sera.

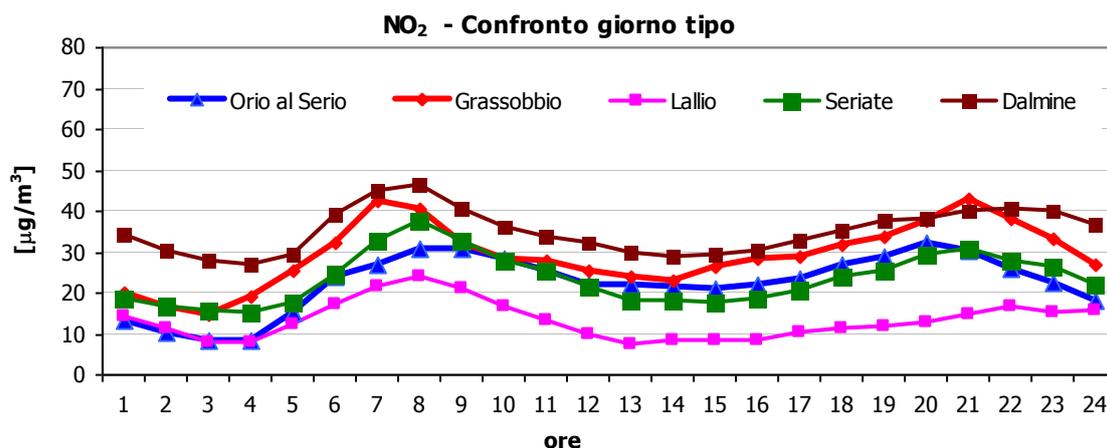
Nei weekend, le concentrazioni sono mediamente più basse: l'andamento è ancora bimodale, ma il picco serale si ha più tardi.



Analizzando un'area più ampia, la tabella e i grafici mostrano come i dati dei siti della campagna, mediamente, siano compresi tra quelli registrati dalla cabina di Lallio e di Dalmine e siano chiaramente confrontabili con quelli di Seriate. Le differenze sono sostanzialmente rappresentate da alcuni eventi locali.

NO <sub>2</sub>	Orio al Serio	Grassobbio	Lallio	Seriate	Dalmine
media periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	23	29	13	24	35
max conc. 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	86	92	60	105	80
n. gg superamento limite	0	0	0	0	0
rendimento	94%	100%	92%	98%	83%



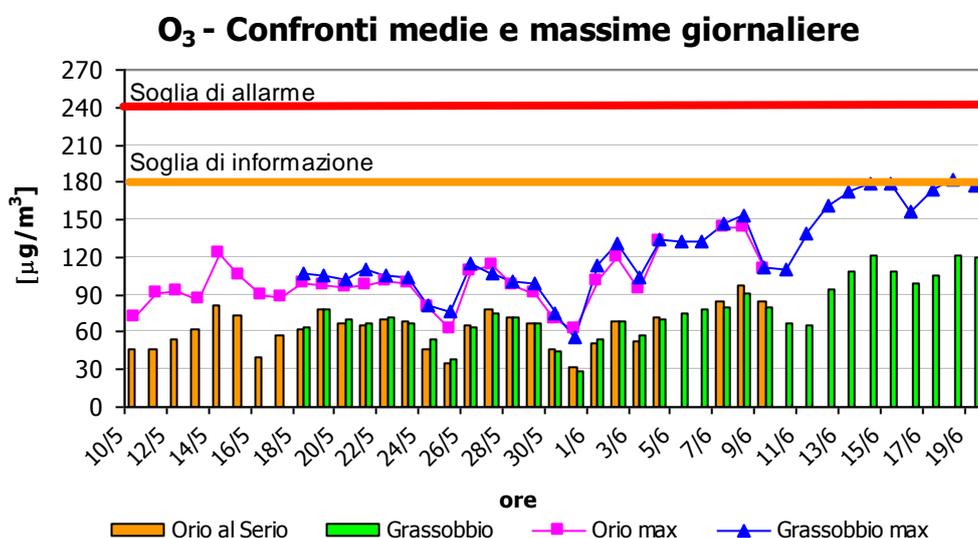


### O<sub>3</sub>

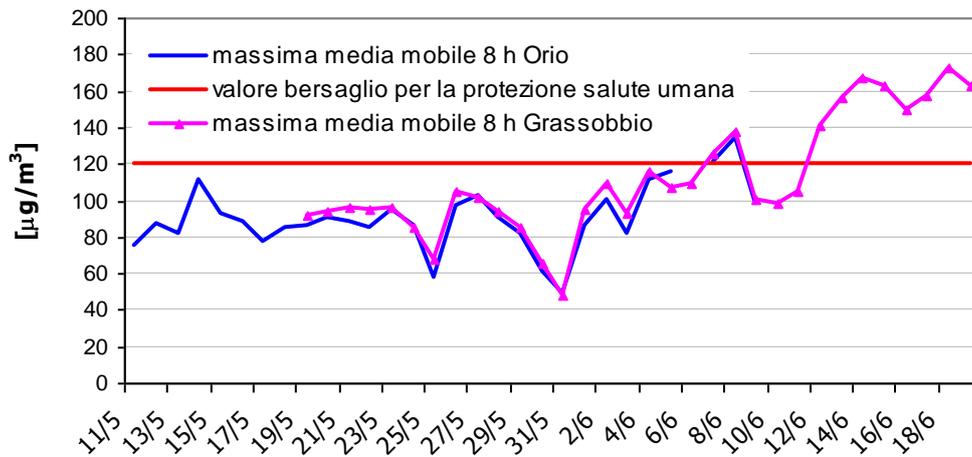
Il periodo critico per l'ozono è la stagione estiva, in quanto la radiazione solare e l'alta temperatura favoriscono la formazione di questo inquinante secondario che viene prodotto attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (COV).

Generalmente le concentrazioni di ozono sono più elevate nelle aree rurali rispetto a quelle urbanizzate; valori maggiori si registrano sottovento alle grandi città, anche a decine di Km di distanza.

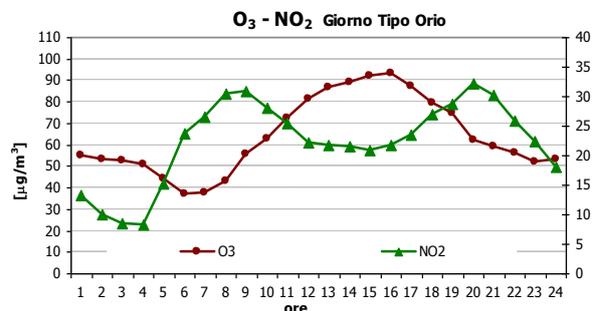
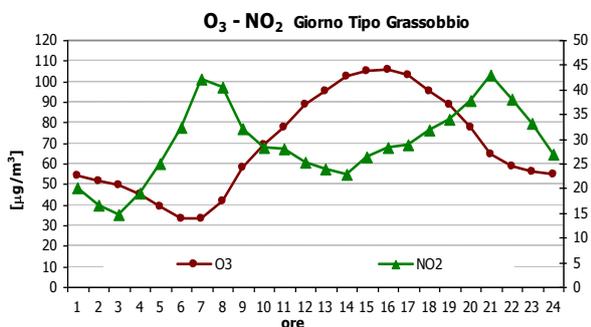
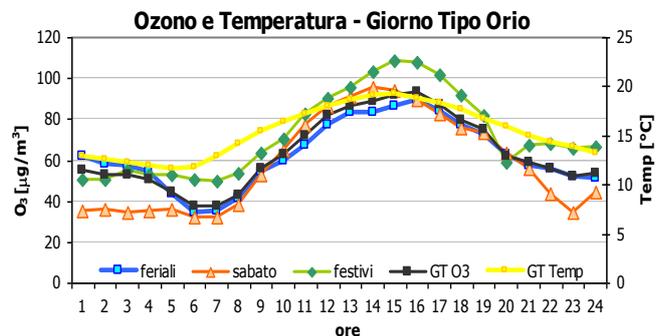
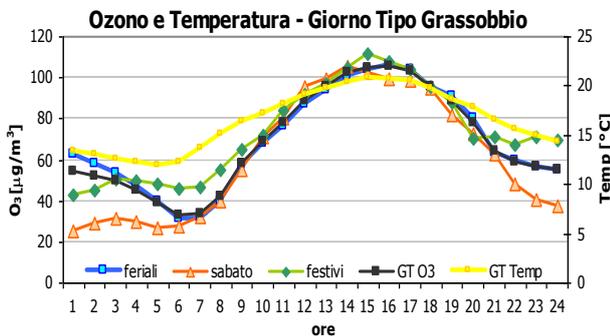
Nei siti della presente campagna, i valori hanno registrato un trend crescente e sono stati registrati superamenti del limite normativo sia sulla media trascinata (2 giorni a Orio al Serio e 10 a Grassobbio), sia sulla soglia di informazione (1 ora a Grassobbio). Nella tabella successiva sono riassunti i dati statistici.



### O<sub>3</sub> - Massima media mobile 8 h



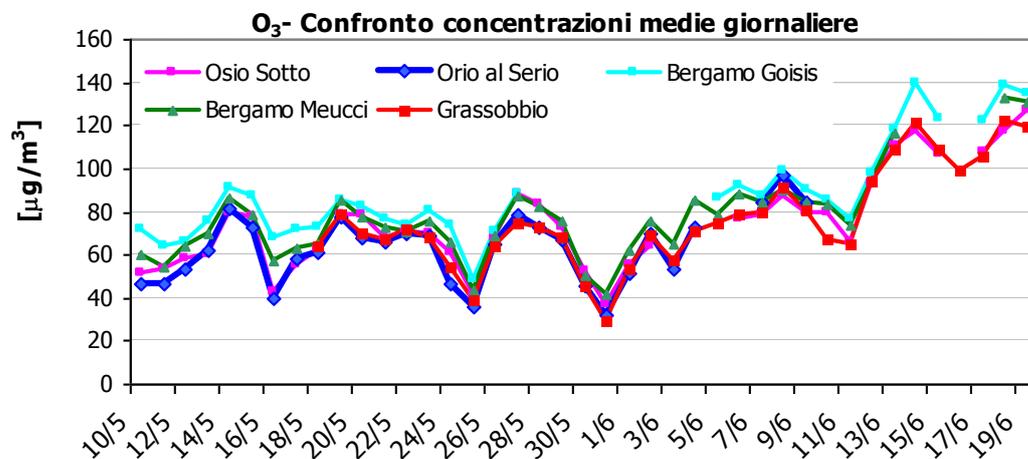
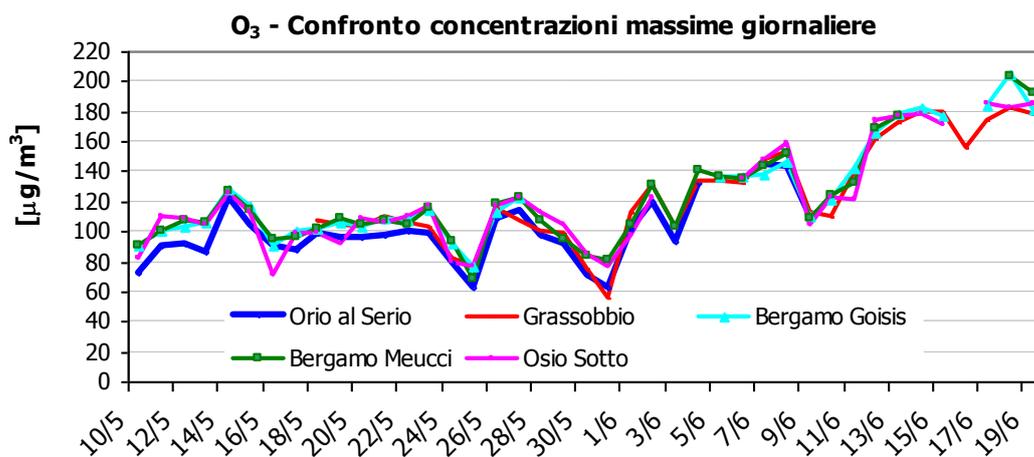
Il grafico del giorno tipo mostra concentrazioni pressoché uguali in tutti i giorni della settimana, in corrispondenza delle ore centrali della giornata, e concentrazioni più basse durante le ore notturne soprattutto il sabato. I grafici rispecchiano il tipico andamento a campana legato all'andamento della temperatura giornaliera.



I dati rilevati mostrano come le concentrazioni di ozono misurate a Orio al Serio e a Grassobbio siano mediamente confrontabili con quelle di altre stazioni della rete fissa di Bergamo. Si consideri che ad Orio al Serio la campagna è terminata prima che le concentrazioni iniziassero ad aumentare.

O <sub>3</sub>	Orio al Serio	Grassobbio	Bergamo Goisis	Bergamo Meucci	Osio Sotto
media periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	64	77	89	78	75
max conc. oraria giorn. [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (1)	145	182	204	203	185
n. gg sup. soglia di informazione	0	1	4	2	5
n. gg sup. soglia di allarme	0	0	0	0	0
rendimento	97%	100%	81%	93%	92%

(1) A Orio il campionamento è terminato qualche giorno prima che i valori di conc.si alzassero



## PM10

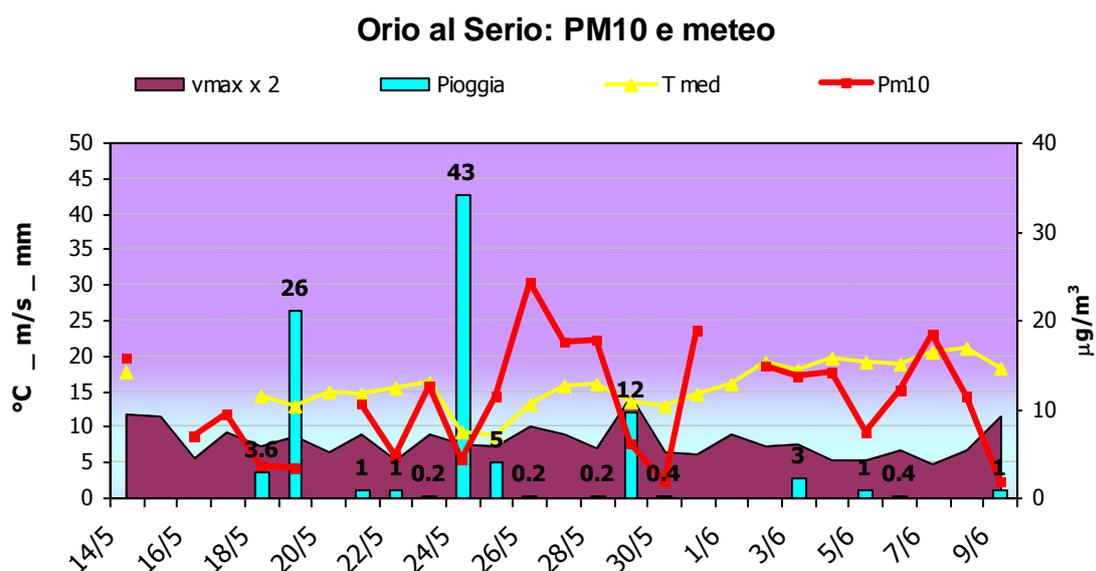
La misura del **PM10** è stata effettuata con campionatori sequenziali e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri. Durante la campagna non è mai stato superato il limite di protezione per la salute umana, pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La media delle concentrazioni di PM10 sul periodo è stata di  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Orio al Serio e di  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Grassobbio.

I dati di Grassobbio e Orio al Serio sono del tutto confrontabili con quelli rilevati presso alcune stazioni fisse della rete di qualità dell'aria della provincia di Bergamo.

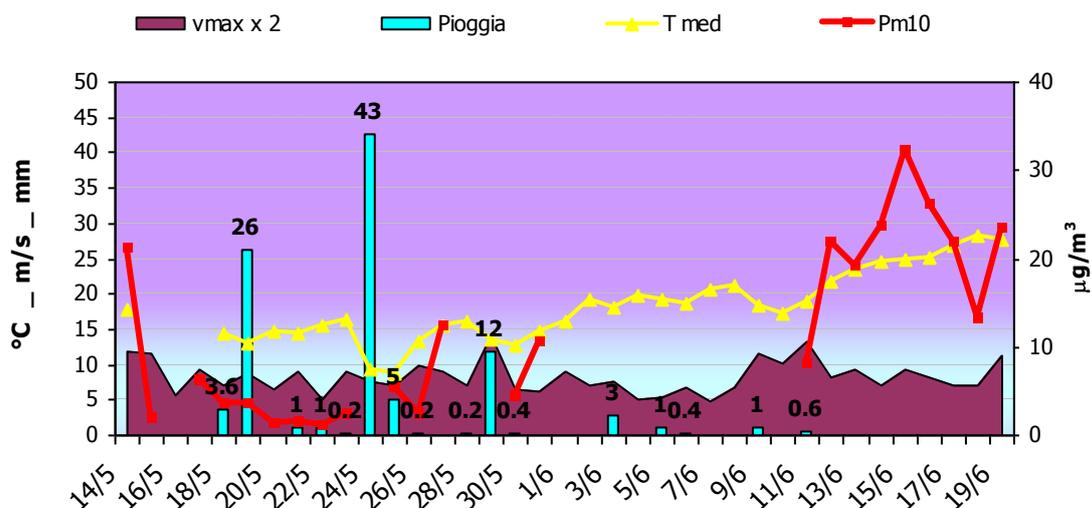
dal 14/5/13 al 19/6/13		Orio al Serio	Grassobbio	BG Meucci	Dalmine	Lallio
		PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				
media periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		11	12	13	17	17
max conc. 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		24	32	26	34	39
n. gg. superamento $50\mu\text{g}/\text{m}^3$		0	0	0	0	0
n. gg. tot. campagna		27	37	37	37	37
n. gg. effettivi		24	23	29	32	36
rendimento		89%	62%	78%	86%	97%

n.b. Le misure di PM10 a Orio al Serio sono terminate il 9 giugno.

Da un punto di vista meteorologico, fasi perturbate ed aumento della ventosità favoriscono la dispersione delle polveri, come risulta dall'analisi delle figure sottostanti.



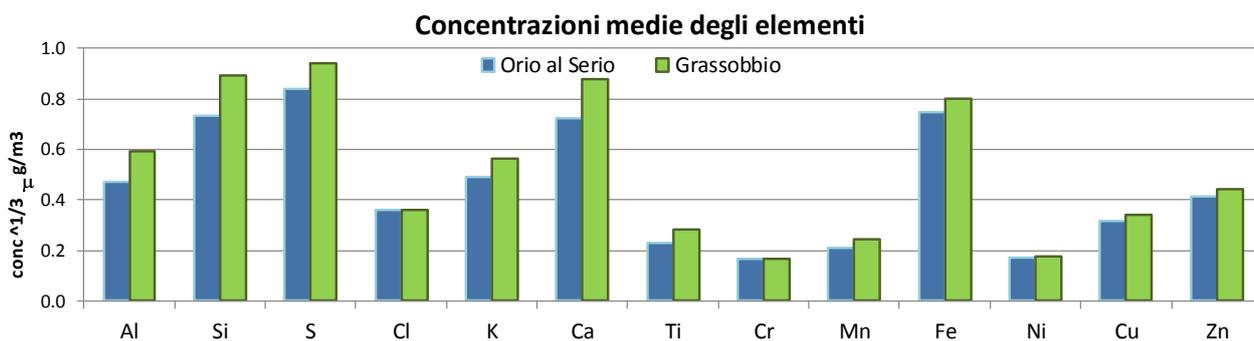
### Grassobbio: PM10 e meteo



### Elementi nel Particolato: analisi mediante Spettrometria X

Sui campioni raccolti di PM10 di Orio al Serio e di Grassobbio sono stati determinati gli Elementi con numero atomico  $Z > 11$ , mediante un analizzatore a Fluorescenza a Raggi X (XRF) che ha permesso di valutare quantitativamente la composizione del particolato depositato su filtro per quanto riguarda le concentrazioni dei seguenti elementi: alluminio (Al), silicio (Si), zolfo (S), cloro (Cl), potassio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), cromo (Cr), manganese (Mn), ferro (Fe), nichel (Ni), rame (Cu), zinco (Zn).

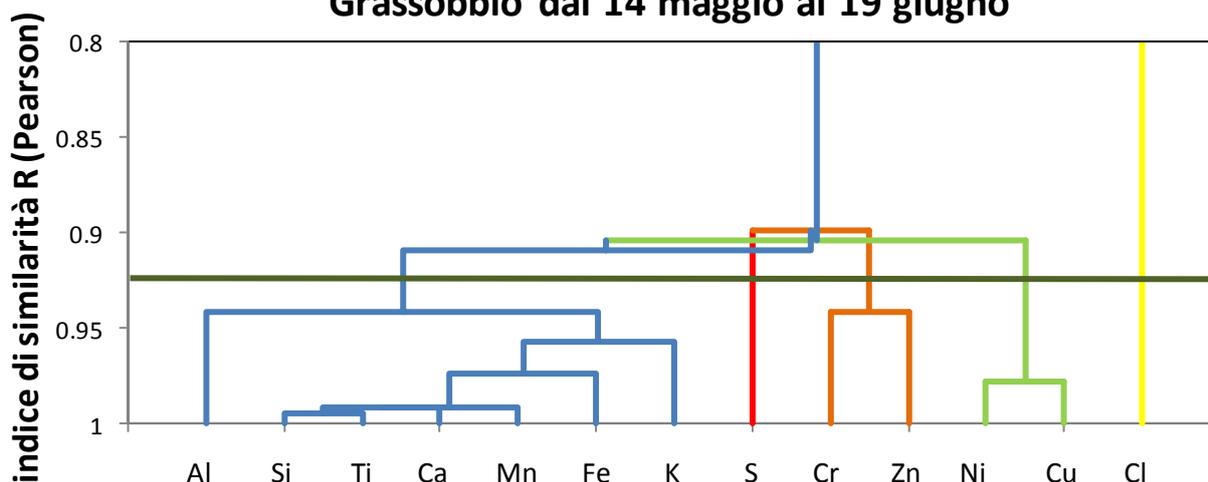
Nella figura seguente si riporta il grafico ad istogrammi delle concentrazioni medie sul periodo dei vari elementi per i due siti. In particolare, per riuscire a visualizzare tutti gli elementi senza perdere informazioni, sull'asse delle ordinate è rappresentata la radice cubica della concentrazione di massa.



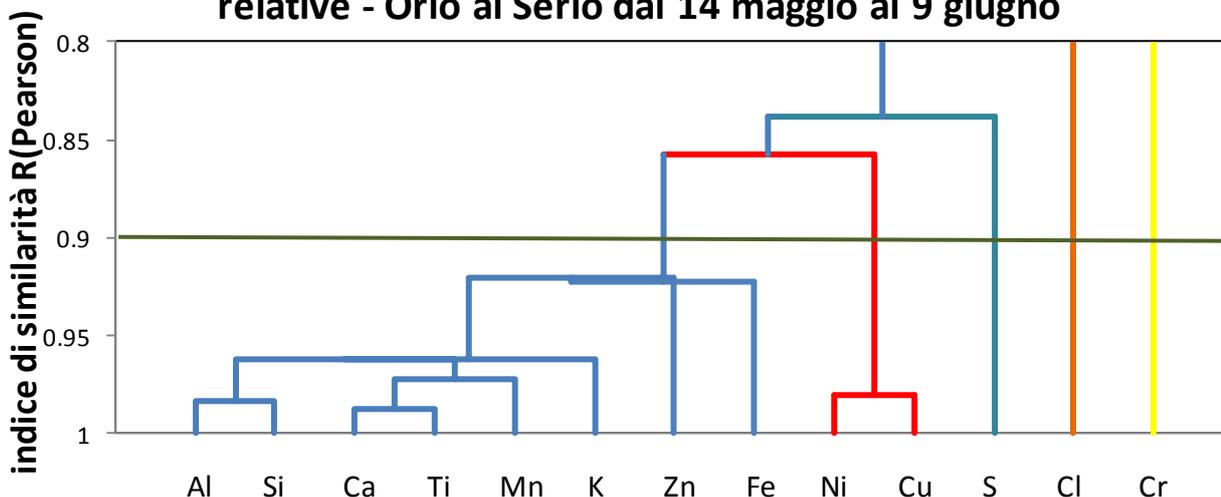
L'unico elemento normato tra quelli rilevati è il nichel con un limite di  $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la concentrazione media annuale (D.lgs. 155/2010). La concentrazione massima di nichel, a Orio al Serio, è stata  $0.008 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (31 maggio – 7 giugno) con un valore medio di  $0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre a Grassobbio la concentrazione massima è stata  $0.009 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (27 maggio – 13 giugno), con un valore medio di  $0.006 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si osservi che le concentrazioni degli elementi rilevati sono confrontabili, anche se leggermente più elevati a Grassobbio.

Per verificare quantitativamente ed oggettivamente l'eventuale esistenza di un comportamento comune tra le serie delle concentrazioni degli elementi rilevati, sull'insieme di queste si è applicata l'analisi a cluster. I dendogrammi sono stati ricavati sulle concentrazioni relative (cioè come frazione della massa totale del PM10) per eliminare l'influenza della meteorologia, e far prevalere della qualità del particolato.

### Analisi a Cluster delle concentrazioni elementari relative Grassobbio dal 14 maggio al 19 giugno



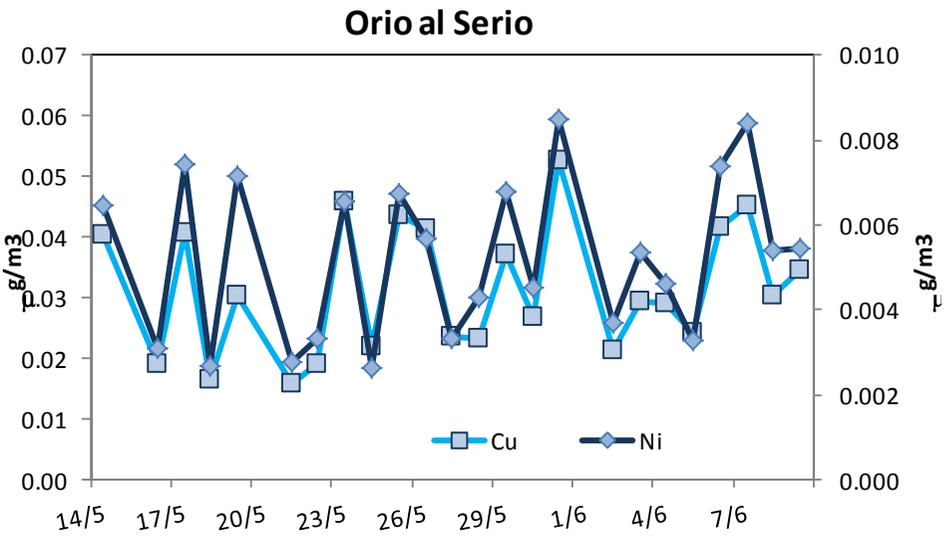
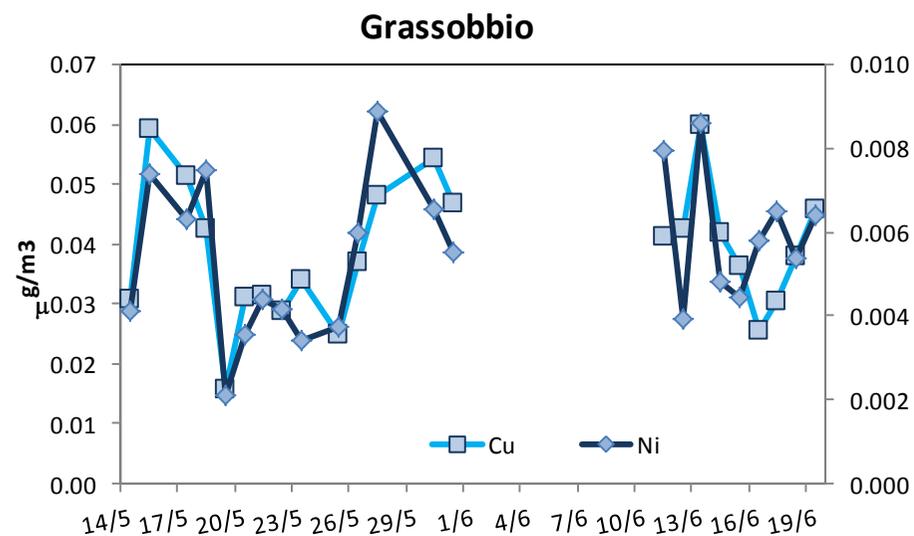
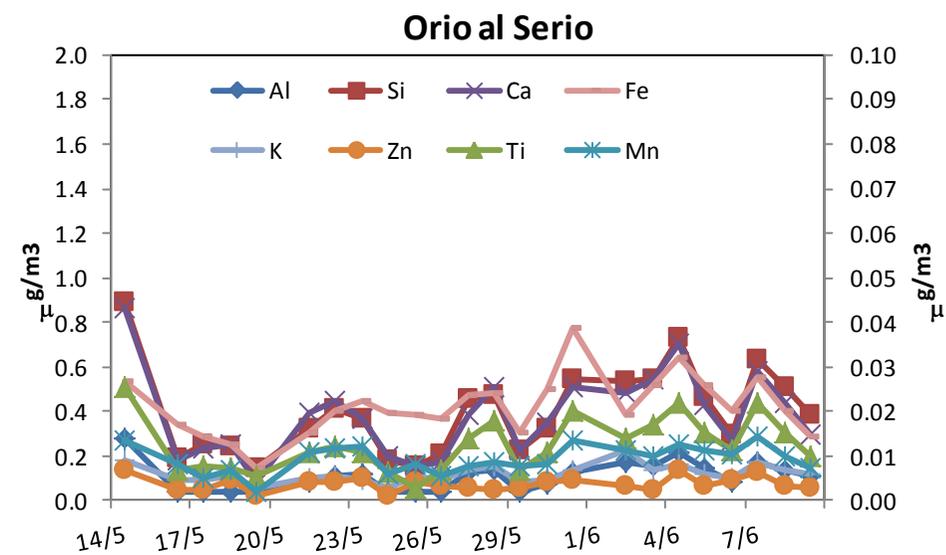
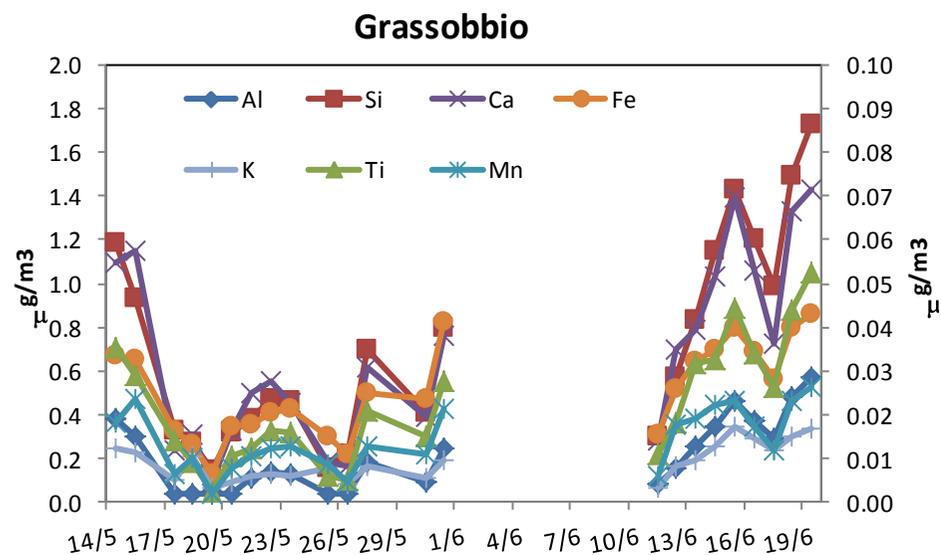
### Analisi a Cluster delle concentrazioni elementari relative - Orio al Serio dal 14 maggio al 9 giugno



Pur essendo gli elementi fortemente correlati tra loro, dai grafici precedenti si possono individuare 5 cluster a Grassobbio: il gruppo degli elementi terrigeni (Al, Si, Ti, Ca, Mn, Fe, K), due gruppi di elementi antropici (Cr e Zn) e (Ni e Cu), 2 gruppi composti da elementi singoli (S e Cl). La stessa associazione di cluster è riscontrata nel sito di Orio al Serio, fatta eccezione per lo zinco nel gruppo dei terrigeni.

Nei grafici successivi sono mostrati gli andamenti giornalieri delle concentrazioni di massa di alcuni elementi associati in base ai cluster di appartenenza.

## Concentrazioni medie giornaliere di alcuni elementi rilevate nei due siti



## BTX

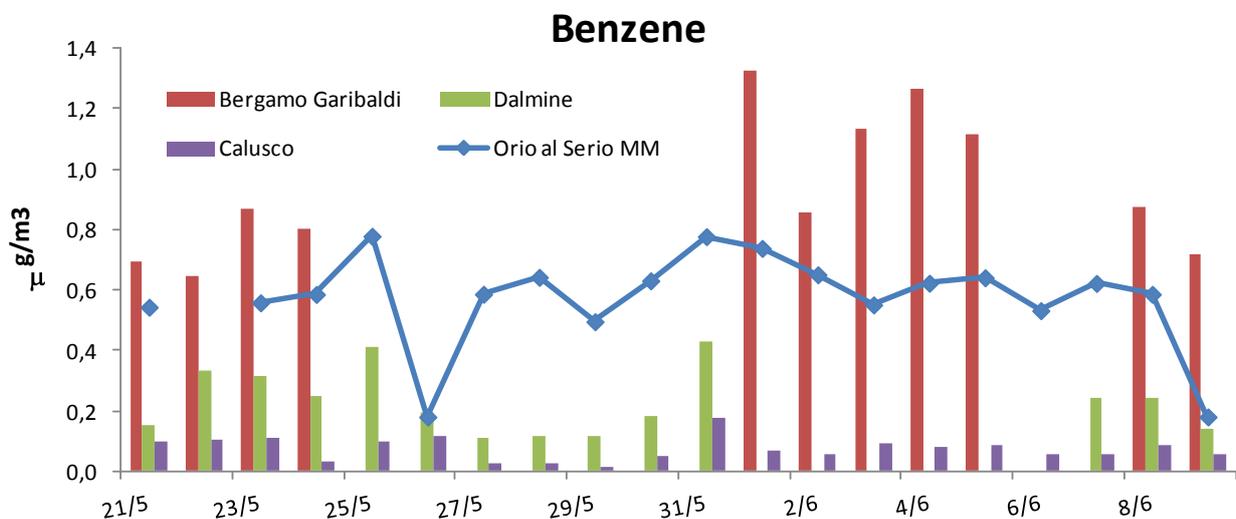
Il benzene è una sostanza usata come antidetonante nella benzina senza piombo in sostituzione dei composti del piombo; il toluene è un importante solvente, utilizzato a livello industriale, e sostituisce il benzene per la minore pericolosità; gli xileni sono impiegati principalmente come additivi per la benzina, per il resto vengono usati come solventi.

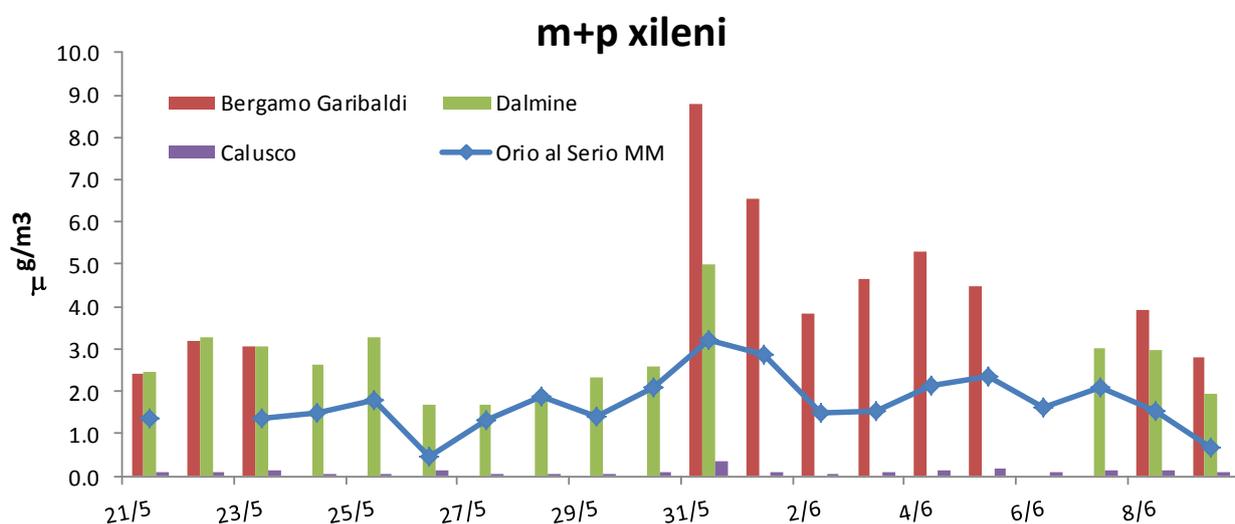
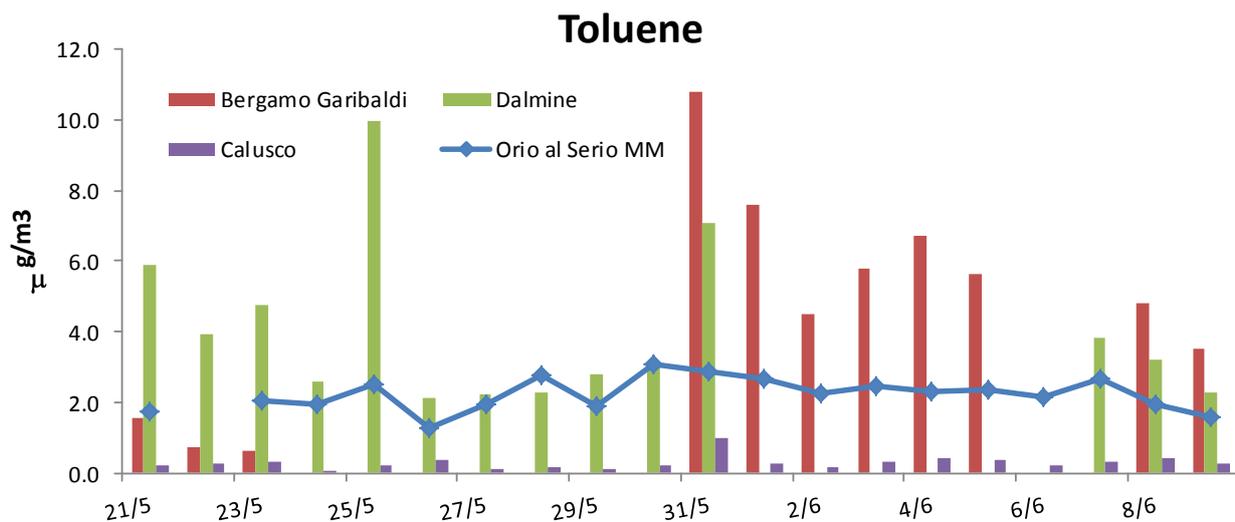
La misura dei BTX è stata effettuata durante il periodo della campagna mediante campionatori di tipo attivo e passivo a simmetria radiale.

Le fiale di tipo passivo sono costituite da carbone attivo che, successivamente eluito con solfuro di carbonio, permette di ottenere una soluzione da analizzare con un gascromatografo con rilevatore a spettrometria di massa. Si determinano in questo modo le concentrazioni di benzene, toluene, meta-para xilene. Questa tecnica permette la determinazione della concentrazione settimanale dei citati composti e ha il vantaggio di consentire la realizzazione di estesi programmi di screening con costi molto ridotti rispetto ai campionamenti di tipo attivo. Considerato che il limite per il benzene è annuale, una campagna di misura condotta per un periodo più breve può essere utile in un'ottica di approccio preliminare alla caratterizzazione dei livelli di immissione nel luogo soggetto all'indagine, in rapporto alle informazioni provenienti da un punto fisso di misura. L'analisi viene condotta mediante desorbimento termico dei campioni e successiva separazione degli inquinanti in gascromatografia capillare. Poiché la velocità di campionamento di questi sistemi è costante durante il periodo di esposizione, ne consegue che, a seguito di opportuni fattori di conversione, alla quantità campionata di analita sia possibile far coincidere una concentrazione ambientale. Le fiale di tipo attivo, invece, sono costituite da un elemento sensibile in forma granulata contenuto in una fiala attraverso cui l'aria è forzata a passare tramite l'aspirazione di una pompa; analogamente alle precedenti, successivamente al campionamento vengono sottoposte ad analisi in laboratorio. Trattandosi di metodiche diverse è comunque necessario un confronto.

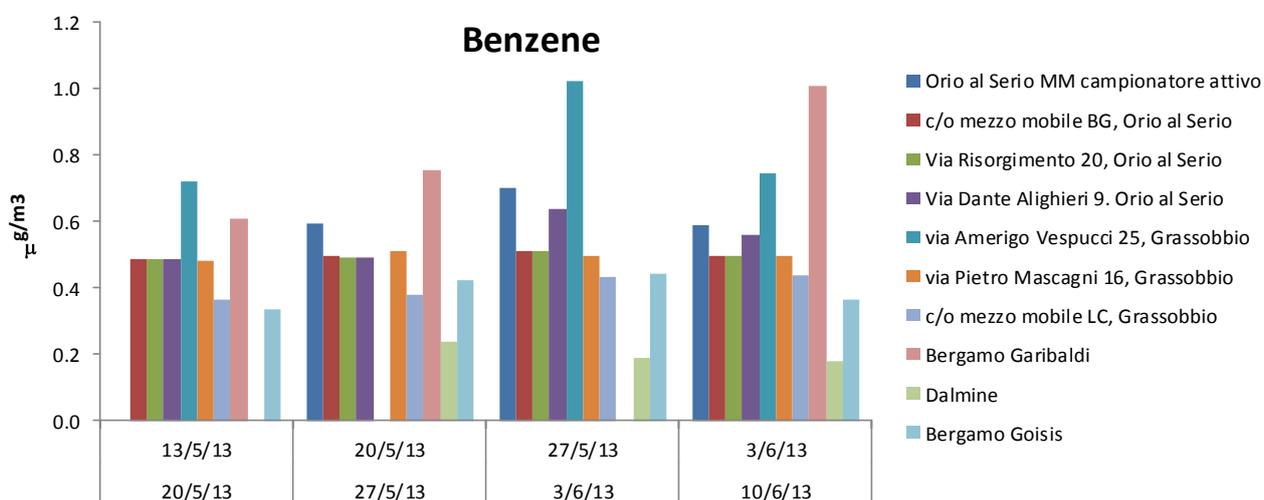
I valori giornalieri di benzene, toluene e m+p xileni, misurati dal campionatore attivo presso il laboratorio mobile di Orio al Serio sono stati confrontati con quelli di Bergamo Garibaldi, Dalmine e Calusco, evidenziando quanto segue:

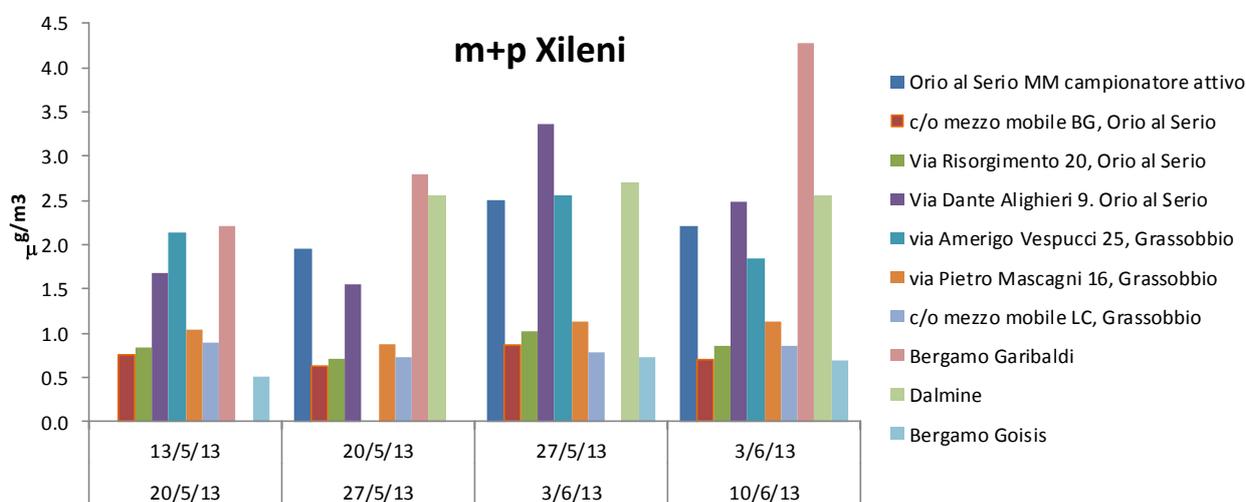
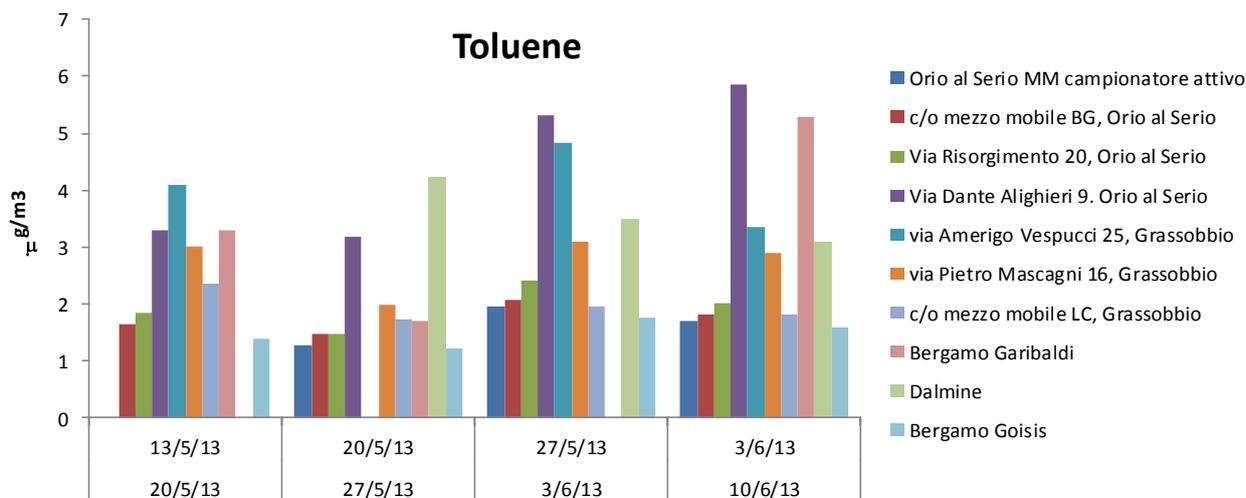
- le misure di benzene a Orio al Serio (massima concentrazione  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) risultano essere inferiori a quelle di Bergamo Garibaldi, ma superiori a quelle di Dalmine e Calusco.
- le misure di toluene e degli xileni a Orio al Serio (massima concentrazione rispettivamente di  $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) risultano essere generalmente inferiori a quelle di Bergamo Garibaldi e Dalmine.





Inoltre le misure di benzene, toluene e xileni rilevate dai campionatori passivi sono state confrontate con le concentrazioni medie settimanali delle altre postazioni della RRQA e del campionatore attivo di Orio al Serio.





Dal confronto con le altre postazioni di misura, si evidenzia che le medie settimanali delle concentrazioni rilevate sono in generale confrontabili tra loro e molto basse:

- il benzene varia da un minimo di  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Dalmine) ad un massimo di  $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grassobbio, via Vespucci).
- il toluene varia da un minimo di  $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Orio al serio, presso mezzo mobile) ad un massimo di  $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grassobbio, via Alighieri).
- gli xileni variano da un minimo di  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Bergamo Goisis) ad un massimo di  $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Bergamo Garibaldi). Intorno all'aeroporto, le concentrazioni non hanno mai superato i  $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

<b>Benzene</b>	<b>mezzo mobile Orio al Serio campionatore attivo</b>	<b>mezzo mobile Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>Via Risorgimento 20, Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>Via Dante Alighieri 9, Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>via Amerigo Vespucci 25, Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>via Pietro Mascagni 16, Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>mezzo mobile Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>Bergamo Garibaldi</b>	<b>Dalmine</b>	<b>Bergamo Goisis campionatore passivo</b>	<b>Calusco</b>
media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.6	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.4	0.8	0.2	0.4	0.1
max periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.7	0.5	0.5	0.6	1.0	0.5	0.4	1.0	0.2	0.4	0.2

<b>Toluene</b>	<b>mezzo mobile Orio al Serio campionatore attivo</b>	<b>mezzo mobile Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>Via Risorgimento 20, Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>Via Dante Alighieri 9, Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>via Amerigo Vespucci 25, Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>via Pietro Mascagni 16, Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>mezzo mobile Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>Bergamo Garibaldi</b>	<b>Dalmine</b>	<b>Bergamo Goisis campionatore passivo</b>	<b>Calusco</b>
media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1.7	1.7	1.9	4.4	4.1	2.7	2.0	3.4	3.6	1.5	0.3
max periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.0	2.1	2.4	5.8	4.8	3.1	2.4	5.3	4.2	1.8	1.0

<b>m+p xileni</b>	<b>mezzo mobile Orio al Serio campionatore attivo</b>	<b>mezzo mobile Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>Via Risorgimento 20, Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>Via Dante Alighieri 9, Orio al Serio campionatore passivo</b>	<b>via Amerigo Vespucci 25, Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>via Pietro Mascagni 16, Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>mezzo mobile Grassobbio campionatore passivo</b>	<b>Bergamo Garibaldi</b>	<b>Dalmine</b>	<b>Bergamo Goisis campionatore passivo</b>	<b>Calusco</b>
media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.2	0.7	0.9	2.3	2.2	1.0	0.8	3.1	2.6	0.6	0.1
max periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5	0.9	1.0	3.4	2.6	1.1	0.9	4.3	2.7	0.7	0.4

## Naftalene

Con i campionatori passivi è stato rilevato il naftalene, IPA a due anelli, esistente in atmosfera solo in fase gassosa, quale marker delle emissioni aeroportuali. Le concentrazioni rilevate nel periodo della campagna, in tutti i siti di misura sono inferiori al limite di rilevabilità strumentale pari a  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## Conclusioni

La campagna di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico effettuata nel 2013, nei comuni di Orio al Serio e Grassobbio ha consentito una caratterizzazione generale della qualità dell'aria dell'area.

E' risultato che:

- i valori medi di **SO<sub>2</sub>** e **CO** sono risultati inferiori ai limiti di legge, confrontabili con quelli misurati presso le centraline della qualità dell'aria della provincia di Bergamo;
- le concentrazioni di **NO<sub>2</sub>** sono paragonabili a quelle delle vicine stazioni di Dalmine, Lallio e Seriate. Non sono stati misurati superamenti dei limiti di legge;
- i valori di **O<sub>3</sub>** sono stati in graduale aumento ed è stato registrato un superamento del limite di protezione della salute umana a Grassobbio. Il valore bersaglio per la salute umana, pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è stato superato 10 giorni a Grassobbio e 2 a Orio al Serio.
- non sono stati registrati dei superamenti del limite normativo di **PM<sub>10</sub>**, analogamente ad altre stazioni della rete di monitoraggio prese a confronto.
- le concentrazioni di **BTX** sono state basse e confrontabili tra vari siti.
- le concentrazioni di **naftalene**, quale marker delle emissioni dell'aeroporto, rilevate in tutti i siti di misura, sono risultati inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

## Ringraziamenti

Si ringraziano le Amministrazioni Comunali di Orio al Serio e Grassobbio e la SACBO per la collaborazione apportata durante la campagna di monitoraggio.

## Allegato Dati Orari

INQUINANTE : PM<sub>10</sub> UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>

### VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE

	Grassobbio	Orio al serio
Data	Conc. PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Conc. PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]
14/05/2013	21	16
15/05/2013	2	
16/05/2013		7
17/05/2013	6	9
18/05/2013	4	4
19/05/2013	4	3
20/05/2013	1	
21/05/2013	2	11
22/05/2013	1	5
23/05/2013	3	13
24/05/2013		4
25/05/2013	5	11
26/05/2013	2	24
27/05/2013	12	18
28/05/2013		18
29/05/2013		6
30/05/2013	4	2
31/05/2013	11	19
01/06/2013		
02/06/2013		15
03/06/2013		14
04/06/2013		14
05/06/2013		7
06/06/2013		12
07/06/2013		18
08/06/2013		11
09/06/2013		2
10/06/2013		
11/06/2013	8	
12/06/2013	22	
13/06/2013	19	
14/06/2013	24	
15/06/2013	32	
16/06/2013	26	
17/06/2013	22	
18/06/2013	13	
19/06/2013	23	

GIORNALIERE

**INQUINANTE : CO  
MEDIE ORARIE**

**UNITA' DI MISURA : mg/m<sup>3</sup>**

**Orio al Serio**

**VALORI DELLE CONCENTRAZIONI**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10-mag	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6
11-mag	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
12-mag	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
13-mag	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
14-mag	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
15-mag	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
16-mag	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6
17-mag	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
18-mag	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4
19-mag	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
20-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
21-mag	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
22-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
23-mag	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
24-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4
25-mag	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
26-mag	0.1	0	0	0	0	0	0	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
27-mag	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
28-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4
29-mag	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
30-mag	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5
31-mag	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
01-giu	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.5
02-giu	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4
03-giu	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
04-giu	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
05-giu	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4
06-giu	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
07-giu	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4
08-giu	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
09-giu	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4

INQUINANTE : CO  
ORARIE

UNITA' DI MISURA : mg/m<sup>3</sup>

Grassobbio

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
19-mag	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3
20-mag	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
21-mag	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
22-mag	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
23-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2
24-mag	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3
25-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
26-mag	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
27-mag	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
28-mag	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
29-mag	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
30-mag	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4
31-mag	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
01-giu	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
02-giu	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
03-giu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
04-giu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
05-giu	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
06-giu	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
07-giu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
08-giu	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
09-giu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
10-giu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
11-giu	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
12-giu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3
13-giu	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
14-giu	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
15-giu	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
16-giu	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
17-giu	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
18-giu	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
19-giu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2

**INQUINANTE : NO<sub>2</sub>**  
**ORARIE**

**UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>**

**Orio al Serio**

**VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10-mag	15	11	9	9	10	17	27	31	36	37	51	32	31	22	30	24	39	31	25	63	51	32	28	18
11-mag	16	16	22	14	9	20	20	19	32	34	30	27	26	25	31	29	20	23	22	23	27	23	20	27
12-mag	22	16	12	9	12	7	10	11	12	21	17	14	13	11	13	15	15	19	13	65	64	34	39	38
13-mag	9	9	6	4	13	30	43	40	33	29	34	29	23	30	31	40	41	51	54	63	67	32	21	19
14-mag	16	13	13	13	18	34	45	48	38	28	23	21	15	17	17	27	39	32	32	40	42	33	29	33
15-mag	15	11	12	10	42	57	65	74	54	42	48	36	33	41	34	33	33	41	22	14	8	6	4	4
16-mag	5	4	4	2	33	69	63	47	38	45	40	26	26	34	21	20	31	45	49	43	31	30	23	21
17-mag	27	19	17	13	17	17	30	23	16	15	13	15	22	9	10	13	34	28	36	20	22	29	38	18
18-mag	9	6	4	5	6	13	16	31	24	14	14	9	9	9	5	15	26	40	22	12	10	18	35	16
19-mag	11	2			4	4	5	13	18	4	3	6	16	9	7	3	4	7	18	25	11	3	4	
20-mag				5	7	26	27	28	25	22	16	13	16	16	16	21	22	25	41	61	66	45	33	46
21-mag	21	14	8	11	18	26	33	37	37	31	26	23	15	15	22	22	14	18	25	15	8	5	3	6
22-mag	3		1	3	10	17	29	33	35	25	22	31	35	39	34	26	24	19	29	41	25	15	18	14
23-mag	11	4	5	9	14	27	34	39	47	30	22	22	19	21	18	24	24	35	19	4	3	2	30	13
24-mag			2	9	4	13	27	36	54	42	54	57	55	46	37	33	18	35	36	46	74	55	37	34
25-mag	38	25	10	6	9	11	23	24	18	31	28	32	30	24	26	22	28	26	29	32	38	41	34	18
26-mag	9	4	2	2	1		3	20	30	22	18	15	17	5	6	8	10	13	26	16	28	53	21	14
27-mag	3	7	11	12	33	46	45	46	33	24	22	18	16			4	9	12	17	19	11			
28-mag				8	19	49	38	12	8	9	7	6		15	16	23	21	21	12	10	8	4	6	11
29-mag						5	5	18	20	31	17				6	9	4	11	7	18	33	37	10	
30-mag						14	16	19	35	31	17	12	20	28	34	34	56	56	34	21	51	79	58	33
31-mag	20	12	13	12	30	41	37	44	54	47	52	55	57	55	51	47	44	66	86	46	48	32	38	36
01-giu	32	23	24	29	29	24	27	27	28	26	21	15	12	13	18	21	15	24	20	32	32	44	57	29
02-giu	20	12	10	6	5	6	10	16	24	21	22	14	13	17	13	17	15	13	19	40	27	19	17	11
03-giu	12	4	4	12	27	25	28	34	36	39	32	21	19	24	25	20	28	21	38	30	21	35	22	13
04-giu	9	7	8	10	17	32	36	43	45	40	39	22	18	19	26	21	25	24	47	73	45	18	16	11
05-giu	13	11	5	2	5	11	26	48	36	34	21	23	20	17	18	43	43	39	44	47	25	12	8	5
06-giu	3				27	18	15	23	34	36	34	27	22	24	23	22	17	15	15	12	7	5	4	3
07-giu	3	2	2	1	6	19	24	28	40	29	24	26	23	20	16	19	16	24	25	30	25	23	11	7
08-giu	3		1	2	2	11	19	21	14	21	16	14	13	14	15	9	6	6	16	19	10	5	4	5
09-giu	3	2					3	13	7	14	8	6	3	3	6	12	10	18	14	21	23	8	7	6

**INQUINANTE : NO<sub>2</sub>  
ORARIE**

**UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>**

**Grassobbio**

**VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18-mag	23	16	19	18	19	17	24	27	24	14	14	11	8	9	10	15	22	28	33	30	22	27	30	23
19-mag	23	10	5	7	13	12	18	16	16	14	6	4	15	20	13	11	15	16	22	42	52	25	10	5
20-mag	6	5	4	9	17	39	50	59	31	19	16	25	13	18	24	30	37	38	45	72	68	63	39	27
21-mag	22	12	15	23	23	34	49	50	32	25	25	23	16	12	17	28	15	23	27	21	24	16	14	14
22-mag	9	8	10	16	19	34	38	43	34	26	22	23	29	38	44	37	29	34	32	34	39	24	29	21
23-mag	17	13	13	19	37	42	49	46	39	39	27	27	31	36	28	35	36	45	35	17	19	26	21	18
24-mag	6	9	10	18	16	25	51	47	23	26	74	74	52	35	71	39	23	48	45	47	53	36	49	45
25-mag	53	34	20	23	22	25	38	33	23	28	29	21	25	18	22	20	19	20	23	30	38	51	53	33
26-mag	22	17	15	14	15	19	20	17	17	13	13	14	13	8	10	12	14	16	27	22	35	70	43	37
27-mag	18	18	16	26	45	51	46	38	34	36	38	39	36	37	31	37	44	40	37	44	54	33	27	22
28-mag	19	23	17	29	53	56	65	51	38	33	28	28	27	33	37	41	34	37	33	41	41	34	23	27
29-mag	16	18	19	25	29	34	55	41	42	36	52	23	12	15	16	24	16	28	21	26	42	24	34	15
30-mag	6	7	7	14	25	31	46	41	37	30	32	24	34	41	41	45	60	51	35	27	56	70	63	43
31-mag	33	24	22	30	33	35	50	55	57	54	51	62	53	50	52	56	64	66	66	49	45	41	42	47
01-giu	42	36	25	26	32	35	38	30	24	22	20	15	14	12	14	13	13	15	25	28	32	47	39	36
02-giu	26	25	21	17	16	21	27	24	20	17	16	15	13	12	11	12	16	18	28	41	32	20	26	25
03-giu	21	14	15	26	53	43	46	47	43	39	41	28	19	17	28	20	33	25	23	25	31	54	41	24
04-giu	15	14	14	18	27	41	47	47	34	38	40	30	23	25	39	33	29	36	56	55	53	46	31	31
05-giu	27	20	14	10	13	33	64	69	43	38	29	27	19	21	18	50	35	48	46	59	70	44	39	20
06-giu	17	9	9	16	25	38	48	53	44	40	23	37	35	28	29	30	26	22	27	40	24	30	17	16
07-giu	9	9	12	14	16	30	39	58	38	29	25	26	23	24	25	21	23	19	41	44	54	30	29	35
08-giu	25	16	12	13	13	27	31	24	28	21	15	14	17	11	13	12	11	15	23	29	40	24	16	16
09-giu	11	12	12	9	11	18	28	22	21	18	12	14	13	13	12	23	18	22	24	20	18	21	23	20
10-giu	22	28	21	21	33	28	41	46	31	30	33	22	28	18	25	38	42	50	38	39	45	62	44	39
11-giu	21	20	21	29	32	39	38	32	32	26	34	23	34	19	31	25	23	47	38	46	35	23	18	24
12-giu	16	20	13	21	24	29	38	32	29	26	23	24	26	27	28	36	35	30	32	50	70	50	41	26
13-giu	17	14	17	19	21	36	57	44	33	28	19	13	16	16	22	25	46	26	35	42	71	42	53	33
14-giu	22	19	16	15	30	39	50	49	36	27	25	23	17	25	20	20	24	33	41	32	40	47	38	43
15-giu	34	29	19	27	15	45	41	32	35	35	19	16	13	12	10	13	13	19	23	29	41	33	29	33
16-giu	35	21	21	26	31	30	27	27	25	15	10	8	8	7	8	9	9	12	19	33	54	31	38	23
17-giu	21	11	22	13	26	44	52	46	41	37	25	18	15	15	23	31	34	26	58	52	92	51	31	25
18-giu	13	13	13	18	42	44	46	45	30	33	30	29	31	23	26	18	30	16	26	42	34	31	31	21
19-giu	13	9	9	9	26	34	47	37	33	32	19	20	15	27	20	32	27	35	30	39	21	30	20	18

**INQUINANTE : O<sub>3</sub>**  
**MEDIE ORARIE**

**UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>**

**Orio al Serio**

**VALORI DELLE CONCENTRAZIONI**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10-mag	62	61	60	59	67	60	51	42	38	33	26	51	48	72	63	69	64	57	51	7	22	18	10	22
11-mag	25	21	15	32	31	25	22	29	33	53	62	75	85	90	91	79	64	54	57	46	33	38	32	31
12-mag	30	23	26	23	31	31	32	46	69	70	76	83	85	89	91	93	88	82	85	23	26	38	21	24
13-mag	48	46	48	53	43	28	29	55	71	71	69	79	87	87	85	83	80	79	76	46	45	60	62	59
14-mag	63	59	60	56	48	34	37	49	85	94	97	109	117	116	123	112	101	110	107	85	84	81	66	62
15-mag	75	67	59	51	21	16	16	22	69	80	82	91	105	102	105	101	79	69	79	87	94	94	93	89
16-mag	85	78	81	90	30	7	18	32	30	28	39	61	48	44	52	58	43	20	14	12	25	15	23	14
17-mag	9	16	27	48	65	64	48	61	64	69	73	78	81	75	88	85	73	71	63	76	58	36	29	43
18-mag	46	49	45	45	44	39	44	41	56	73	79	88	95	96	99	85	64	57	68	66	68	51	31	49
19-mag	53	66	81	69	68	74	70	67	67	77	94	92	82	81	88	91	85	81	62	50	88	97	93	95
20-mag	97	95	91	73	71	43	56	52	57	72	85	90	93	92	90	89	91	83	71	33	20	32	30	18
21-mag	31	39	44	35	30	29	30	42	52	65	70	84	94	98	88	91	92	83	83	82	84	82	83	71
22-mag	71	66	61	54	46	43	40	50	61	68	78	73	76	77	80	93	95	101	86	74	74	80	71	55
23-mag	55	53	52	44	36	22	19	27	42	61	76	85	86	92	94	97	98	83	97	99	99	94	67	72
24-mag	80	71	62	60	76	64	57	37	38	36	31	31	39	50	57	66	69	55	53	34	8	17	22	10
25-mag	8	11	22	20	24	24	14	24	31	28	56	60	58	63	56	58	54	54	44	30	19	19	19	24
26-mag	30	32	33	32	35	39	43	44	47	54	61	72	89	104	107	108	105	98	84	83	58	47	77	82
27-mag	86	63	52	48	26	25	37	53	70	82	89	101	103	99	102	114	109	102	93	83	85	94	90	91
28-mag	86	68	63	60	47	28	56	75	74	80	85	93	97	88	85	88	86	82	81	72	67	64	60	63
29-mag	70	65	64	58	55	57	62	54	61	55	64	82	89	92	90	80	79	71	77	59	41	40	59	79
30-mag	65	55	61	56	41	30	35	41	47	50	70	71	62	60	61	64	33	42	54	57	20	3	6	18
31-mag	31	35	31	25	12	7	11	12	10	22	24	27	34	37	51	60	63	38	38	54	42	51	30	22
01-giu	21	24	22	12	13	20	28	33	45	56	57	69	79	84	86	93	101	94	86	69	60	30	18	41
02-giu	46	46	48	53	51	44	40	52	59	58	72	84	96	106	119	120	112	91	78	54	70	69	55	45
03-giu	41	54	37	15	5	7	12	20	42	46	60	77	81	82	85	94	87	84	67	71	66	47	49	49
04-giu	53	54	51	46	32	21	22	23	52	57	70	90	101	106	117	132	123	125	98	69	81	77	72	73
05-giu	69	62	81	98	82	65	36	31	67	72	94	99	116											
06-giu													105	108	121	127	128	109	93	90	83	76	72	69
07-giu	68	59	63	59	49	36	41	47	63	84	97	108	111	128	140	145	131	114	99	79	72	76	73	76
08-giu	77	76	70	68	69	55	54	62	100	113	131	140	137	144	138	135	130	119	104	91	88	80	74	76

INQUINANTE : O<sub>3</sub>  
ORARIE

UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>

Grassobbio

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18-mag	32	37	32	31	31	41	45	44	53	76	82	97	107	107	107	97	86	76	66	64	74	63	50	46
19-mag	47	58	82	75	69	71	71	73	74	81	100	105	89	80	93	91	87	85	75	50	54	81	91	96
20-mag	93	90	86	76	64	44	35	30	58	82	89	89	103	101	100	96	89	88	76	50	31	25	34	39
21-mag	39	43	40	31	26	19	21	29	51	70	75	88	102	110	106	88	98	88	87	86	76	77	82	74
22-mag	65	57	52	53	39	28	39	42	60	67	81	87	86	83	82	94	105	106	105	98	78	82	74	59
23-mag	51	48	45	37	27	15	15	25	51	57	81	88	86	89	101	102	103	90	93	100	95	77	76	71
24-mag	82	78	61	55	68	73	54	45	65	58	27	26	53	66	59	71	73	55	53	47	41	46	30	22
25-mag	9	12	17	11	14	17	14	22	37	34	50	76	67	72	67	68	64	66	62	56	45	28	12	15
26-mag	21	26	25	23	20	23	32	44	49	61	63	71	94	114	115	115	110	110	96	90	72	36	66	69
27-mag	80	50	45	37	24	22	30	60	68	78	84	95	97	97	105	108	105	105	103	85	71	81	82	84
28-mag	83	67	62	49	42	31	47	61	71	79	89	93	98	97	93	95	100	87	87	67	56	63	70	59
29-mag	64	68	68	55	51	53	49	57	58	61	49	79	92	94	99	84	84	71	77	73	52	59	47	80
30-mag	69	65	56	40	31	25	24	36	44	54	62	75	66	61	64	62	35	41	60	62	24	13	8	11
31-mag	14	20	19	15	10	9	9	16	13	18	23	21	34	36	44	52	56	44	44	51	49	48	36	14
01-giu	11	11	18	18	9	11	23	34	46	58	58	69	81	90	93	101	111	113	91	80	67	34	35	29
02-giu	37	32	32	34	36	29	28	40	61	62	75	87	99	115	125	131	125	100	94	62	76	76	57	50
03-giu	49	57	39	25	8	7	16	28	43	47	55	75	86	94	93	103	91	93	97	84	68	37	32	37
04-giu	45	45	46	35	25	13	13	23	54	60	63	85	102	111	112	133	134	128	105	98	80	66	62	58
05-giu	61	67	76	93	83	51	29	30	58	71	90	107	121	129	133	98	101	77	70	53	33	40	48	70
06-giu	83	77	82	77	61	29	25	36	53	63	93	87	97	112	119	127	132	110	89	69	77	64	68	65
07-giu	65	54	45	48	41	34	34	30	64	84	100	109	118	126	140	147	135	129	101	81	56	66	65	46
08-giu	50	56	58	58	53	43	48	58	86	117	132	140	143	153	142	133	132	124	109	92	67	68	65	60
09-giu	66	64	61	67	67	61	55	64	75	85	99	104	106	110	112	96	93	88	87	80	83	75	71	64
10-giu	65	45	41	36	21	32	33	35	58	79	78	93	95	109	110	109	104	99	99	91	66	36	35	36
11-giu	38	36	24	15	11	14	25	44	52	63	68	94	94	127	125	140	127	69	61	63	71	76	74	58
12-giu	61	39	52	47	42	39	44	53	79	105	122	126	120	130	136	140	152	162	158	131	85	79	82	85
13-giu	89	93	73	71	74	63	49	69	93	98	118	136	143	152	157	166	157	172	158	142	99	94	71	82
14-giu	85	82	86	88	69	62	62	67	108	129	139	153	168	167	174	180	176	165	155	153	136	116	102	83
15-giu	70	68	74	70	82	44	59	82	90	109	135	153	171	179	178	170	168	150	136	119	99	72	69	60
16-giu	60	66	62	51	45	43	57	57	67	99	127	143	151	156	154	149	149	149	142	122	89	83	75	84
17-giu	71	86	66	76	56	36	41	61	77	96	121	140	157	164	162	163	165	175	133	126	87	87	92	99
18-giu	107	98	98	80	54	60	68	75	112	136	154	171	173	182	179	174	161	179	161	133	111	94	80	84
19-giu	94	109	108	102	69	70	64	76	101	115	149	161	175	168	178	170	169	133	119	94	128	106	112	95

INQUINANTE : SO<sub>2</sub>

UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>

Orio al Serio

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
20-mag	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24-mag	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25-mag	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
26-mag	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27-mag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28-mag	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	1	2	2
29-mag	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2			3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30-mag	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
31-mag	2	2	1	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
01-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
02-giu	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
03-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
04-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
05-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
06-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
07-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
08-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
09-giu	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

INQUINANTE : SO<sub>2</sub>

UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>

Grassobbio

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
18-mag	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	
19-mag	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	2	1	1	
20-mag	1	1	1	1	1	1	2	3	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	4	2	2	
21-mag	2	1	1	1	1	2	4	3	3	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	
22-mag	1	1	1	2	1	1	3	4	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	
23-mag	2	1	2	2	2	2	3	5	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	
24-mag	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	1	
25-mag	2	1	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	
26-mag	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3
27-mag	2	1	1	1	2	4	3	4	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	3	4	3	1	2	2	
28-mag	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	
29-mag	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
30-mag	1	1	1	1	2	2	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	
31-mag	2	2	2	2	2	3	4	5	6	6	6	6	6	4	4	5	6	4	4	4	3	3	4	3	
01-giu	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
02-giu	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	
03-giu	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
04-giu	1	1	2	1	2	2	3	4	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	
05-giu	2	2	2	2	1	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	
06-giu	2	2	2	2	1	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
07-giu	2	1	1	2	1	1	3	5	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	
08-giu	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	
09-giu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
10-giu	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	5	5	5	4	3	3	3	3	
11-giu	3	3	3	3	3	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	3	2	3	
12-giu	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
13-giu	2	2	2	2	2	2	4	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	
14-giu	2	2	2	2	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	
15-giu	3	2	2	2	2	2	3	4	3	3	3	5	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	
16-giu	2	3	4	6	8	7	5	6	6	6	5	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	
17-giu	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	
18-giu	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
19-giu	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	

**INQUINANTE : BTX – campionatore attivo      UNITA' DI MISURA :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**   
**VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE**

	<b>Benzene</b>	<b>Toluene</b>	<b>xileni</b>
	<b>Orio al Serio MM</b>	<b>Orio al Serio MM</b>	<b>Orio al Serio MM</b>
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
21/05/2013	0.5	1.4	1.7
22/05/2013			
23/05/2013	0.6	1.4	2.1
24/05/2013	0.6	1.5	1.9
25/05/2013	0.8	1.8	2.5
26/05/2013	0.2	0.4	1.3
27/05/2013	0.6	1.3	1.9
28/05/2013	0.6	1.9	2.8
29/05/2013	0.5	1.4	1.9
30/05/2013	0.6	2.1	3.1
31/05/2013	0.8	3.2	2.9
01/06/2013	0.7	2.9	2.7
02/06/2013	0.7	1.5	2.2
03/06/2013	0.6	1.5	2.5
04/06/2013	0.6	2.1	2.3
05/06/2013	0.6	2.4	2.4
06/06/2013	0.5	1.6	2.2
07/06/2013	0.6	2.1	2.7
08/06/2013	0.6	1.5	1.9
09/06/2013	0.2	0.7	1.6

**INQUINANTE : BTX - campionatori passivi      UNITA' DI MISURA :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**   
**VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE**

		Bergamo Goisis		
		Benzene	Toluene	m+p-Xileni
dal	al	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
13/5/13	21/5/13	0.3	1.4	0.5
21/5/13	27/5/13	0.4	1.2	<0.5
27/5/13	3/6/13	0.4	1.8	0.7
3/6/13	10/6/13	0.4	1.6	0.7

		Grassobbio			
		Benzene	Toluene	m+p-Xileni	
dal	al	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
via Amerigo Vespucci 25, Grassobbio	13/5/13	21/5/13	0.7	4.1	2.1
via Pietro Mascagni 16, Grassobbio	13/5/13	21/5/13	0.5	3.0	1.0
c/o mezzo mobile LC, Grassobbio	13/5/13	21/5/13	0.4	2.4	0.9
via Amerigo Vespucci 25, Grassobbio	21/5/13	27/5/13			
via Pietro Mascagni 16, Grassobbio	21/5/13	27/5/13	0.5	2.0	0.9
c/o mezzo mobile LC, Grassobbio	21/5/13	27/5/13	0.4	1.7	0.7
via Amerigo Vespucci 25, Grassobbio	27/5/13	3/6/13	1.0	4.8	2.6
via Pietro Mascagni 16, Grassobbio	27/5/13	3/6/13	0.5	3.1	1.1
c/o mezzo mobile LC, Grassobbio	27/5/13	3/6/13	0.4	2.0	0.8
via Amerigo Vespucci 25, Grassobbio	3/6/13	10/6/13	0.7	3.4	1.8
via Pietro Mascagni 16, Grassobbio	3/6/13	10/6/13	0.5	2.9	1.1
c/o mezzo mobile LC, Grassobbio	3/6/13	10/6/13	0.4	1.8	0.9

		Orio al Serio			
		Benzene	Toluene	m+p-Xileni	
dal	al	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Via Risorgimento 20, Orio al Serio	13/5/13	21/5/13	0.5	1.8	0.8
Via Dante Alighieri 9. Orio al Serio	13/5/13	21/5/13	0.5	3.3	1.7
c/o mezzo mobile BG, Orio al Serio	13/5/13	21/5/13	0.5	1.6	0.8
Via Risorgimento 20, Orio al Serio	21/5/13	27/5/13	0.5	1.5	0.7
Via Dante Alighieri 9. Orio al Serio	21/5/13	27/5/13	0.5	3.2	1.5
c/o mezzo mobile BG, Orio al Serio	21/5/13	27/5/13	0.5	1.5	0.6
Via Risorgimento 20, Orio al Serio	27/5/13	3/6/13	0.5	2.4	1.0
Via Dante Alighieri 9. Orio al Serio	27/5/13	3/6/13	0.6	5.3	3.4
c/o mezzo mobile BG, Orio al Serio	27/5/13	3/6/13	0.5	2.1	0.9
Via Risorgimento 20, Orio al Serio	3/6/13	10/6/13	0.5	2.0	0.9
Via Dante Alighieri 9. Orio al Serio	3/6/13	10/6/13	0.6	5.8	2.5
c/o mezzo mobile BG, Orio al Serio	3/6/13	10/6/13	0.5	1.8	0.7



Nell'ambito delle azioni volte al **risanamento della qualità dell'aria**, la strategia regionale relativa ai piccoli generatori di calore a legna si propone due obiettivi: da una parte la riduzione delle emissioni di polveri fini e di altri inquinanti dannosi per la salute, dall'altra l'aumento dell'efficienza energetica e dell'uso di fonti energetiche rinnovabili.

Pur essendo utile per contribuire alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, la combustione della legna in piccoli impianti domestici presenta degli aspetti critici per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria, aspetti che devono essere oggetto di particolare attenzione soprattutto nelle aree soggette a episodi acuti di inquinamento.

Per questo la **strategia regionale relativa alla combustione della legna** prevede un approccio integrato che si articolerà nel seguente modo:

- limitare l'uso degli apparecchi più obsoleti e inquinanti;
- promuove il rinnovo degli apparecchi in favore di quelli più efficienti e meno emissivi;
- regolamentare l'installazione e la manutenzione degli apparecchi domestici;
- diffondere l'utilizzo delle "Buone pratiche" per una migliore combustione della legna in apparecchi domestici.
- **Limitazioni stagionali**

La **DGR 7635/08** ha disposto nei **comuni della zona A1** e nei **Comuni siti ad altezza inferiore a 300 m slm** - e laddove sono presenti altri generatori di calore oltre quello a legna - il divieto all'utilizzo di legna da ardere **nei mesi invernali** per il riscaldamento domestico degli edifici in camini aperti, camini chiusi, stufe e qualunque altro tipo di apparecchio che non garantisca un **rendimento energetico adeguato** ( $\geq 63\%$ ) e **basse emissioni di monossido di carbonio** ( $\leq 0,5\% = 5.000$  ppm). **È inoltre vigente il divieto di combustione di legna all'aperto.**

I valori di tali parametri sono normalmente precisati sul **libretto di istruzioni dell'apparecchio**; in mancanza del libretto viene ritenuta valida la certificazione rilasciata dal venditore o dal costruttore.

Sono dunque **esclusi dal divieto** gli impianti con buon rendimento energetico e quelli di cottura (pizzerie comprese).

La maggior parte degli impianti realizzati e messi in commercio prima del 1990 non è in grado di rispettare i valori di rendimento energetico indicati nella sopra richiamata DGR.

- **Rinnovo degli apparecchi**

Regione Lombardia intende favorire la diffusione di apparecchi domestici più efficienti e a minori emissioni.

Per questa ragione, è necessario uno **sforzo tecnologico da parte dei costruttori** per ridurre

le emissioni dai piccoli generatori di calore a legna sia con la massima ottimizzazione delle condizioni di combustione che sviluppando sistemi di depurazione dei fumi. La diffusione di **impianti ad alimentazione automatica** (a pellet e cippato) rappresenta un'ulteriore possibilità di riduzione delle emissioni in quanto le condizioni più regolari della combustione ed un più ottimale dosaggio dell'aria comburente permettono significative riduzioni delle emissioni medie.

Le condizioni eterogenee della combustione della legna di grossa pezzatura non permettono di ipotizzare - con i soli interventi primari - livelli emissivi compatibili con gli obiettivi di qualità dell'aria in zone di scarsa ventilazione. Occorre sviluppare, quindi, anche **tecnologie di depurazione dei fumi**, che sono già correntemente applicate sulle caldaie a biomasse di potenzialità medio-grossa utilizzate in grandi condomini e reti di teleriscaldamento; questo tipo di utilizzo permette fin da ora di **conciliare i piani di risanamento della qualità dell'aria con gli obiettivi di riduzione dei Gas serra** attraverso l'impiego delle biomasse. Nei **contesti urbani di pianura**, in cui la diffusione del gas naturale negli ultimi decenni ha portato a significativi miglioramenti del quadro emissivo associato ai piccoli impianti di riscaldamento domestico, l'uso delle biomasse - senza sostanziali innovazioni tecnologiche per la depurazione dei fumi - sarà di ostacolo al raggiungimento degli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria.

- **Nuove regolamentazioni dell'installazione e dell'utilizzo degli apparecchi**

La nuova disciplina - **in fase di predisposizione** - si propone di regolamentare le operazioni di installazione e di gestione degli impianti domestici alimentati a legna in modo da contenere le emissioni inquinanti, ridurre i rischi di incendio delle canne fumarie e assicurare una corretta gestione delle fuliggini da parte delle imprese preposte alla pulizia delle canne fumarie.

- **Diffusione "buone pratiche"**

L'utilizzo non corretto della legna provoca un aumento dei consumi di combustibile e un notevole peggioramento delle emissioni sia in atmosfera che nell'ambiente domestico (inquinamento *Indoor*).

**Se si utilizza legna** si deve ricordare che **è possibile fare molto per ridurre tali emissioni inquinanti**.

Verranno diffusi alcuni **suggerimenti pratici** da seguire per scegliere il tipo di impianto e di legna, per effettuare una corretta installazione e manutenzione e per controllare l'adeguatezza della combustione.

Vedi : [http://ita.arpalombardia.it/ita/legna\\_come\\_combustibile/index.htm](http://ita.arpalombardia.it/ita/legna_come_combustibile/index.htm)