

Mal'aria industriale – Legambiente

Novembre 2012

La relazione ha l'intento di valutare il contributo dell'industria all'inquinamento atmosferico.

Secondo i dati censiti dall'ISPRA nel 2010 e pubblicati sull'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, l'impatto sull'ambiente e le persone che vivono e lavorano, specie in prossimità dei grossi impianti industriali, è notevole.

L'inquinamento atmosferico nel nostro Paese si presenta in diverse forme:

Macroinquinanti:

- monossido di carbonio (CO) quasi 3 milioni di tonnellate;
- ossidi di azoto (NOx) circa un milione di tonnellate;
- ossidi di zolfo (SOx) 210 mila tonnellate;
- PM10 204 mila tonnellate;
- NMVOC, composti organici volatili non metanici, oltre 1 milione di tonnellate;
- benzene 7.079 tonnellate.

Microinquinanti

- diossine 266 g I/TEQ,
- PCB 219 kg,
- piombo 270 mila kg,
- IPA 152 mila kg,
- nichel 111 mila kg,
- arsenico e il cromo hanno quantità totali tra i 40-50 mila chilogrammi in atmosfera,
- cadmio e il mercurio non arrivano a 10 mila chilogrammi di emissione.

(dati relativi all'anno 2010).

Qual è il contributo dell'Industria?

MACROINQUINANTI

Emissioni di MACRO - Inquinanti in atmosfera per macrosettori in Italia nel 2010						
Settore	SO _x (t)	NMVOC (t)	NO _x (t)	CO (t)	PM10 (t)	Benzene (t)
Industria	168.946 (80,32%)	75.553 (6,06%)	187.056 (19,41%)	380.903 (13,77%)	31.276 (15,29%)	1.083 (15,30%)
Riscaldamento e produzione di calore	11.234 (5,34%)	169.552 (13,60%)	86.086 (8,93%)	783.680 (28,33%)	90.783 (44,37%)	0 (0%)
Trasporto su strada	441 (0,21%)	274.164 (21,99%)	490.536 (50,90%)	1.031.994 (37,31%)	34.038 (16,64%)	3.850 (54,39%)
Altri trasporti	22.577 (10,73%)	80.165 (6,43%)	184.765 (19,17%)	242.674 (8,77%)	15.161 (7,41%)	990 (13,99%)
Altro	6.986 (3,32%)	479.674 (38,47%)	14.733 (1,53%)	259.634 (9,39%)	12.362 (6,04%)	1.156 (16,33%)
Agricoltura e foreste	165 (0,08%)	167.783 (13,46%)	504 (0,05%)	67.438 (2,44%)	20.964 (10,25%)	0 (0%)
Totale	210.349	1.246.891	963.680	2.766.323	204.584	7.079

zFonte: Elaborazione Legambiente su dati ISPRA - Inventario nazionale emissioni in atmosfera

Dalla Tabella precedente si evince che:

- le **PM10** sono dovute alla produzione di calore ed al riscaldamento per il 44% e ai trasporti stradali per il 16% (23% se aggiungiamo altri tipi di trasporto);
- gli **ossidi di azoto (NOx)** dalle diverse forme di trasporto per il 70% e dall'industria per il 20%;
- gli **ossidi di zolfo (SOx)** dall'industria per l'80% del totale e dal trasporto (soprattutto il traffico navale) per l'11% circa;
- il **monossido di carbonio (CO)** dal trasporto su strada per oltre il 37%, dal riscaldamento e dalla produzione

di calore per il 28,33% e dall'industria per il 14%;

- **icomposti organici non metanici (NMVOC)** derivano dall'industria per il 38% (nel caso di particolari lavorazioni industriali) e dal resto del settore per il 6%;

- **benzene** è determinato dal trasporto su strada per il 50% e dall'industria per il 15%.

MICROINQUINANTI

Fatta eccezione per gli **idrocarburi policiclici aromatici** (IPA - 26%), il **nichel** (24%) e il **cadmio** (48%), il contributo delle emissioni del comparto industriale per le altre sostanze supera fortemente il 50% delle emissioni totali, rappresentando il principale emettitore. Nel caso dell'arsenico con il 97% delle emissioni totali, dei PCB (78%), del Cromo (76%), del Mercurio e Piombo (65%) e delle diossine con il 55%.

Emissioni di MICRO-Inquinanti in atmosfera per macrosettori in Italia nel 2010									
Settore	Arsenico (kg)	Cadmio (kg)	Cromo (kg)	Mercurio (kg)	Nichel (kg)	Piombo (kg)	IPA (PAH) (kg)	Diossine (g I-Teq)	PCB (kg)
Industria	43.880 (97,87%)	3.969 (48,44%)	41.519 (75,68%)	6.181 (64,93%)	27.406 (24,60%)	177.012 (65,47%)	40.894 (26,79%)	147 (55,26%)	171 (78,08%)
Riscaldamento e produzione di calore	767 (1,71%)	3.656 (44,62%)	6.861 (12,51%)	3.185 (33,46%)	75.382 (67,7%)	76.534 (28,31%)	78.357 (51,34%)	73 (27,44%)	46 (21%)
Trasporto su strada	0 (0%)	388 (4,74%)	6.047 (11,02%)	0 (0%)	3.022 (2,71%)	11.922 (4,41%)	2.740 (1,80%)	7 (2,63%)	0 (0%)
Altri trasporti	158 (0,35%)	26 (0,32%)	110 (0,20%)	0 (0%)	5.087 (4,57%)	1.045 (0,39%)	321 (0,21%)	0 (0%)	0 (0%)
Altro	30 (0,07%)	155 (1,89%)	322 (0,59%)	154 (1,62%)	507 (0,46%)	3.838 (1,42%)	30.315 (19,86%)	35 (13,16%)	2 (0,91%)
Agricoltura e foreste	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (1,50%)	0 (0%)
Totale	44.835	8.194	54.859	9.520	111.404	270.351	152.627	266	219

Fonte: Elaborazione Legambiente su dati ISPRA - Inventario nazionale emissioni in atmosfera

Dalle tabelle precedenti risulta evidente che gli inquinanti connessi in maniera più stretta all'attività industriale sono gli **ossidi di zolfo** tra i macroinquinanti, **arsenico, cromo, mercurio, piombo, diossine, PCB** (fermo restando un contributo notevole anche all'emissione di Cadmio, Nichel e IPA), tra i microinquinanti.

Legambiente ha realizzato le classifiche dei 10 maggiori complessi industriali che contribuiscono all'emissione dei principali macro e microinquinanti.

Lo **Stabilimento Thyssen Krupp Acciai Speciali Terni** si è classificato:

- primo per emissioni di **cromo** con 968,00 kg (il doppio dell'ILVA S.p.A. Stabilimento di Taranto (TA)) su 4.490,00 kg totali emessi da impianti industriali, pari ad un 22% del totale;
- secondo per emissioni di **mercurio** con 182,00 kg su 1180,00 totali, il quadruplo dello STABILIMENTO DI PORTO MARGHERA (VE), pari al 15% del totale;
- terzo per emissioni di **cadmio** con 33,1 kg su 443,00, il doppio di ALCOA, Stabilimento di Portovesme (CI), pari al 7% del totale;
- quinto per PCB con 1,40 kg su 34,50, come l'ILVA S.p.A. Stabilimento di Taranto (TA), pari al 4% del totale
- sesto per monossido di carbonio con 3.250 tn su 268.614 totali, 1,5 volte più della RAFFINERIA DI GELA (CL) pari al 1.2%.

I Monitoraggi dell'ARPA

Le centraline di rilevamento

Allo stato attuale, tra le centraline appartenenti alla Rete Regionale sono in funzione solamente Le Grazie, Carrara e Borgo Rivo. Diversamente da quanto accadeva in precedenza, nessuna consente il monitoraggio del biossido di zolfo, tra i macroinquinanti correlati all'attività industriale.

L'ARPA è dotata poi di sistemi di rilevamento mobili, non necessariamente dislocati su Terni.

Nome postazione	Rete di appartenenza	Tipo di stazione	Inquinanti monitorati	Note
Le Grazie	Rete Regionale	Industriale	CO, NO/NO ₂ /NO _x , O ₃ , PM10, PM2,5, Benzene*, Toluene. Analizzatore SO ₂ fino ad ottobre 2012	
Verga	Rete Regionale	Da traffico	PM10, CO, NO/NO ₂ /NO _x , O ₃ , Benzene*, Toluene, SO ₂ .	<i>Dismessa</i>
Carrara	Rete Regionale	Da traffico	CO, NO/NO ₂ /NO _x , O ₃ , PM10, PM2,5, Benzene*, Toluene.	<i>Installata per monitorare gli effetti sulla Qualità dell'Aria del traffico urbano. Inattiva dall'aprile 2007 all'aprile 2009.</i>
Borgo Rivo	Rete Regionale	Industriale, da traffico	NO/NO ₂ /NO _x , O ₃ , PM10 Da ottobre 2012 anche PM2.5	<i>Installata per monitorare gli effetti sulla Qualità dell'Aria delle emissioni provenienti dal Polo di Incenerimento di Maratta. Di proprietà dell'ASM</i>
Polymer	Rete Provinciale	Industriale, da traffico	NO / NO ₂ / NO _x , O ₃ , PTS	<i>Installata per monitorare gli effetti sulla Qualità dell'Aria del traffico urbano e delle emissioni industriali. Di Proprietà della Provincia di Terni i dati non sono più a disposizione dell'ARPA</i>
Prisciano	Rete Provinciale	Industriale	NO/NO ₂ /NO _x , O ₃ , PTS, PM10	<i>Installata per monitorare gli effetti sulla Qualità dell'Aria del traffico e delle emissioni industriali. Di Proprietà della Provincia di Terni i dati non sono più a disposizione dell'ARPA</i>
Maratta	Rete Provinciale	Industriale	NO / NO ₂ / NO _x , O ₃ , PM10	<i>Installata per monitorare gli effetti sulla Qualità dell'Aria delle emissioni industriali. Di Proprietà della Provincia di Terni i dati non sono più a disposizione dell'ARPA</i>

Il monitoraggio mensile

Con cadenza mensile vengono monitorati il benzene, gli IPA e i metalli

Metalli

I rilevamenti vengono fatti attraverso la sola centralina delle Grazie. Dal 2010 riguardano solamente arsenico, nichel, cadmio e piombo. Negli anni dal 2007 e 2009 è stato monitorato anche il cromo. Non risultano dati relativi al mercurio. L'indice statistico è la media annuale.

Limiti livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Valore obiettivo	Soglia val. sup.	Soglia val. inf.
Cadmio	salute umana	media annuale	ng/m3	5,0	3	2
Arsenico	salute umana	media annuale	ng/m3	6,0	3,6	2,4
Nichel	salute umana	media annuale	ng/m3	20,0	14	10
Pb	salute umana	media annuale	µg/m³	0,5	0,35	0,25

Criterio di valutazione dei valori rilevati

Agenti inquinanti	Buona	Accettabile (entro i limiti)	Scadente (oltre i limiti)
Arsenico (ng/m3) media annuale	≤ 3,6	3,7-6,0	>6,0
Cadmio (ng/m3) media annuale	≤ 3,0	3,1-5,0	>5,0
Nichel (ng/m3) media annuale	≤ 14,0	14,1-20,0	>20,0
Piombo (µg/m3) media annuale	-	-	-

Nella tabella seguente vengono indicati il numero di mesi in un anno in cui sono stati registrati valori non buoni, accettabili o scadenti.

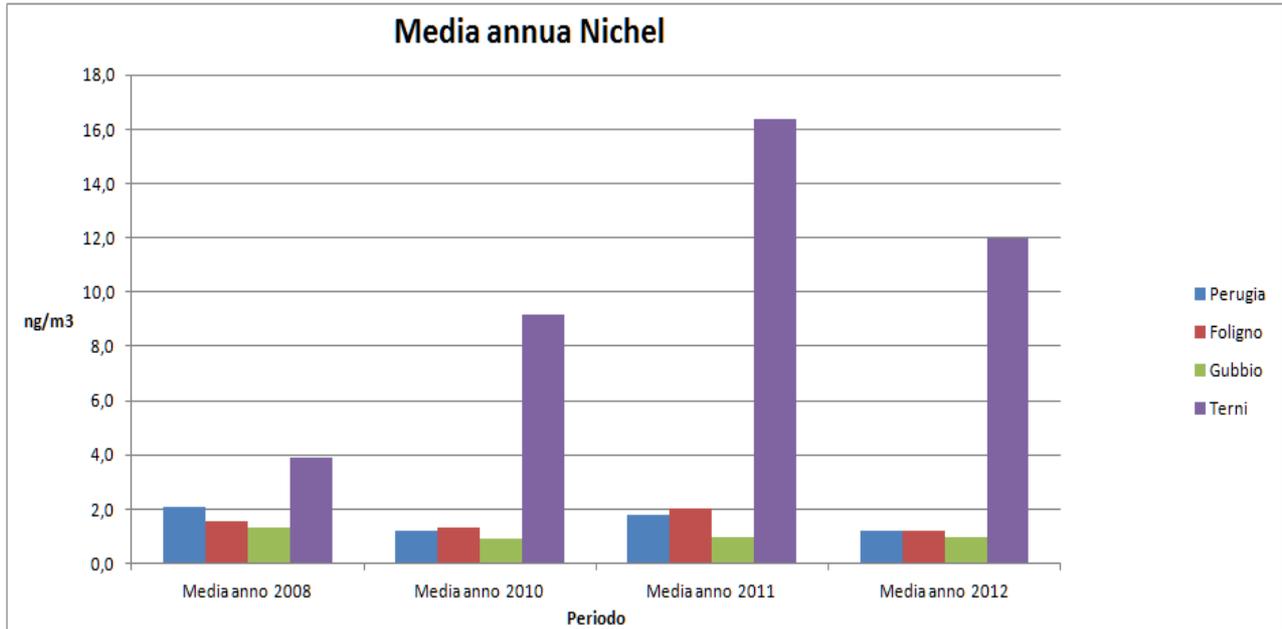
Anno	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo	Cromo
2012	0	0	3 (valori scadenti) Media annuale buona 12 ng/m3	0	n.d.
2011	2 (valori accettabili) Media annuale buona 1,7 ng/m3	0	4 (valori scadenti) 4 (valori accettabili) Media annuale accettabile 16,4 ng/m3	0	n.d.
2010	0	0	0	0	n.d.
2009	n.d – Media annuale buona	n.d. – Media annuale buona	n.d. – Media annuale accettabile 12,3 ng/m3	0	Media annuale 39,0 ng/m3
2008	0	0	5 Media annuale accettabile 19,2 ng/m3	0	Media annuale 36,90 ng/m3
2007	n.d.– Media annuale buona	n.d. – Media annuale buona	n.d. – Media annuale buona	n.d.– Media annuale buona	n.d.

Nichel

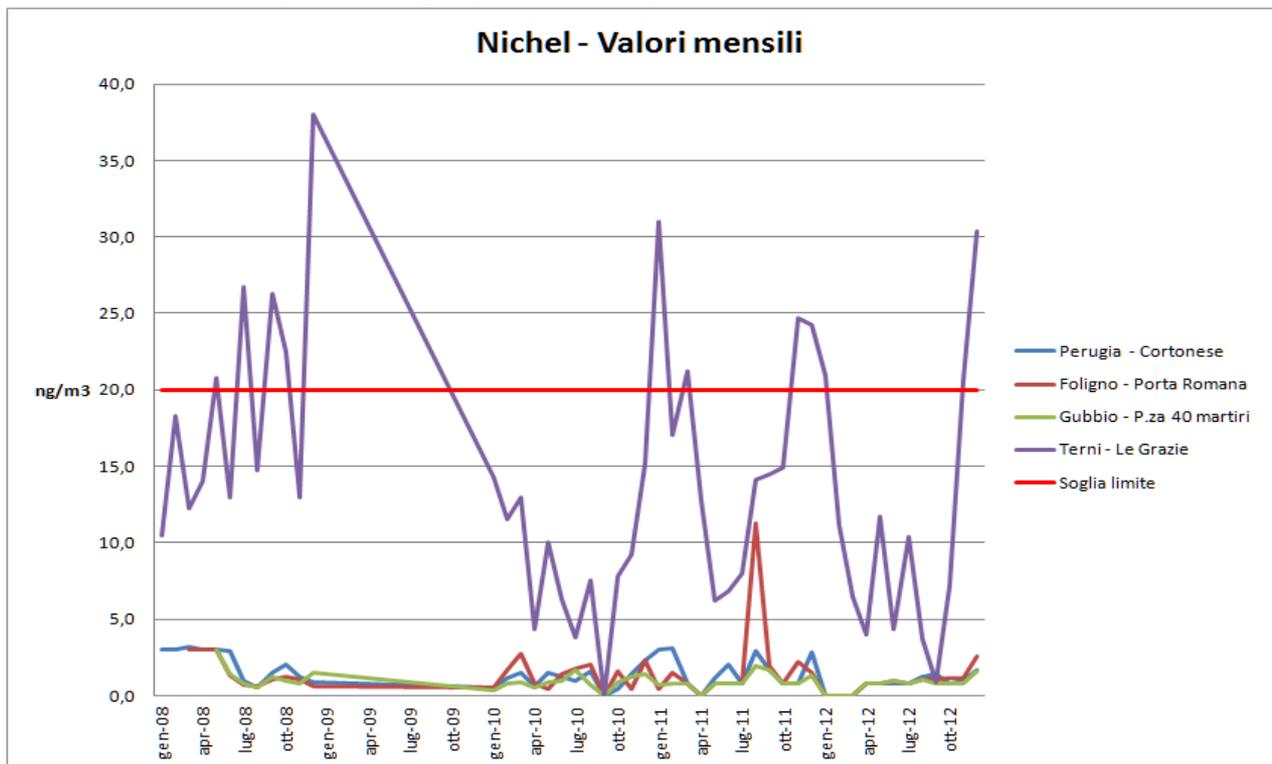
La IARC ha stabilito che alcuni composti del nichel sono cancerogeni per gli esseri umani (gruppo 1) e che il

nichel metallico può eventualmente essere cancerogeno per l'uomo (gruppo 2). L'esposizione a Nichel costituisce un fattore di rischio per embolia polmonare, difficoltà respiratorie, asma e bronchite cronica, reazione allergiche della pelle, tumore al polmone.

La media annuale dei valori registrati a Terni, pur essendo ritenuta accettabile secondo i limiti di legge, è ben diversa da quella di altri punti di rilevamento umbri.



Anche nel caso dei valori mensili è possibile osservare come i valori di Terni si distacchino dagli altri arrivando ad essere ben 63 volte quello di Foligno (dicembre 2008).



Valori Nichel anno 2008 (ng/m3.)

Centralina	Terni Le	Perugia	Perugia	Perugia	Foligno Porta	Gubbio Piazza

2008	Grazie	Fontivegge	Ponte San Giovanni	Cortonese	Romana	40 Martiri
Gennaio	10,5	3,5	3,0	3,0		
Febbraio	18,3	3,3	3,0	3,0		
Marzo	12,3	3,0	3,4	3,2	3,0	
Aprile	14,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
Maggio	20,8	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0
Giugno	13,0	2,0	2,1	2,9	1,3	1,4
Luglio	26,8	1,6	1,5	1,0	0,7	0,8
Agosto	14,8	1,5	0,6	0,5	0,6	0,5
Settembre	26,3	1,2	1,0	1,5	1,0	1,2
Ottobre	22,5	3,3	1,2	2,1	1,2	1,0
Novembre	13,0	2,0	1,8	1,2	1,0	0,8
Dicembre	38,0	1,9	1,0	0,9	0,6	1,5

Cromo

E' un metallo pesante (simbolo chimico Cr) presente in natura in vari stadi di ossidazione. La presenza di cromo nell'aria è influenzata dalla presenza di sorgenti inquinanti industriali, di inceneritori di rifiuti o di centrali termoelettriche a carbone. Il cromo esavalente è considerato la forma più pericolosa per la maggiore solubilità e capacità di penetrare nelle strutture cellulari. Il cromo è una sostanza fortemente irritante e può causare lesioni anche all'apparato respiratorio, come bronchiti croniche di variabile gravità e asma bronchiale. Lo IARC classifica il cromo come cancerogeno nell'uomo (Gruppo 1). Dagli studi epidemiologici emerge soprattutto un eccesso di tumori broncopolmonari.

Il Cromo non fa parte degli inquinanti attualmente inseriti nella Normativa Nazionale sulla Qualità dell'aria, l'OMS, nel documento Air Quality Guidelines WHO 2000 indica, sulla base di studi effettuati in varie aree degli stati membri dell'Unione Europea, i seguenti range di livelli di cromo :

aree rurali 0,3 ng /m3

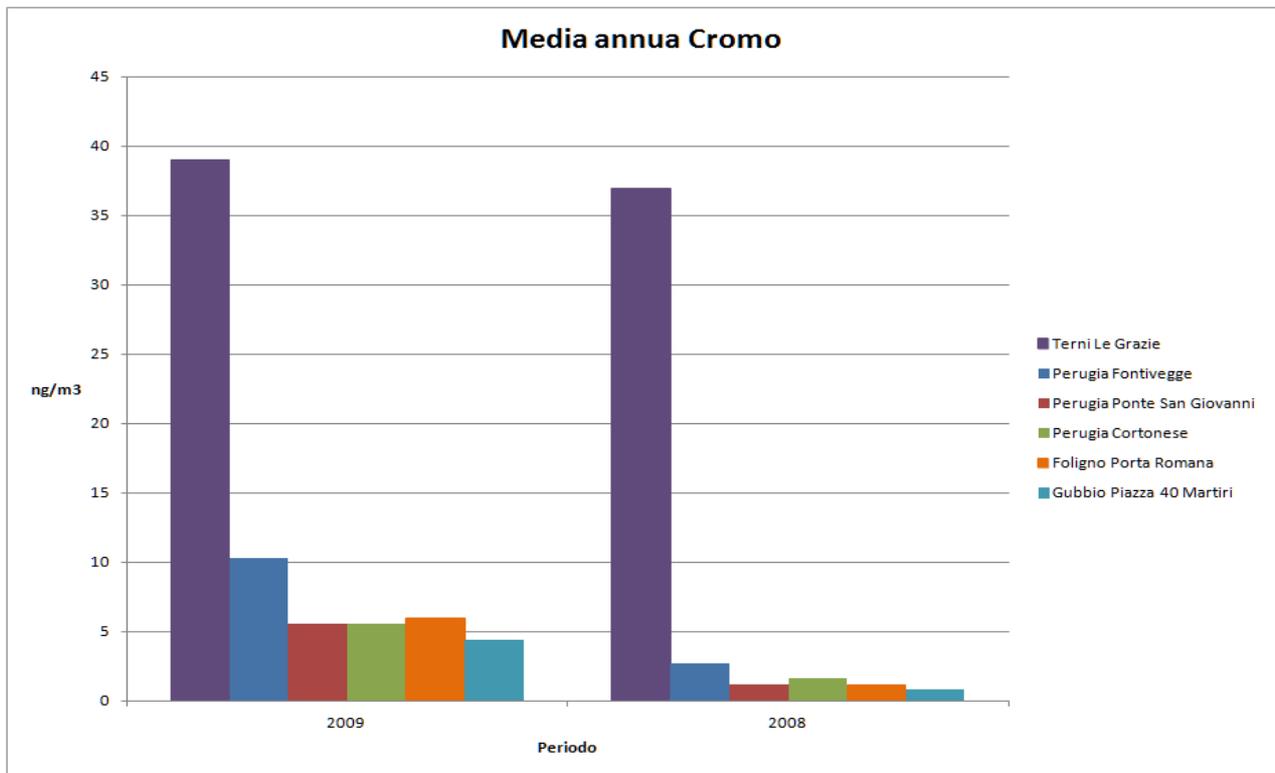
aree urbane 4,70 ng /m3

aree industriali 5 - 200 ng /m3.

Media annua valori cromo ng/m3.

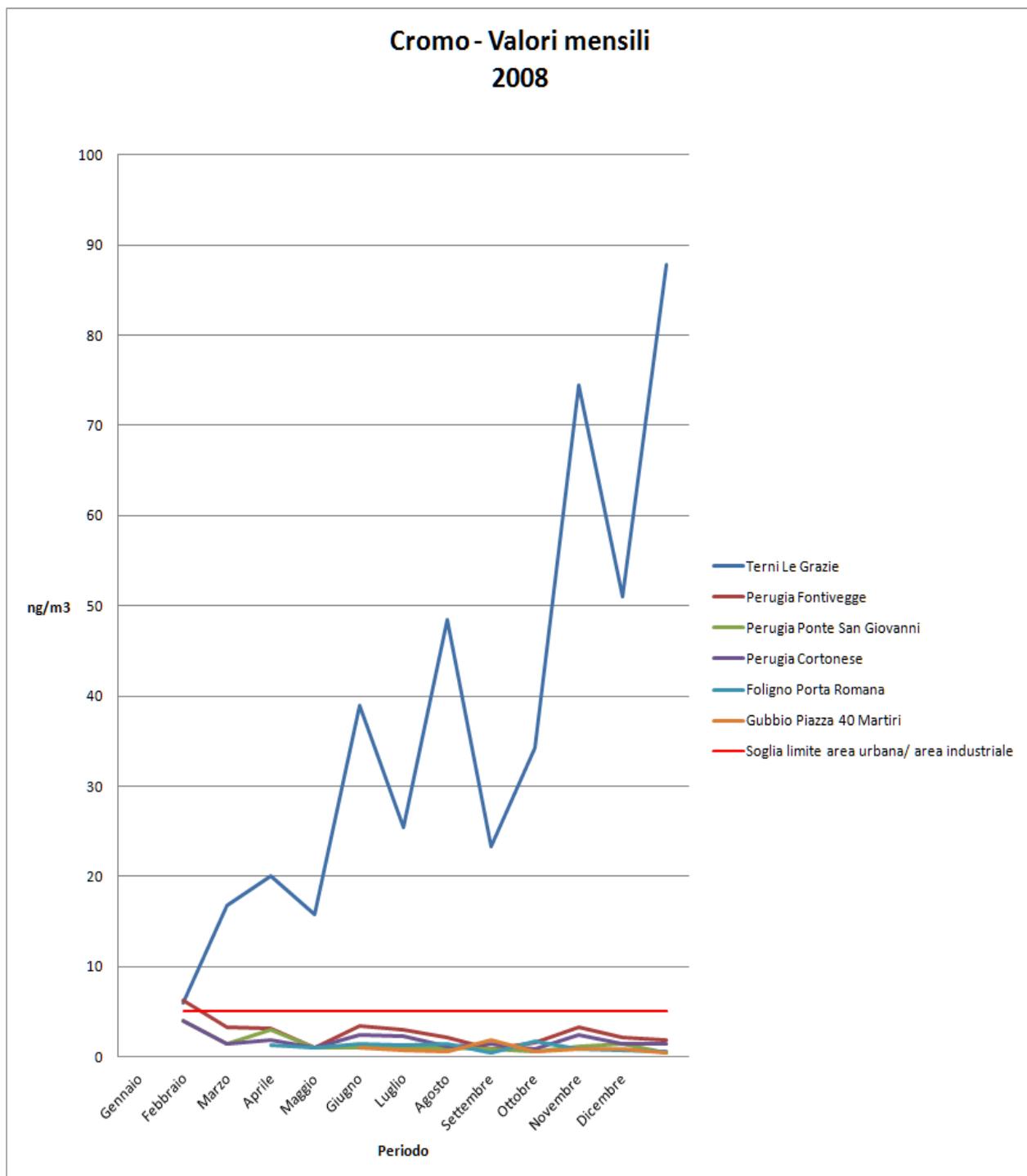
Centralina	2009	2008
Terni Le Grazie	39	36,9
Perugia Fontivegge	10,3	2,7
Perugia Ponte San Giovanni	5,6	1,2
Perugia Cortonese	5,6	1,6
Foligno Porta Romana	6	1,1
Gubbio Piazza 40 Martiri	4,4	0,8

La media annuale dei valori di cromo rilevati a Terni si discosta notevolmente da quella calcolata sulla base dei valori rilevati a Perugia, Foligno, Gubbio. Nel 2009 varia da 4 a 10 volte e nel 2008 da 14 a 46 volte il valore medio delle altre zone.



La straordinarietà della situazione ternana è ancor più evidente se si osservano i dati mensili. E' da notare come i valori mensili di cromo rilevati a Terni, siano tipici di un'area industriale, benché la rilevazione sia stata effettuata in area urbana.

I valori registrati a Terni sono nella stragrande maggioranza dei casi di almeno 10 volte superiori a quelli delle altre zone, nella metà dei casi di almeno 20 volte superiori, Pari anche, nel mese di dicembre 2008 a 175 volte il valore misurato a Perugia Fontivegge, 146 volte il valore misurato a Foligno e 219 volte quello misurato a Gubbio (dicembre).

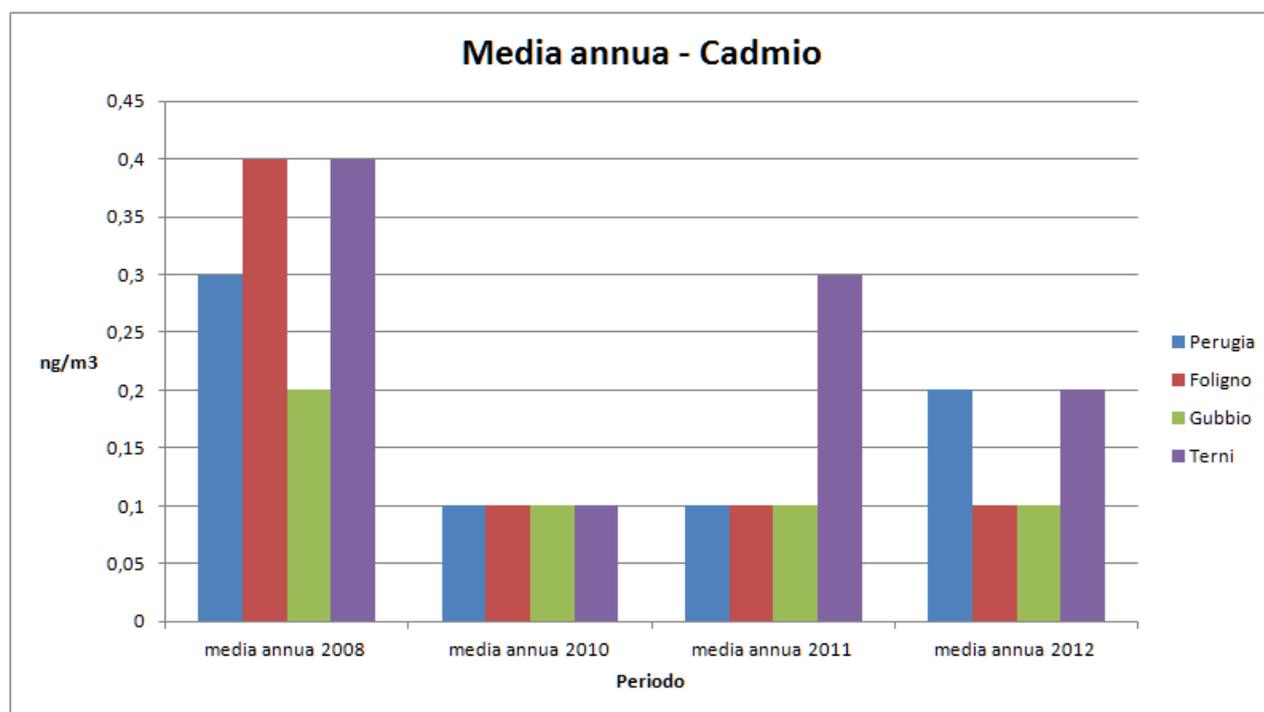


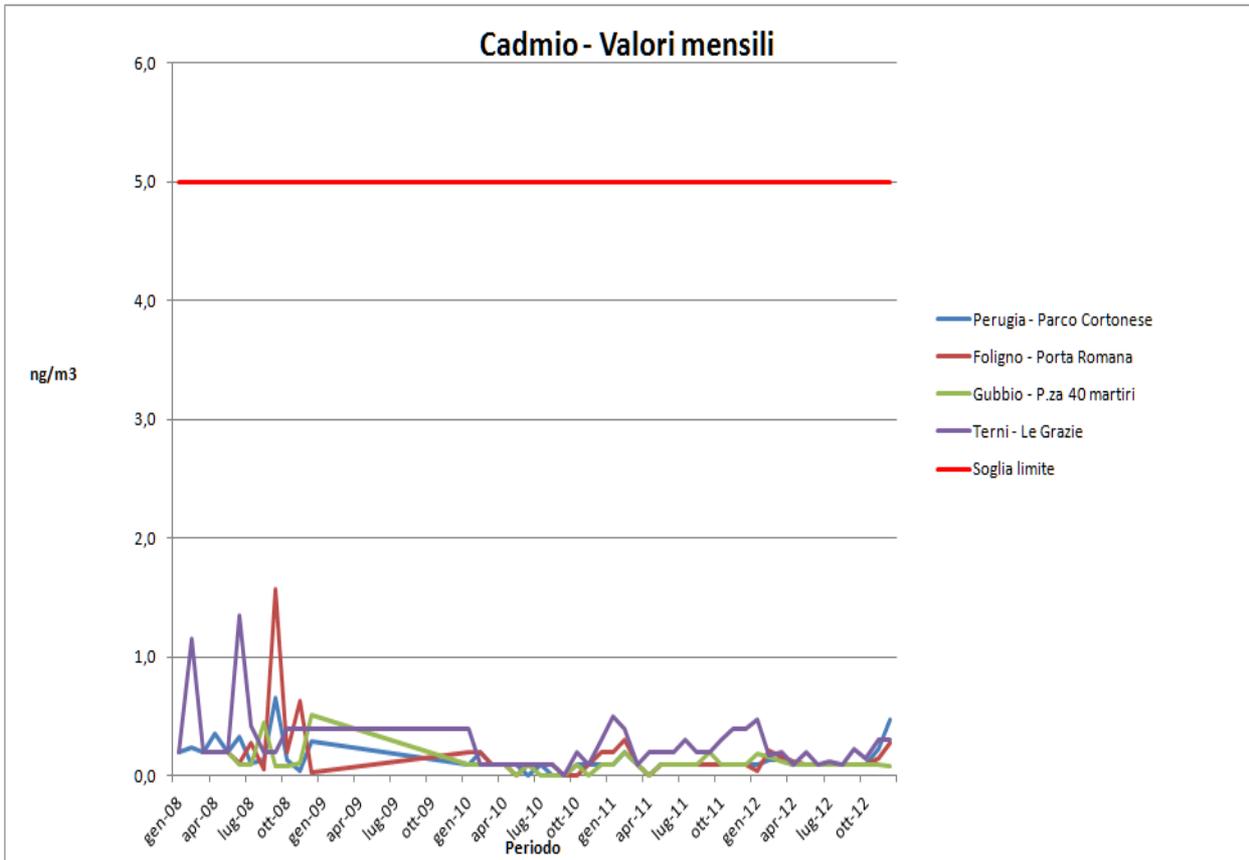
Dati mensili valori cromo ng/m3 anno 2008

Centralina 2008	Terni Le Grazie	Perugia Fontivegge	Perugia Ponte San Giovanni	Perugia Cortonese	Foligno Porta Romana	Gubbio Piazza 40 Martiri
Gennaio	6,0	6,2	4,0	4,0		
Febbraio	16,8	3,3	1,4	1,4		
Marzo	20,0	3,1	3,0	1,8	1,3	
Aprile	15,8	1,0	1,0	1,0	1,0	
Maggio	39,0	3,4	1,0	2,4	1,4	1,0
Giugno	25,5	3,0	1,0	2,3	1,3	0,7
Luglio	48,5	2,2	1,0	1,1	1,5	0,6
Agosto	23,3	0,9	0,8	1,5	0,5	1,8
Settembre	34,3	1,6	0,6	0,9	1,7	0,6
Ottobre	74,5	3,3	1,2	2,4	0,8	0,8
Novembre	51,0	2,2	1,5	1,5	0,7	0,8
Dicembre	87,8	1,9	0,5	1,5	0,6	0,4

Cadmio

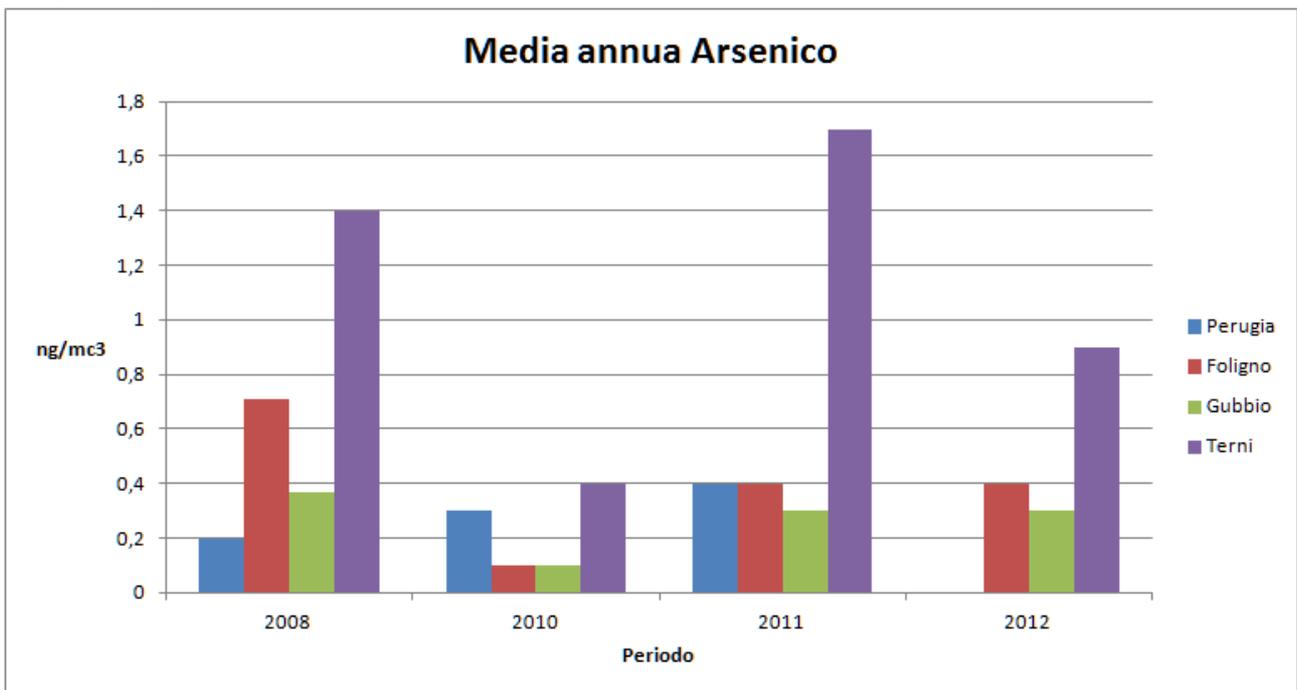
Per il cadmio non sono stati registrati sforamenti. I valori registrati a Terni sono simili o spesso superiori a quelli delle altre zone esaminate.

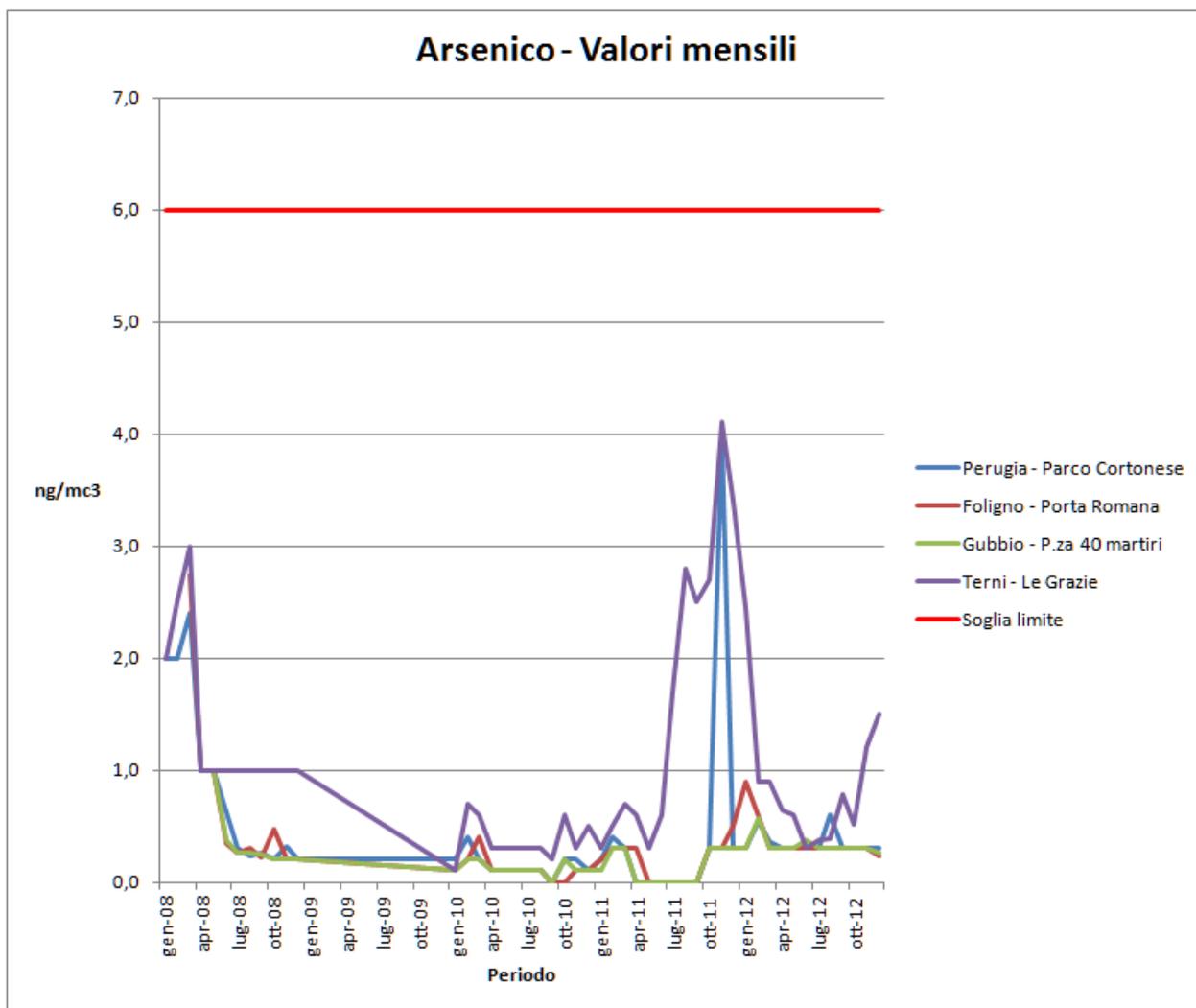




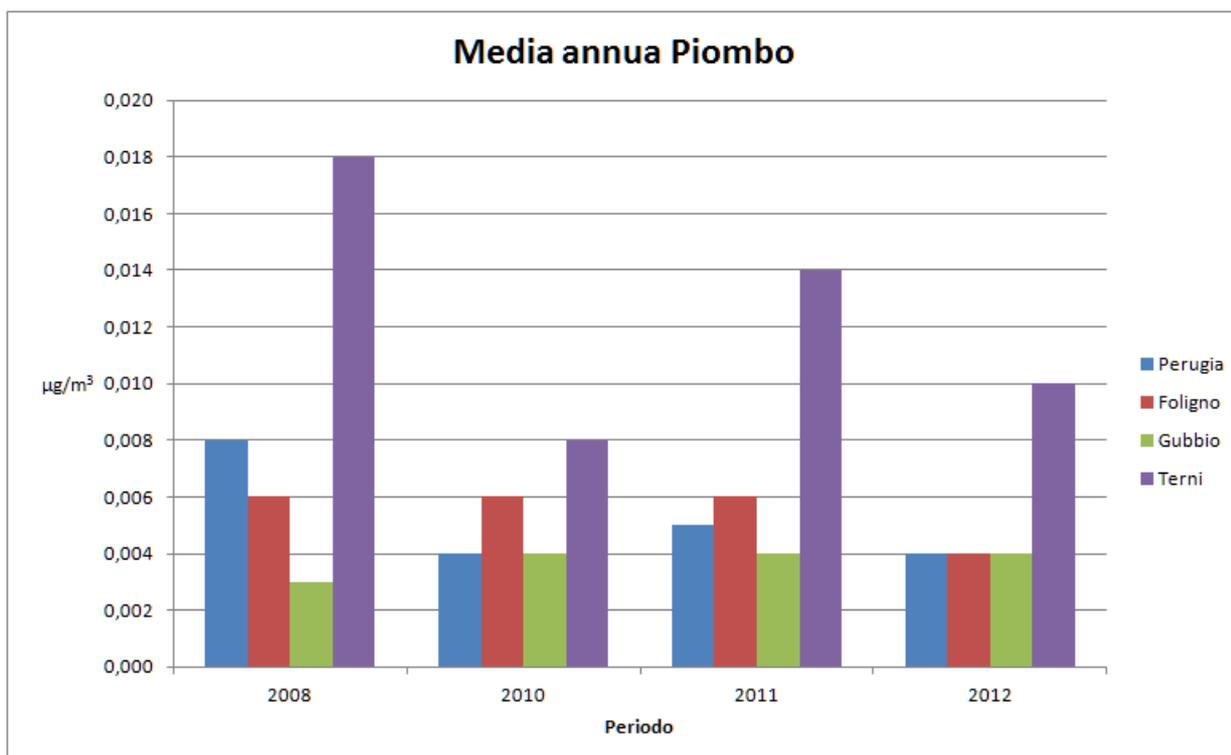
Arsenico

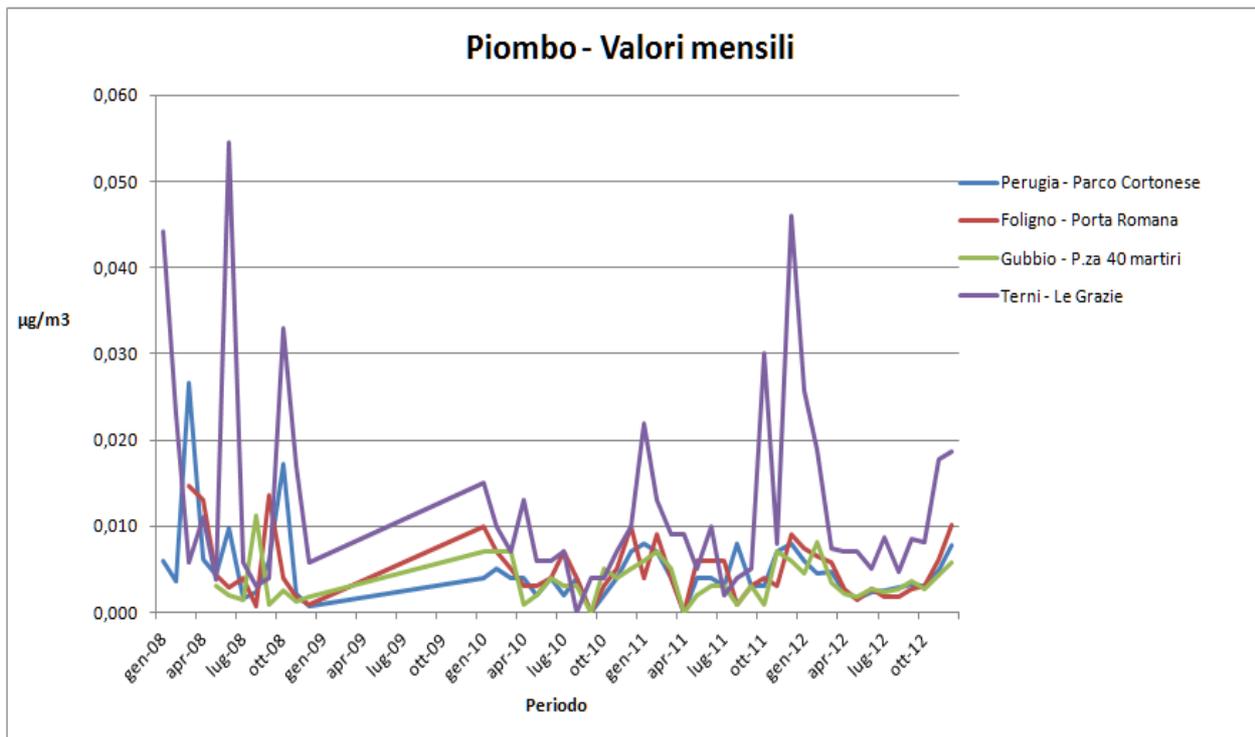
Anche in questo caso i valori sono al di sotto della soglia limite ma costantemente più alti di quelli registrati a Perugia, Foligno, Gubbio.





Piombo





Il piombo è un elemento in traccia altamente tossico che provoca avvelenamento per gli esseri umani; assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello. E' associato a danni al sistema cardiocircolatorio, nervoso e renale, anemie, disturbi gastrointestinali, neuropatie, encefalopatie. La IARC classifica il piombo e i suoi composti come possibile cancerogeno (gruppo 2).

Anche per il piombo si registrano valori nella norma ma spesso più elevati rispetto a Perugia, Foligno, Gubbio

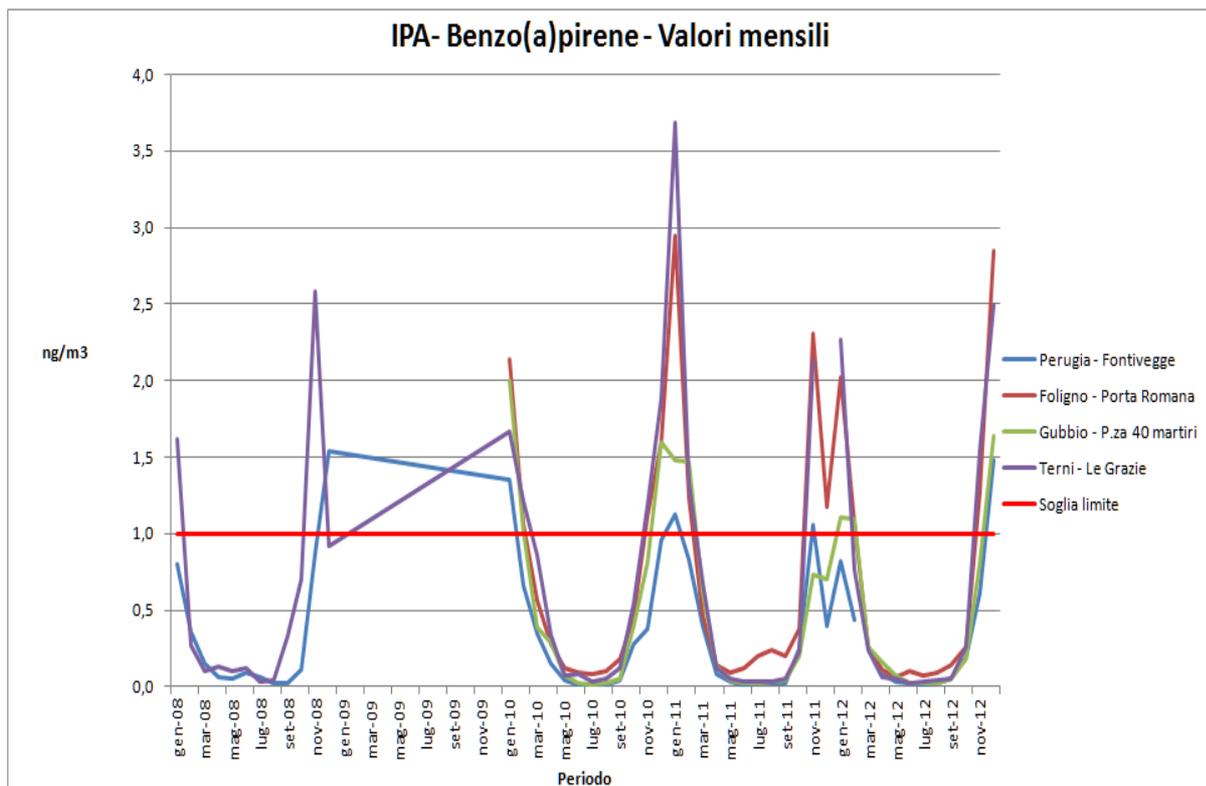
Mercurio

Dati non disponibili

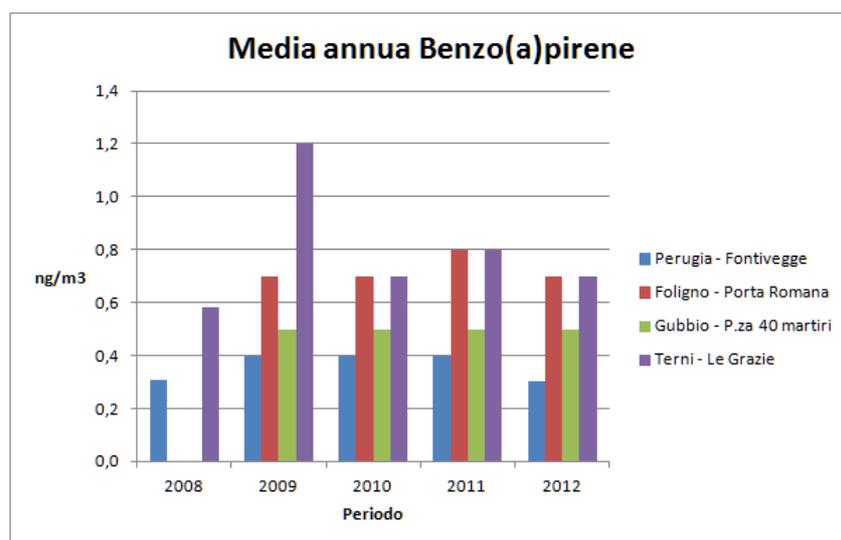
IPA - idrocarburi Policiclici Aromatici

Esistono centinaia di composti all'interno di questo gruppo, con diverse caratteristiche, alcune delle quali altamente tossiche. Tra queste il benzo(a)pirene è "il marker per il rischio cancerogeno della famiglia degli idrocarburi policiclici aromatici". L'origine principale degli IPA è la combustione delle sostanze organiche e risulta strettamente connessa ai settori del riscaldamento (oltre il 50% delle emissioni nazionali), dell'industria (circa il 30%) e solo in minima parte (2%) dal traffico. La concentrazione di queste sostanze raggiunge i picchi più alti specialmente nei mesi invernali.

L'andamento dei valori rilevati a Terni conferma questa tendenza.



La media annuale risulta costantemente più alta rispetto a quella delle altre zone osservate.

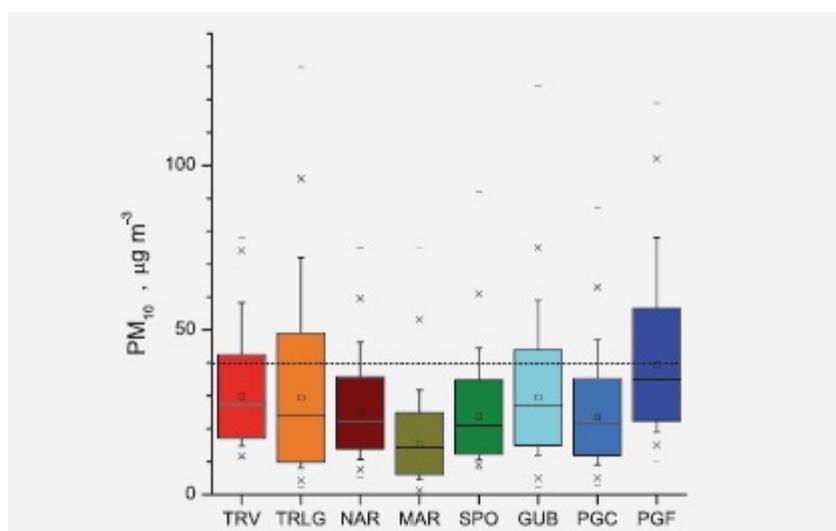


Caratteristiche morfologiche e chimiche delle polveri fini in Umbria Relazione ARPA- Novembre 2012

Lo studio realizzato tra il 2008 e il 2009 da ARPA in collaborazione con l'Università degli Studi di Perugia, ha come finalità la caratterizzazione delle polveri fini nei principali contesti urbani della regione Umbria. I siti di campionamento sono stati diversi: Perugia, Terni, Gubbio, Spoleto, Narni e un sito di fondo regionale ubicato in

località Monte Martano (1100 m s.l.m.).

Lo scopo dello studio è quello di caratterizzare le particelle che compongono l'areosol atmosferico (noto come polveri fini, particolato o PM), sia dal punto di vista morfologico che di composizione chimica, al fine di poter identificare le possibili sorgenti (traffico veicolare, combustione di biomasse, processi industriali di combustione, agricoltura, zootecnia, impianti di riscaldamento).



I dati ottenuti nei diversi siti mostrano, come era presumibile, concentrazioni maggiori nei due capoluoghi di provincia rispetto ai siti minori. Per contro, la distribuzione percentuale delle diverse frazioni è simile in tutti i siti, il che indica la sostanziale identità delle principali sorgenti di polveri: traffico, riscaldamento, trasporto. I dati chimici analizzati statisticamente hanno messo in evidenza alcune peculiarità locali, consentendo una valutazione qualitativa sul contributo delle differenti sorgenti, in particolare del traffico, dell'industria e dell'utilizzo di biomasse.

La valutazione quantitativa del contributo delle singole sorgenti alla formazione delle polveri fini è stata effettuata sul solo comune di Terni, dove il numero di campioni ha consentito un'analisi statistica più cogente. In questo caso lo studio ha messo in evidenza, tra le altre cose, come la fonte industriale/metallurgica contribuisca del 30% alla formazione della porzione più fine delle polveri e per il 10% di quella più grossolana, mentre il traffico contribuisce del 30% alla formazione della porzione più fine delle polveri e per il 5% di quella più grossolana. Uno studio effettuato con un pallone aerostatico frenato, ha inoltre dimostrato come le caratteristiche morfologica e climatica della città di Terni portano, particolarmente in inverno, ad una scarsa diluizione e rimescolamento delle sostanze inquinanti. In particolare, nel capoluogo ternano gli inquinanti tendono a rimanere confinati nei primi cento metri di spessore al di sopra del suolo, mentre le particelle legate alle locali emissioni industriali, tendono a permeare e a crescere nei livelli superiori della troposfera.

Durante lo studio è stato valutato l'andamento di alcuni marker chimici rilevanti.

Carico ionico

Il carico ionico inorganico solubile (essenzialmente solfati, nitrati ed ammonio, ma anche e in minor misura ioni calcio, potassio, cloruro, fluoruro e magnesio) è un indice del particolato secondario, tipicamente di origine antropica e a granulometria fine. La formazione di questi sali avviene in atmosfera per conversione di gas più o meno ossidati. Le fonti comuni sono il riscaldamento domestico in inverno, la zootecnia, l'agricoltura e le emissioni da traffico veicolare. Un contributo apprezzabile deriva anche dal trasporto a medio e lungo raggio da altre regioni. Il particolato secondario costituisce una sostanziale frazione in massa del particolato atmosferico. I dati ottenuti in questo studio indicano valori sostanzialmente uniformi di tale contributo sia a livello regionale che stagionale.

Piombo (Pb)

Il piombo viene generalmente associato al traffico veicolare e ad alcuni processi industriali. La sua abbondanza (misurata nella frazione di PM₁₀) è maggiore nei due capoluoghi, a causa di un livello di traffico più elevato rispetto a quello dei centri minori, ma le concentrazioni si mantengono comunque notevolmente al di sotto dei limiti di legge .

Cromo (Cr)

Il cromo è un metallo presente in tracce nei suoli terrestri e tipicamente arricchito nelle emissioni industriali della siderurgia. Ciò spiega perché, come risulta dai grafici, la sua abbondanza (misurata nella frazione di PM₁₀) è notevolmente superiore nell'area della conca ternana (in particolare Terni) rispetto al resto della regione

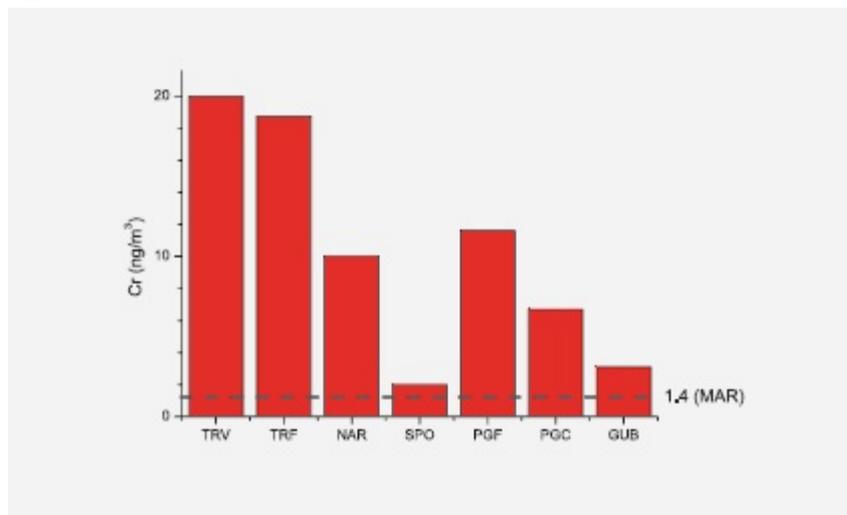


Figura 3.11: Distribuzione del Cromo nei siti di studio (rispetto al PM₁₀). Medie annue 2009. La linea tratteggiata riporta il valore registrato presso il sito dei Monti Martani (MAR).

Nickel (Ni)

Anche il nickel, come il cromo, è un metallo presente in tracce nei suoli terrestri e tipicamente arricchito nelle emissioni industriali della siderurgia. La sua abbondanza (misurata nella frazione di PM₁₀), sia assoluta che percentuale, è notevolmente superiore nell'area della conca ternana (in particolare Terni) rispetto al resto della regione. Esso è presente sia nella frazione fine che in quella grossolana.

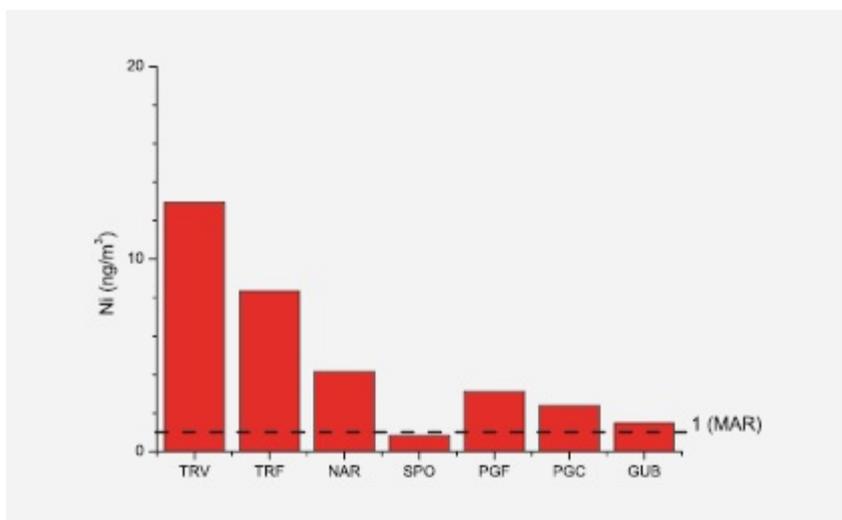


Figura 3.12: Abbondanza del nickel nei siti di studio (rispetto al PM₁₀). Medie annue 2009. La linea tratteggiata riporta il valore registrato presso il sito dei Monti Martani (MAR).

Potassio, K

Il potassio è una componente significativa dei suoli e, come tale, risulta arricchito nella frazione grossolana delle polveri. Il potassio è anche un indicatore indiretto della combustione delle biomasse, nel qual caso lo si trova arricchito nella frazione fine. A questo riguardo possiamo infatti notare come, in quasi tutti i centri urbani, esso risulti più abbondante in inverno nella frazione più fine delle polveri campionate (PM_{0.39}), suggerendo un impatto notevole della fonte combustione biomasse sul particolato invernale.

IPA

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono tipici prodotti di combustione, in particolare da traffico, e industriale. Gli IPA risultano in tutti i casi molto più abbondanti nella frazione più fine delle polveri (PM_{0.39}). Inoltre, i carichi maggiori di IPA risultano nell'area della Conca Ternana e a Gubbio, dove trovano spiegazione nella presenza di industrie (oltre che di traffico), e a Perugia, nel sito di Fontivegge, dove invece sembra pesare notevolmente il solo contributo dovuto al traffico.

L'analisi statistica ha permesso di estrarre un numero complessivo di cinque fattori rappresentativi di altrettante sorgenti.

Fattore 1 (Traffico): caratterizzato dalla presenza di IPA e Pb quali marker tipici delle emissioni dirette da traffico veicolare

Fattore 2 (Particolato secondario): gli elevati valori dei loadings di NH₄⁺, SO₄²⁻ ed NO₃ - indicano chiaramente un aerosol di origine secondaria

Fattore 3 (Crostale): caratterizzato da elementi crostali (Al, Fe, Ca) nella frazione fine, documenta gli effetti del trasporto a lungo raggio (Na and Cl) e della risospensione di particolato stradale (elementi tipici K, Cu, V, Mn) nella frazione grossolana.

Fattore 4 (Industriale/metallurgico): i loadings elevati di Pb, Fe, Cr, Mn, Ni, e Zn suggeriscono una associazione di questo fattore con le emissioni dalle attività metallurgiche locali (Mazzei et al., 2006).

Fattore 5 (Industriale/biomasse): questo fattore emerge chiaramente solo nella frazione fine e mostra K e V come marker tipici. Le concentrazioni in massa di K sono massime in inverno per la frazione dimensionale più fine (D_p<0,39 μm). Questo dato è in sostanziale accordo con misure preliminari di levoglucosano che mostrano valori relativamente alti (300 ng m⁻³) nella stessa frazione dimensionale in inverno. La correlazione fra K e levoglucosano suggerisce una connessione con i processi di combustione di biomasse (e.g., Zhang et al., 2010), mentre il V e alcuni specifici IPA come il fluorantene, sono marker di processi di incenerimento dei rifiuti. Le due sorgenti risultano quindi mescolate.

I risultati indicano come le emissioni dirette che incidono maggiormente sulla frazione fine del PM siano dovute al traffico veicolare e alle attività industriali, mentre le polveri risospese dal traffico e dal suolo incidono maggiormente sulla frazione coarse.

Caratterizzazione morfologica e chimica di polveri fini in Umbria 2010-2011

Relazione ARPA - Maggio 2012

Il progetto ha previsto oltre alla determinazione delle concentrazioni di alcuni marker chimici specifici di traffico veicolare ed industria (IPA e metalli pesanti), già studiati nella prima fase dello studio, anche la ricerca di marker specifici della combustione da incenerimento e biomasse (es. diossine, levoglucosano). Infine, nella città di Terni sono state ripetute le misure di profili verticali di aerosol con l'utilizzo di un pallone aerostatico frenato

Le attività di monitoraggio delle polveri fini in Umbria nell'anno 2010 fino alla primavera 2011, come anticipato, vanno ad integrare il progetto 2008-2009.

Piombo

I valori di piombo misurati sono in linea tra loro. Fanno eccezione le concentrazioni a Terni (TRV) che risultano più alte in particolare in autunno per la frazione "coarse" (anche rispetto al 2009 riportato tra parentesi). Nella frazione "coarse" di Perugia (PGF) risulta invece una diminuzione in autunno rispetto al 2009 (sempre tra parentesi). Ciò è imputabile allo spostamento della stazione di misura posizionata in modo più corretto rispetto alla distanza dalla carreggiata stradale.

3.11: Metalli – Piombo

Stazione	Classe	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Media anno 2009
ng/m ³						
FOL	Fine	2.05	1.47	1.09	2.42	
	Coarse	0.66	0.53	0.29	0.55	
	PM10	2.71	2.00	1.39	2.97	
PGF	Fine				0.84 (0.9)	7.1
	Coarse				0.43 (1.5)	3.4
	PM10				1.3 (2.4)	10.5
TRV	Fine		2.7 (4.7)		1.7 (0.4)	11.3
	Coarse		1.2 (2.2)		2.8 (0.1)	4.4
	PM10		4.0 (6.9)		4.5 (0.5)	15.7
CAS	Fine		1.068		1.579	
	Coarse		0.613		1.158	
	PM10		1.680		2.737	
ORV	Fine			1.155		
	Coarse			0.373		
	PM10			1.528		

Cromo

Il cromo risulta molto più alto a Terni (TRV) rispetto agli altri siti in modo analogo a quanto evidenziato nel 2009 (dati tra parentesi); in primavera i valori sono in generale in linea con quelli del 2009 mentre in autunno essi risultano molto superiori.

3.12: Metalli - Cromo

Stazione	Classe	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Media anno 2009
ng/m ³						
FOL	Fine	1.47	0.72	0.12	1.29	
	Coarse	2.21	0.93	0.18	0.49	
	PM10	3.69	1.65	0.30	1.79	
PGF	Fine				0.277 (0.6)	4.1
	Coarse				0.646 (7.4)	7.5
	PM10				0.924 (8.0)	11.6
TRV	Fine		5.6 (9.9)		11.4 (4.8)	10.0
	Coarse		12.0 (14.2)		11.4 (6.8)	10.0
	PM10		17.6 (24.1)		22.8 (11.6)	20.0
CAS	Fine		0.000		0.226	
	Coarse		0.167		0.387	
	PM10		0.167		0.613	
ORV	Fine			1.511		
	Coarse			0.415		
	PM10			1.926		

Nichel

Il nichel risulta molto più alto a Terni (TRV) rispetto agli altri siti in modo analogo a quanto evidenziato nel 2009. In generale i valori assoluti sono in linea con il 2009 e mostrano lo stesso trend stagionale del cromo.

3.13: Metalli - Ni

Stazione	Classe	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Media anno 2009
ng/m ³						
FOL	Fine	1.13	0.18	0.93	0.34	
	Coarse	0.73	0.39	0.30	0.22	
	PM10	1.85	0.57	1.23	0.57	
PGF	Fine				0.62 (0.2)	1.5
	Coarse				0.39 (0.8)	1.6
	PM10				1.0 (1.0)	3.1
TRV	Fine		2.9 (4.6)		4.2 (1.0)	7.0
	Coarse		4.1 (5.7)		4.6 (2.0)	6.0
	PM10		7.1 (10.3)		8.8 (3.0)	13.0
CAS	Fine		0.531		0.396	
	Coarse		0.370		1.312	
	PM10		0.900		1.709	
ORV	Fine			0.355		
	Coarse			0.185		
	PM10			0.541		

IPA

I valori di concentrazione di IPA A Perugia (PGF) e Terni (TRV), i sono in media più bassi di quelli di FOL e CAS, ma comunque leggermente più alti di quelli registrati nel 2009 (dati in parentesi).

Confronto Terni 2009 - 2010 (TR2010/TRV2009)

I dati sono riportati in figura in cui sono indicate le curve per le due frazioni "fine" (F) e "coarse" (C), per le due stagioni disponibili (Prim, Aut), TR per Terni.

- Si osservano valori particolarmente alti dei metalli pesanti nella frazione fine, con degli alti valori del fattore di arricchimento (rapporto di normalizzazione >>1) rispetto al valore medio dei singoli analiti del 2009. In autunno, inoltre, si ha un arricchimento in Cl (F e C) e in Na (solo C).

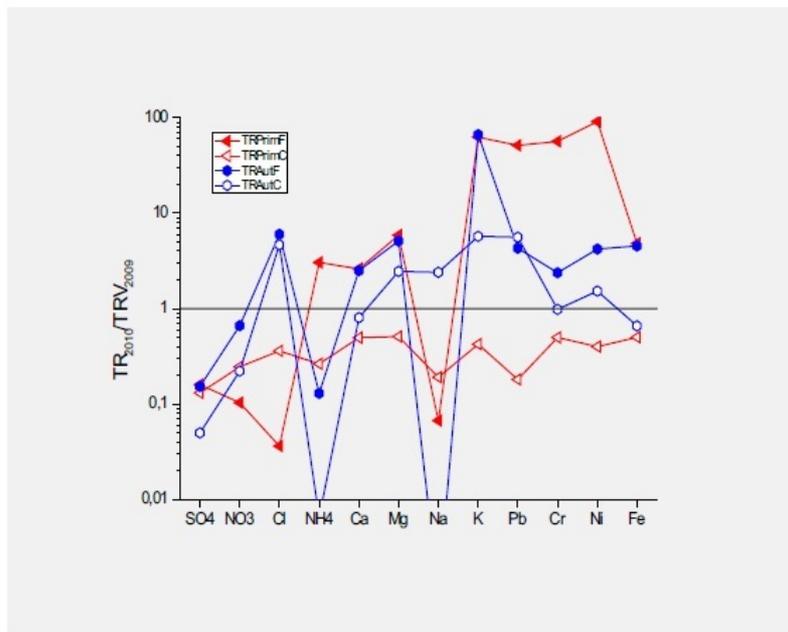


Figura 4.4: Confronto Terni 2009 – 2010 (medie annue)

A Terni la particolare situazione orografica non favorisce la circolazione dei venti. In aggiunta, le valli sono spesso soggette a fenomeni di inversione termica che favoriscono il ristagno degli inquinanti al suolo. Inoltre, l'area urbana di Terni è caratterizzata da una notevole e varia presenza industriale che, insieme a traffico e ad inceneritori, implica una natura delle emissioni in atmosfera.

Misure con pallone aerostatico frenato

I risultati degli esperimenti di Gennaio 2010 confermano sostanzialmente i dati misurati nell'inverno precedente. Le altezze medie dello strato di rimescolamento rilevate sono contenute fra i 50 ed i 300 m a seconda dell'ora del giorno e le polveri rimangono nel loro complesso stratificate nei primi 300 m in tutto il corso della giornata.

Conclusioni

I risultati dello studio presentato nel presente rapporto hanno messo in luce la complessità della caratterizzazione del particolato atmosferico, al fine di individuare le sorgenti principali che contribuiscono alla sua formazione, sia nella frazione "fine" che in quelle "coarse". Questi risultati, insieme a quelli dello studio realizzato nel 2009, mostrano che le diverse realtà studiate, pur avendo alcune caratteristiche comuni, sono tutte differenziate da specifiche peculiarità. Inoltre, gli studi hanno evidenziato che per un'analisi che possa fornire risultati non solo qualitativi sulle diverse origini delle polveri, ma anche quantitativi sul contributo medio annuo delle varie sorgenti, è necessaria l'applicazione di una metodologia statistica che, però, necessita di un numero ingente di campioni e di analisi. Pertanto, lo studio vedrà uno sviluppo futuro in cui, in aree opportunamente selezionate, saranno realizzati campionamenti e analisi in numero adeguato a consentire l'utilizzo della metodologia statistica, che potrà permettere la quantificazione del contributo annuo delle varie fonti alla formazione della concentrazione di PM10 misurato.

Mal'aria di città – Legambiente

Gennaio 2013

Lo studio riporta la classifica delle città italiane che nel corso del 2012 non hanno rispettato i limiti imposti dal D.lgs 155/2010 che impone come limite di concentrazione di PM 10 il valore di 50 µg/m³ come media giornaliera da non superare per più di 35 volte in un anno

Terni si posiziona al 26° posto con 62 giorni di superamento nel 2012

Tabella 1 - PM10 ti tengo d'occhio: la classifica dei capoluoghi di provincia che hanno superato la soglia limite di polveri sottili in un anno; il Dlgs 155/2010 prevede un numero massimo di 35 giorni/anno con concentrazioni superiori a 50 µg/m³.

Posizione	Capoluogo di Provincia (centralina peggiore)	Giorni di superamento 2012	Posizione	Capoluogo di Provincia (centralina)	Giorni di superamento 2012
1	Alessandria (D'Annunzio)	123	21	Bologna (Porta S. Felice)	73
2	Frosinone (Frosinone scalo)	120	22	Piacenza (via Giordani)	71
3	Cremona (Via Fatebenefratelli)	118	23	Firenze (Mosse)	68
3	Torino (Consolata)	118	24	Ravenna (via Caorle)	66
4	Parma (Via Montebello)	115	25	Cagliari (P.zza Sant'Avendrace)	64 (al 16 dicembre)
5	Vicenza (VI Quartiere Italia)	114	25	Lodi (V.le Vignati)	64
6	Brescia (Villaggio Sereno)	106	26	Pescara (V.le Bovio)	62
6	Milano (Pascal Città studi)	106	26	Terni (Le Grazie)	62
7	Verona (Borgo Milano)	103	27	Ancona (via Bocconi)	61
8	Bergamo (via Garibaldi)	99	28	Como (V.le Cattaneo)	58
9	Asti (Baussano)	97	29	Roma (C.so Francia)	57
10	Monza (via Machiavelli)	96	30	Palermo (Di Blasi)	55
11	Reggio Emilia (V.le Timavo)	93	31	Lucca (Micheletto)	54
12	Mantova (S. Agnese)	90	32	Forlì (via Roma)	52
13	Padova (Mandria)	91	33	Biella (Lamarmora)	50
13	Benevento (Via Floria)	91	34	Varese (via Copelli)	48
13	Rovigo (Centro)	91	35	Trieste (Via Carpineto)	45
14	Rimini (Flaminia)	88	36	Lecco (via Amendola)	44
14	Treviso (via Lancieri)	88	37	Pordenone (centro)	43
15	Napoli (Ente Ferrovie)	85	38	Prato (Roma)	42
15	Modena (Giardini)	85	39	Latina (via Romagnoli)	41
16	Novara (Roma)	84	40	Cuneo (Alpini)	40
17	Pavia (P.zza Minerva)	83	41	Aosta (via Primo Maggio)	39
18	Vercelli (Gastaldi)	79	42	Trento (via Bolzano)	38
19	Ferrara (C.so Isonzo)	77	43	Sondrio (via Mazzini)	36
20	Venezia (Parco Bissuola)	76			

Fonte: elaborazione Legambiente su dati Arpa Regionali

Oltre al PM10, con l'entrata in vigore del Decreto legislativo 155/2010 le città sono obbligate a monitorare anche la frazione più leggera e più pericolosa delle polveri, ovvero il PM2,5 (il particolato costituito da particelle con diametro inferiore ai 2,5 micron). Dal 2011 in particolare, questo monitoraggio è diventato obbligatorio ed è entrato in vigore il decreto che fissa al 2015 il raggiungimento del valore obiettivo di 25 µg/m³ come limite medio

Tabella 2 - PM2,5: Città che hanno superato il valore obiettivo di 25 µg/m³ come media annuale (Dlgs 155/2010) – dati 2011)

n°	Città (centralina)	Valore medio annuo (2011)	n°	Città	Valore medio annuo (2011)
1	Torino (Lingotto)	35	12	Vercelli (Coni)	28
2	Padova (Mandria)	34	13	Verona (Cason)	28
3	Milano (via Pascal)	33	14	Bergamo (via Meucci)	27
4	Brescia (V. ggio Sereno)	32	15	Piacenza (P.co Montecucco)	27
5	Vicenza (Quartiere Italia)	31	16	Novara (Verdi)	26
5	Rovigo (Centro)	31	17	Varese (via Copelli)	26
7	Treviso (via Lancieri)	31	18	Roma (C.so Francia)	26
8	Cremona (Fatebenefratelli)	31	19	Reggio Emilia (S. Lazzaro)	25
9	Venezia (P.co Bissuola)	30	20	Frosinone (Mazzini)	25
10	Alessandria (Volta)	30	21	Modena (P.co Ferrari)	25
11	Asti (D'Acquisto)	29			

Fonte: elaborazione Legambiente su dati Arpa Regionali

Biossido di Azoto – NO₂

L'NO₂ è un inquinante secondario che risulta tossico per l'uomo per le sue capacità irritanti per le vie respiratorie, che si forma per reazione chimica in atmosfera dall'ossidazione del monossido di azoto (NO), le cui fonti principali sono il trasporto su strada, il riscaldamento e i processi di combustione industriali. Gli ossidi di azoto nell'aria sono, inoltre, i principali precursori dell'inquinamento atmosferico secondario, i cui prodotti sono ad esempio l'ozono o il particolato ultrafine., caratteristica che rende l'NO₂ ancora più pericoloso e le politiche di riduzione di questa sostanza ancora più urgenti.

I limiti stabiliti nel D.Lgs. 155 del 2010 prevedono un limite medio annuo di 40 µg/m³ ed una concentrazione media oraria di 200 µg/m³ da non superare per più di 18 giorni all'anno.

Terni si pone al 76° posto con una media di 24,7µg/m³

Ozono troposferico – O₃

L'Ozono è un composto gassoso di origine naturale presente nella stratosfera terrestre, invece la sua presenza nelle porzioni più basse (la troposfera) non è di origine naturale e risulta essere dannosa per la salute dell'uomo. È un inquinante di tipo secondario e la sua formazione deriva da complesse reazioni fotochimiche, favorite dall'aumento della radiazione solare(...) possibili per la presenza in atmosfera di altri composti gassosi, definiti precursori, come gli ossidi di azoto (NO - NO₂), i composti organici volatili (VOC) ed in parte per l'ossido carbonio. I limiti previsti dalla normativa (D.Lgs. 155 del 2010) per le emissioni di ozono troposferico (O₃) consentono un massimo di 25 giorni di superamento della soglia giornaliera pari a 120 µg/m³ mediata su otto ore consecutive.

Terni si pone al 52° posto con 18,6 giorni di superamento

Monitoraggio Le Grazie - Relazione tecnica

ARPA - Febbraio- Aprile 2012

In seguito alle sollecitazioni dei cittadini, preoccupati per i livelli di PM10 registrati dalla centralina Le Grazie, anche considerando la collocazione della centralina all'interno di un'aera verde, l'Arpa ha dato avvio ad un monitoraggio del PM10, in aggiunta a quello ordinario, con lo scopo di verificare quanto l'attuale centralina "Le Grazie" sia rappresentativa della qualità dell'aria della zona.

Nella tabella seguente sono riportati i dati relativi alla media annuale e agli sforamenti registrati tra il 2005 e il 2011.

media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LE GRAZIE	VERGA	CARRARA	BORGIO RIVO	PRISCIANO	MARATTA
2005	34	39	35	33	37	32
2006	40	42	39	33	44	24
2007	36	35	n.d	33	45	31
2008	34	33	n.d	29	41	29
2009	29	30	28	26	36	30
2010	26	25	28	24	37	23
2011	36	29	31	26	33	26
numero superamenti del valore limite giornaliero	LE GRAZIE	VERGA	CARRARA	BORGIO RIVO	PRISCIANO	MARATTA
2005	43	66	36	53	76	38
2006	80	81	60	48	103	22
2007	64	51	n.d	42	123	36
2008	59	42	n.d	28	93	35
2009	44	24	13	14	56	28
2010	26	11	8	7	70	6
2011	69	26	21	16	33	12

Il monitoraggio ha avuto inizio a febbraio 2012 e ha prodotto i risultati riportati di seguito. I colori indicano, rispettivamente, in verde i valori buoni ($\leq 35 \text{ g}/\text{m}^3$), in giallo i valori accettabili ($36-50 \text{ g}/\text{m}^3$) e in rosso quelli oltre i limiti di legge ($> 50 \text{ g}/\text{m}^3$).

Il confronto tra i valori registrati nei diversi punti di campionamento, conferma la centralina Le Grazie come rappresentativa della qualità dell'aria della zona.

Data		Viale Trieste	Le Grazie QA	Myrica
giovedì	09-feb		62	
venerdì	10-feb		23	22
sabato	11-feb		30	31
domenica	12-feb		52	53
lunedì	13-feb		55	55
martedì	14-feb		60	61
mercoledì	15-feb		55	77
giovedì	16-feb		60	69
venerdì	17-feb		78	77
sabato	18-feb		65	63
domenica	19-feb		44	42
lunedì	20-feb		24	25
martedì	21-feb	28	23	26
mercoledì	22-feb	38	31	33
giovedì	23-feb	63	56	50
venerdì	24-feb	81	67	76
sabato	25-feb	68	59	70
domenica	26-feb	46	43	41
lunedì	27-feb	34	29	30
martedì	28-feb	51	46	49
mercoledì	29-feb	72	64	67
giovedì	01-mar	56	51	50
venerdì	02-mar	58	53	54
sabato	03-mar	79	79	68
domenica	04-mar	49	49	46
lunedì	05-mar	36	34	34
martedì	06-mar	36	35	31
mercoledì	07-mar	37	33	33
giovedì	08-mar	40	37	39
venerdì	09-mar	35	32	31
sabato	10-mar	25	31	23
domenica	11-mar	29	26	25
lunedì	12-mar	30	29	31
martedì	13-mar	32	31	26
mercoledì	14-mar	48	35	33
giovedì	15-mar	51	49	47
venerdì	16-mar	59	56	51
sabato	17-mar	62	63	58

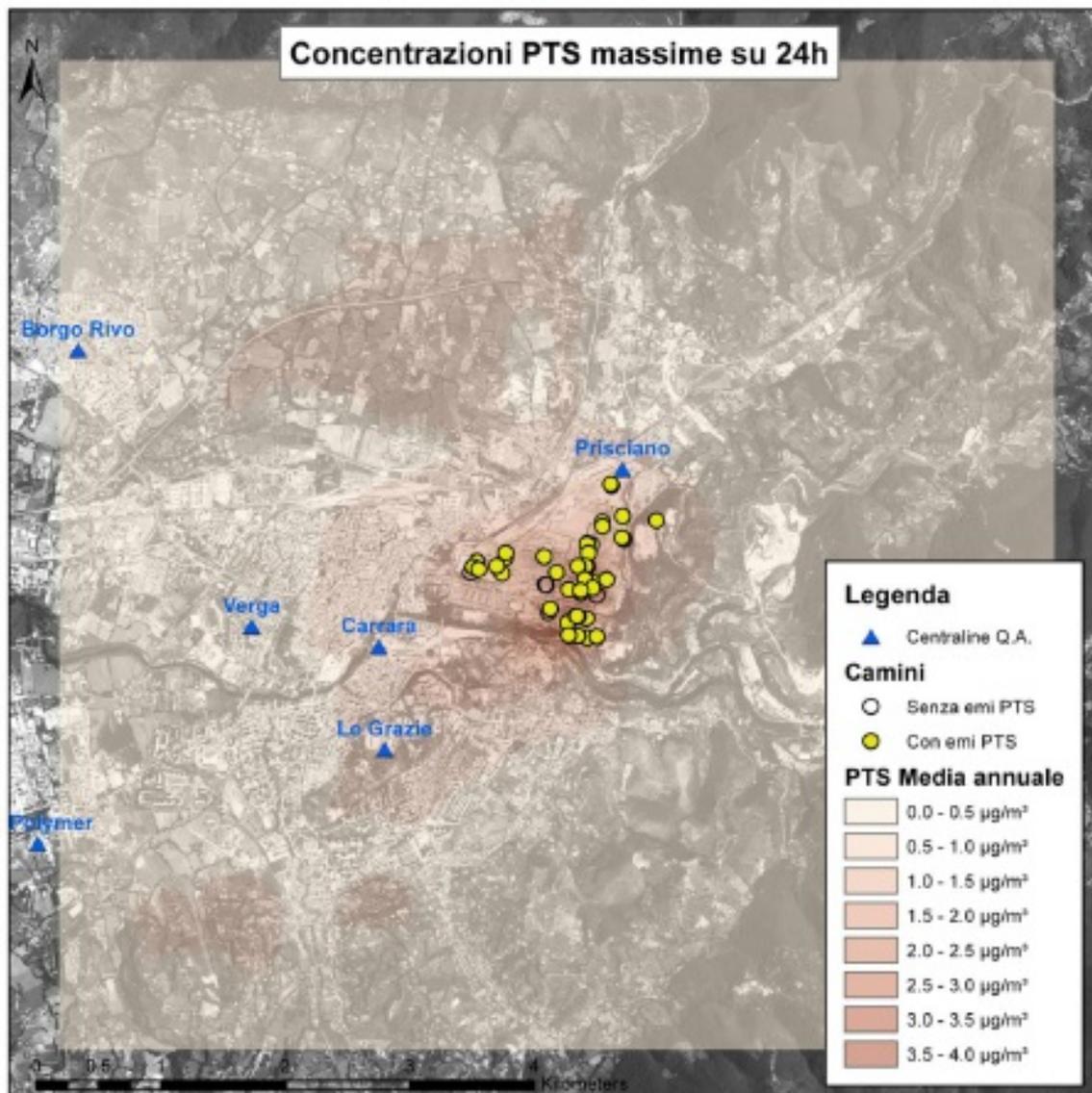
Nel corso del tempo sono state avanzate diverse ipotesi per spiegare le elevate concentrazioni invernali rilevate dalla centralina:

- **l'influenza del risolevamento di polvere di una campo da calcio adiacente alla centralina**, ipotesi esclusa da questo studio poiché i valori registrati in altri punti di campionamento, distanti dal campo da calcio, sono sovrapponibili a quelli della centralina Le Grazie;
- **l'influenza dell'attività dell'inceneritore di rifiuti ospedalieri**, esclusa perchè l'impianto è stato dismesso nel 1996 ;
- **l'influenza delle emissioni degli impianti per la produzione dell'energia elettrica e termica dell'azienda ospedaliera**, esclusa in quanto gli impianti sono alimentati a gas metano, quindi producono un basso livello di polveri e la centralina ha registrato livelli bassi di ossidi di azoto, tipici dell'emissioni di questo tipo di impianti;

- **l'influenza del traffico veicolare**, esclusa perchè "se tale fattore può avere una ricaduta nei punti di monitoraggio "Viale Trieste" o "Myricae", posti più in prossimità della carreggiata stradale, ciò non potrebbe essere per il punto "Le Grazie", che si trova all'interno di un'area verde, a distanza di circa 150 m dalla strada principale e schermato dagli edifici scolastici; i valori di concentrazione pressoché uguali nei 3 punti".

Dal punto di vista degli impatti industriali, un recente studio modellistico svolto da Arpa ha simulato la dispersione in atmosfera degli inquinanti (Polveri totali sospese e ossidi di azoto) emessi dai principali camini del polo siderurgico, da cui è emersa un'influenza delle sorgenti emissive del complesso industriale sulle concentrazioni al suolo nell'area della centralina "Le Grazie" (Fig. 2), riconducibile principalmente alla sua posizione sotto vento rispetto al polo siderurgico.

Fig. 2



Conclusioni

"Le considerazioni fin qui svolte portano a pensare che l'origine della problematica invernale relativa al PM10 nella zona di "Le Grazie" sia dovuta agli effetti cumulativi degli impatti antropici e delle particolari condizioni orografiche e meteorologiche della Conca Ternana"

I principali impatti antropici, secondo quanto valutato in collaborazione con l'Università degli studi di Perugia, sarebbero dovuti al risolleamento delle polveri dal suolo, all'industria e al traffico, in minor parte al trasporto eolico a lungo raggio, ed infine alla combustione di biomasse e di rifiuti.

L'influenza delle condizioni orografiche e meteorologiche è stata valutata in seno ad un progetto che ha visto coinvolte l'Università degli Studi di Perugia, Milano Bicocca e ARPA.

“Lo studio ha mostrato che nei giorni di stabilità atmosferica l'altezza dello strato di rimescolamento è di circa 300 m, quindi al di sopra della quota della città, mentre nei giorni caratterizzati da una maggiore instabilità (per esempio attività convettiva generata dalla temperatura e turbolenza innescata dal vento) gli inquinanti si disperdono a quote molto maggiori. La centralina “Le Grazie” nelle giornate invernali con condizioni di stabilità atmosferica, viene a trovarsi al di sotto dello strato di rimescolamento, che contiene al suo interno il particolato emesso dal traffico cittadino, dagli stabilimenti siderurgici e da altre fonti minori: ciò in conclusione appare essere il motivo della problematica invernale relativa al PM10 nella zona di “Le Grazie”.”

Nell'immagine seguente sono riportati i valori relativi ai mesi di novembre e dicembre 2012 dalle **nuove** centraline di Borgo Rivo, Carrara e Le Grazie. Alla luce di questi dati, potrebbe essere lecito domandarsi se la particolarità dei valori registrati dalla centralina Le Grazie, nel corso del tempo, in relazione a quelli registrati dalle vecchie centraline, non sia piuttosto da imputarsi alla scarsa rappresentatività della qualità dell'aria di quest'ultime.

Data	NO2 max media 1h			CO media mobile 5h			O3 max media mobile 5h			O3 max media 1h			PM10 media 24h			PM2,5 media 24h			
	Terni Borgo Rivo	Terni Carrara	Terni Le Grazie	Terni Carrara	Terni Borgo Rivo	Terni Carrara	Terni Le Grazie	Terni Borgo Rivo	Terni Carrara	Terni Le Grazie	Terni Borgo Rivo	Terni Carrara	Terni Le Grazie	Terni Borgo Rivo	Terni Carrara	Terni Le Grazie	Terni Borgo Rivo	Terni Carrara	Terni Le Grazie
09/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/12/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/12/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/12/2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/12/2012	-	-	35,7	-	-	-	31,6	-	-	56,9	-	-	-	-	35	-	-	-	20
05/12/2012	-	80,4	32,6	1,8	-	26,4	35,0	-	40,7	58,1	33	26	37	-	22	20	-	-	20
06/12/2012	-	89,3	26,7	0,9	-	18,4	24,9	-	26,9	34,3	-	39	38	-	34	28	-	-	28
07/12/2012	80,1	84,1	33,8	1,4	37,0	34,4	40,9	52,1	61,6	70,4	32	38	41	27	31	30	-	-	30
08/12/2012	29,3	44,5	21,0	2,6	45,4	50,1	55,8	55,8	59,4	61,4	12	14	14	9	12	9	-	-	9
09/12/2012	65,2	80,7	38,4	3,1	69,9	65,7	66,3	71,0	71,0	73,1	24	30	29	20	26	18	-	-	18
10/12/2012	42,9	72,5	-	3,5	39,9	28,8	34,0	39,0	44,7	30	37	42	25	29	29	29	-	-	29
11/12/2012	89,1	87,0	-	-	37,9	24,4	33,8	-	42,8	53,3	33	45	45	47	38	34	-	-	34
12/12/2012	83,6	77,7	35,6	-	-	16,2	22,1	-	22,4	39,8	65	50	61	51	50	48	-	-	48
13/12/2012	76,4	89,4	35,9	-	-	22,7	22,5	-	29,9	29,2	53	71	83	45	62	63	-	-	63
14/12/2012	48,0	90,2	-	-	-	38,2	34,1	-	46,2	52,9	25	42	52	22	31	43	-	-	43
15/12/2012	48,9	71,6	25,1	-	-	62,8	75,5	-	72,2	78,5	23	23	23	18	16	18	-	-	18
16/12/2012	54,2	84,0	27,1	-	-	31,6	55,1	-	48,9	62,9	44	47	58	33	31	38	-	-	38
17/12/2012	81,1	72,5	27,2	-	-	39,6	52,8	-	50,6	65,0	42	34	34	34	27	24	-	-	24
18/12/2012	48,9	87,3	21,5	-	-	14,5	24,6	-	22,3	30,9	38	39	39	35	21	27	-	-	27
19/12/2012	52,3	88,3	33,3	-	-	29,6	39,9	-	42,2	51,1	31	49	54	25	40	36	-	-	36
20/12/2012	81,1	70,0	-	1,5	-	10,8	-	-	11,2	14,1	80	68	70	58	54	51	-	-	51
21/12/2012	55,0	72,0	-	1,5	-	16,5	20,6	-	37,0	35,7	51	49	49	46	43	41	-	-	41
22/12/2012	64,9	93,0	28,4	2,2	-	14,7	27,3	-	24,5	40,0	61	62	63	51	49	45	-	-	45
23/12/2012	54,6	69,6	23,3	2,1	-	8,4	6,6	-	14,6	8,6	65	73	81	77	63	62	-	-	62
24/12/2012	67,3	101,6	25,5	3,2	9,8	9,0	11,7	22,1	13,5	19,7	66	-	-	11,5	8,7	-	-	-	8,7
25/12/2012	52,3	85,3	17,2	3,0	39,4	26,0	36,7	41,0	43,1	51,0	53	-	-	55	55	-	-	-	55
26/12/2012	40,5	74,0	22,9	1,1	35,4	32,1	41,2	43,5	46,7	62,9	44	38	44	35	31	33	-	-	33
27/12/2012	53,9	68,4	20,1	1,6	14,2	14,4	25,2	30,5	19,7	32,0	35	49	49	29	35	35	-	-	35
28/12/2012	44,4	73,3	20,5	1,7	47,6	26,4	36,1	54,6	38,5	59,1	20	38	39	15	30	28	-	-	28
29/12/2012	71,8	66,6	22,6	0,9	61,5	50,9	58,3	65,6	61,6	69,7	25	26	29	20	20	19	-	-	19
30/12/2012	65,1	89,8	35,0	2,4	26,5	27,3	41,9	39,5	43,9	60,1	73	74	82	65	68	65	-	-	65
31/12/2012	74,3	106,2	32,2	2,5	18,1	20,5	33,6	29,0	44,2	60,2	82	84	112	84	83	87	-	-	87

GLI ASTERISCHI INDICANO DATI MANCANTI IN CORRESPONDENZA DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELLE STAZIONI DI RILEVAMENTO, CHE HANNO COMPORTATO L'INSTALLAZIONE DI NUOVA STRUMENTAZIONE E LA MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA STRUMENTAZIONE ESISTENTE, CAUSANDO LA MOMENTANEA INTERRUZIONE DEL MONITORAGGIO. NELLA TABELLA SEGUENTE SONO INDICATI I PERIODI DI INDISPONIBILITÀ DEI DATI NELLE VARIE STAZIONI.

Fonti

- Legambiente Mal'aria Industriale - http://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/legambiente_malaria_industriale_0.pdf
- Legambiente Mal'aria di città 2013 http://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/malaria_di_citta_2013.pdf
- ARPA UMBRIA - <http://www.arpa.umbria.it/canale.asp>
- ARPA UMBRIA - Monitoraggio del PM10 nel quartiere “Le Grazie”
- ARPA UMBRIA - Caratteristiche morfologiche e chimiche delle polveri fini in Umbria Novembre e Maggio 2012 - <http://www.arpa.umbria.it/canale.asp?id=590>
- ARPA VENETO - Glossario dei rischi ambientali - http://www.arpa.veneto.it/glossario_amb/htm/ricerca_glossario_rischi.asp
- Inchiesta di Terni Oggi - “Terni città avvelenata, inquinamento e record di tumori, centinaia di morti.” <http://www.ternioqgi.it/terni-citta-avvelenata-inquinamento-e-record-di-tumori-centinaia-di-morti-inchiesta-di-terni-oggi>