



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata



**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DI PM₁₀ E METALLI
POTENZA - PIAZZA VITTORIO EMANUELE - ANNO 2013**



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Gestione, Manutenzione ed Elaborazione a cura di:

Ufficio Aria, Dip. prov. Potenza

P.I. Rocco Marino

P.I. Giuseppe Barbarito

Dirigente

Dott. Aldo Crispino

Analisi chimiche a cura di:

Ufficio Laboratorio Strumentale Dip. Prov. Potenza

Dott.ssa Claudia Mancusi

Dott.ssa Annarita Sabia

Dirigente Ufficio Lab. Strumentale

Dott.ssa Katarzyna Pilat

Ufficio Aria – Dipartimento Provinciale

Dirigente dott. Aldo Crispino Telefono 0971 656235 aldo.crispino@arpab.it

ARPAB, via della Fisica, 18C/D 85100-Potenza-P. I. C.F.01318260765- Centralino 0971 656111-Fax 0971 656204-e-mail: arpab@tin.it

Introduzione

Il particolato atmosferico si riferisce all'insieme di tutte le particelle solide e liquide di varia dimensione, composizione ed origine, le cui proprietà sono collegate al diametro aerodinamico, detto anche dimensione della particella. Le particelle con dimensione inferiore ai $10\text{ }\mu\text{m}$ sono chiamate PM_{10} e possono raggiungere la parte superiore del sistema respiratorio ed i polmoni, le particelle con dimensione inferiore ai $2,5\text{ }\mu\text{m}$, chiamate $\text{PM}_{2,5}$, sono più pericolose in quanto penetrano più profondamente nei polmoni e possono raggiungere gli alveoli.

Il tempo di sospensione delle particelle in atmosfera dipende dalla loro dimensione. Mentre la sedimentazione e le precipitazioni rimuovono il PM_{10} dall'atmosfera entro poche ore dalla sua emissione, il $\text{PM}_{2,5}$ può rimanervi per giorni e persino settimane. Di conseguenza queste particelle possono essere trasportate per lunghe distanze.

La composizione media del particolato atmosferico può variare in modo significativo con la distribuzione dimensionale, la località geografica, le condizioni climatiche e meteorologiche.

I componenti del particolato si distinguono in "principali" (costituiscono una grossa percentuale della massa totale) e "in traccia" (rappresentano al massimo qualche unità percentuale). Le componenti maggiori del particolato sono solfati, nitrati, ammoniaca, cloruro di sodio, carbone, polvere minerale, acqua, metalli e idrocarburi policiclici aromatici.

Le particelle possono essere classificate come primarie o secondarie a seconda del meccanismo da cui sono formate: quelle primarie sono emesse direttamente in atmosfera attraverso processi antropogenici e naturali, quelle secondarie si formano nell'aria, generalmente a causa di reazioni chimiche di inquinanti gassosi.

I processi antropogenici includono la combustione di carburante per veicoli (sia diesel che benzina) e di combustibili solidi (carbone, lignite e biomassa), il riscaldamento domestico, le attività industriali (come costruzioni, miniere, manifattura di cemento, ceramica e mattoni, le fonderie), l'erosione del manto stradale a causa del traffico, le abrasioni di freni e pneumatici, i lavori in grotte e miniere.

Alcuni studi indicano che i metalli contenuti nel particolato atmosferico possono giocare un ruolo importante nell'induzione di effetti tossici sulla salute umana, principalmente nelle aree industriali e nelle aree urbane caratterizzate da un forte traffico veicolare.

I metalli sono rilasciati sia da sorgenti naturali, quali i suoli e le eruzioni vulcaniche, che antropogeniche, tra cui le più importanti sono le lavorazioni industriali, i processi di combustione e le emissioni veicolari. Alcuni elementi sono presenti naturalmente e risultano tossici solo quando le loro concentrazioni superano di molto i valori naturali, altri, come il piombo, il cadmio e il nichel, non solo non svolgono alcun ruolo nei processi vitali, ma possono causare danni se presenti in alte concentrazioni nelle matrici ambientali, data la loro tendenza ad accumularsi nei tessuti animali e vegetali.

Scopo

Nel presente lavoro si riportano i risultati della campagna di misura in aria ambiente del particolato PM_{10} e di alcuni metalli e metalloidi (piombo (Pb), arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), alluminio (Al), ferro (Fe), zinco (Zn), manganese (Mn), cromo (Cr), rame (Cu) e vanadio(V)) condotta, dal 29/01/2013 al 31/12/2013, in un sito fisso urbano influenzato prevalentemente da emissioni da traffico: Piazza Vittorio Emanuele a Potenza.

Si riportano inoltre i valori medi ottenuti negli anni dal 2010 al 2013, delle concentrazioni di PM_{10} e dei suddetti elementi.

L'obiettivo è quello di verificare eventuali superamenti dei limiti imposti dalla normativa vigente oltre che di fornire dati utili per valutare la possibile esposizione della popolazione e gli effetti diretti ed indiretti che l'inquinamento atmosferico nel tempo ha sull'ambiente e sulla salute umana.

Normativa di riferimento

La normativa nazionale di riferimento è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n.155 e s.m.i., che recepisce la Direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della Direttiva 2004/107/CE istituendo un quadro normativo unitario.

Il valore limite relativo alla concentrazione del PM_{10} è riferito al dato medio giornaliero e al dato medio per anno civile, per il piombo il valore limite è riferito al dato medio annuo calcolato su un anno civile (Allegato XI – D.Lgs 155/2010)

Valori limite Allegato XI – D.Lgs 155/2010

PM_{10} ($\mu g/m^3$) Valore limite	Periodo di mediazione	Piombo ($\mu g/m^3$) Valore limite	Periodo di mediazione
50 da non superare più di 35 volte per anno civile	24 h	0,5	Anno civile
40	Anno civile		

Per l'arsenico, il cadmio ed il nichel si fa riferimento ai valori obiettivo fissati (Allegato XIII – D.Lgs 155/2010), calcolati come medie su un anno civile; per gli altri elementi determinati (alluminio, ferro, zinco, manganese, cromo, rame e vanadio) non esiste attualmente una norma che ne stabilisca i limiti in aria ambiente.

Valori obiettivo Allegato XIII – D.Lgs 155/2010

Inquinante	Valore Obiettivo * (ng/m^3)
Arsenico	6
Cadmio	5
Nichel	20

* Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM_{10} , calcolato come media su un anno civile.

Campionamento

La campagna di monitoraggio è stata realizzata nel periodo dal 29/01/2013 al 31/12/2013 a Potenza, in Piazza Vittorio Emanuele, mediante una centralina fissa le cui coordinate sono:

Lat. N 40° 38' 12'' Long. E 15° 48' 08''

Il campionamento è stato effettuato con un sistema sequenziale Zambelli, con testa di campionamento conforme alla norma US-EPA e con portata pari a 1 m^3/h . Il campionamento del PM_{10} è stato eseguito per tutto l'anno, mentre per la determinazione dei metalli e metalloidi sono stati scelti alcuni giorni da febbraio a dicembre, distribuiti in maniera uniforme, con lo scopo di ottenere un dato il più possibile rappresentativo.

Per problemi tecnici di manutenzione della pompa e revisione del controller, la campagna di misura del PM_{10} nel 2013 è iniziata dal giorno 29/01/13.

Analisi

La determinazione del PM₁₀ è stata eseguita col metodo di misura gravimetrico UNI EN 12341:2001. Sono stati utilizzati filtri in fibra di quarzo con diametro di 47 mm, condizionati per 48 h prima di effettuare le pesate (precampionamento e post-campionamento) ad una temperatura di 20 ± 1 °C e con umidità relativa pari a 50 ± 5 %.

I dati di PM₁₀ sono riportati come valori di concentrazione media giornaliera e media annua, in base a quanto richiesto dalla normativa D.Lgs. 13 agosto 2010 n°155 e s.m.i..

La determinazione di piombo, arsenico, cadmio, nichel, alluminio, ferro, zinco, manganese, cromo, rame e vanadio è stata effettuata su filtri in teflon di diametro 47 mm e porosità di 2 µm, utilizzando la tecnica ICP-MS (spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente) con metodo UNI EN 14902:2005.

Conclusioni

Per quanto riguarda il dato medio giornaliero del PM₁₀, durante l'anno 2013 sono stati registrati **4** superamenti del valore limite. Il valore medio annuo di PM₁₀, calcolato su 309 giorni di misura (85% dell'anno) è pari a **21 µg/m³** e quindi inferiore al limite previsto dalla normativa vigente.

Si riportano nel seguito i grafici degli andamenti del PM₁₀ ed i valori medi giornalieri (tabelle da 1 a 6).

Nell'anno 2013 sono stati individuati 26 giorni di Saharan Dust: 25-26/02/13, 08-25-29/03/13, 30/04/13, 04-17-20-22/05/13, 31/07/13, 01-02-03-04-09/08/13, 20/09/13, 12-13-14-22-25-26/10/13, 28/11/13.

Tali eventi, che prevalentemente interessano la stagione primavera-estate, sono stati presenti durante tutto l'anno, ed hanno determinato un incremento del PM₁₀.

Per l'individuazione dei giorni di intrusione di polveri Sahariane si è fatto riferimento sia ai dati atmosferici dei satelliti Noaa, di cui si allegano alcune immagini, sia all'aumento degli elementi di origine crostale ferro, alluminio e manganese contenuti nel PM₁₀.

Pur non avendo effettuato misure di metalli e metalloidi per un periodo di tempo pari ad un anno, si è ritenuto utile confrontare i valori medi ottenuti con quelli indicati dalla normativa di riferimento. Il valore medio per ciascun elemento è stato calcolato su **105** filtri analizzati, le cui date di campionamento sono state distribuite in modo uniforme nell'arco dell'anno, al fine di ottenere un dato il più possibile rappresentativo delle varie condizioni climatiche e di traffico. I risultati completi sono riportati di seguito nelle tabelle 7 e 8.

Il valore medio della concentrazione di piombo risulta essere inferiore al valore limite fissato dalla normativa (Allegato XI del Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n.155 e s.m.i.); i valori medi di arsenico, cadmio e nichel sono inferiori ai valori obiettivo indicati all'Allegato XIII del D.Lgs 155/2010 e s.m.i..

Per quanto riguarda gli altri metalli determinati (alluminio, ferro, zinco, manganese, cromo, rame e vanadio), per i quali attualmente non esiste una norma che ne stabilisca i limiti in aria ambiente, i più abbondanti risultano essere ferro, alluminio e zinco.

Non si evidenziano variazioni significative delle concentrazioni come valore medio annuo del PM₁₀ e dei metalli e metalloidi nella frazione PM₁₀ negli anni dal 2010 al 2013.

Nelle due tabelle seguenti si riportano i valori medi annui ottenuti per il PM₁₀ e per gli elementi analizzati nella frazione del PM₁₀ dal 2010 al 2013.

Il Dirigente
dell'Ufficio Aria
(Dott. Aldo Crispino)

N.B.: il presente documento è sottoscritto con firma digitale

Tabella PM₁₀ : valore medio annuo dal 2010 al 2013

Anno	Valore medio annuo (µg/m ³)	n.° sforamenti	Giorni di misura (% nell'anno)
2010	21	8	287 (79)
2011	24	13	341 (93)
2012	23	7	284 (78)
2013	21	4	309 (85)

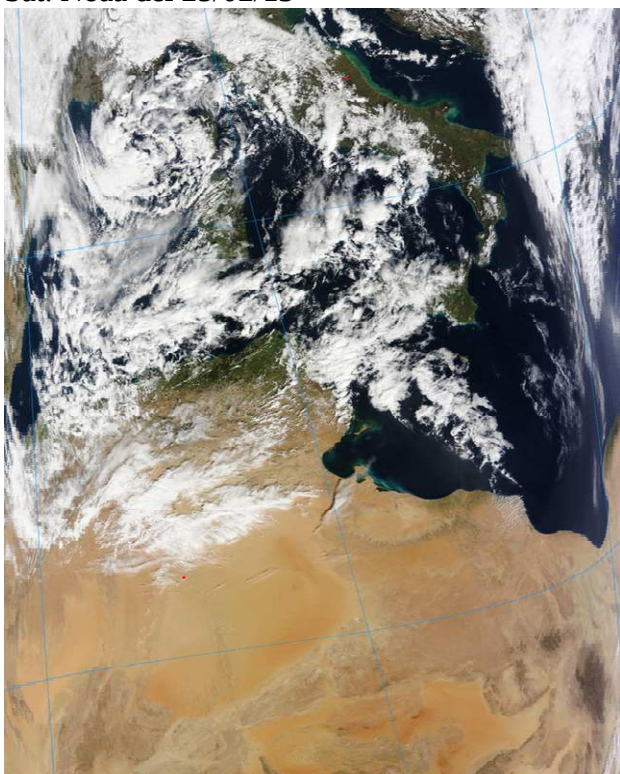
Tabella Metalli e metalloidi nella frazione del PM₁₀ - valori medi annui dal 2010 al 2013

Anno	Periodo di misura	Cr ng/m ³	Pb µg/m ³	Cu ng/m ³	Ni ng/m ³	Cd ng/m ³	Mn ng/m ³	Zn ng/m ³	Fe ng/m ³	V ng/m ³	Al ng/m ³	As ng/m ³
2010	dal 17/03/10 al 24/12/10	4	0,094	20	3	0,6	30	374	458	1,1	342	0,2
2011	dal 01/01/11 al 31/12/11	19	0,083	25	6	1,0	35	501	704	0,9	278	0,4
2012	dal 01/01/12 al 31/12/12	9	0,058	28	4	0,3	26	414	630	2,0	679	0,4
2013	dal 29/01/13 al 31/12/13	7	0,036	12	4	0,3	18	219	419	2,0	307	0,4

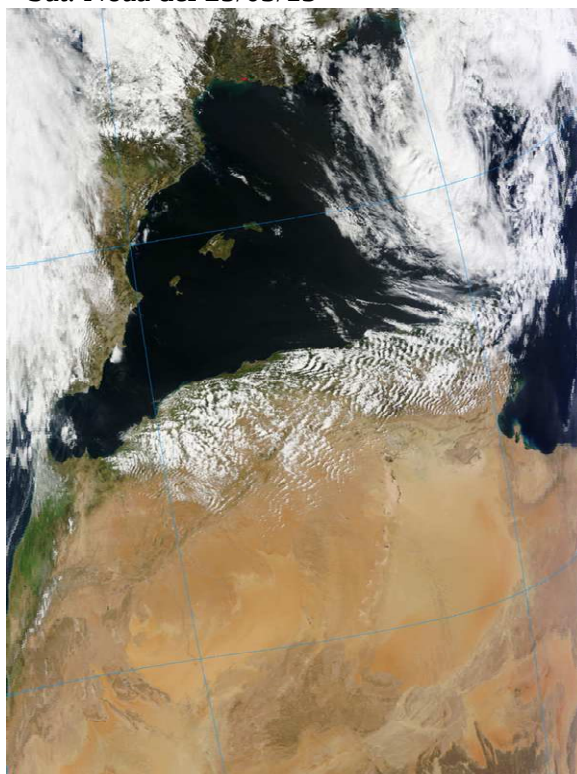
● Valore medio, calcolato come media di ciascun inquinante nella frazione PM₁₀

immagini estrapolate dai satelliti NOAA

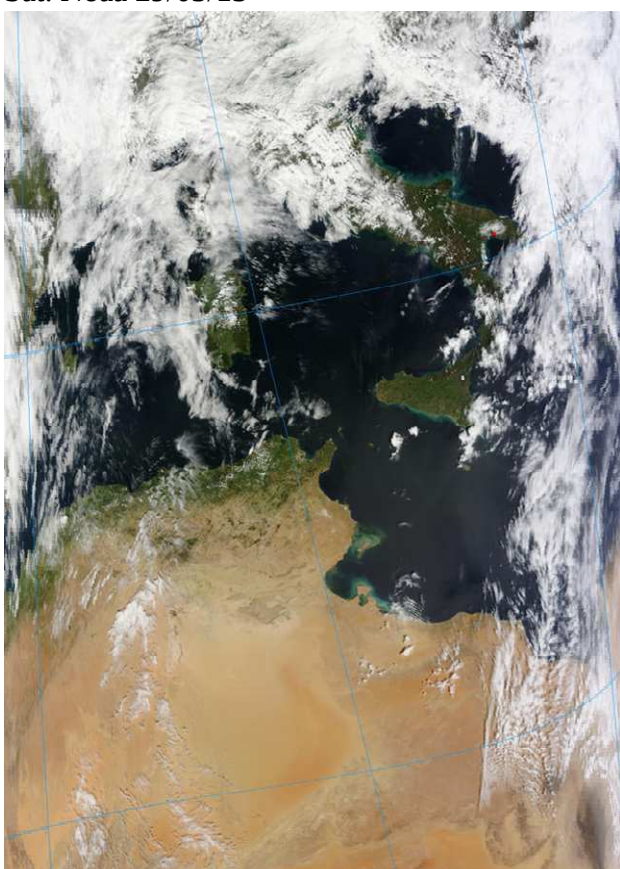
Sat. NOAA del 25/02/13



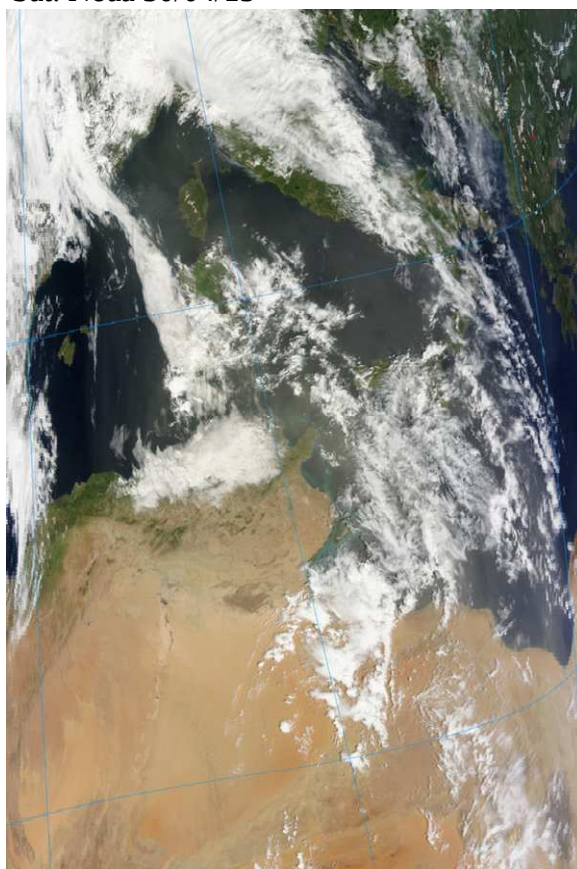
Sat. NOAA del 25/03/13



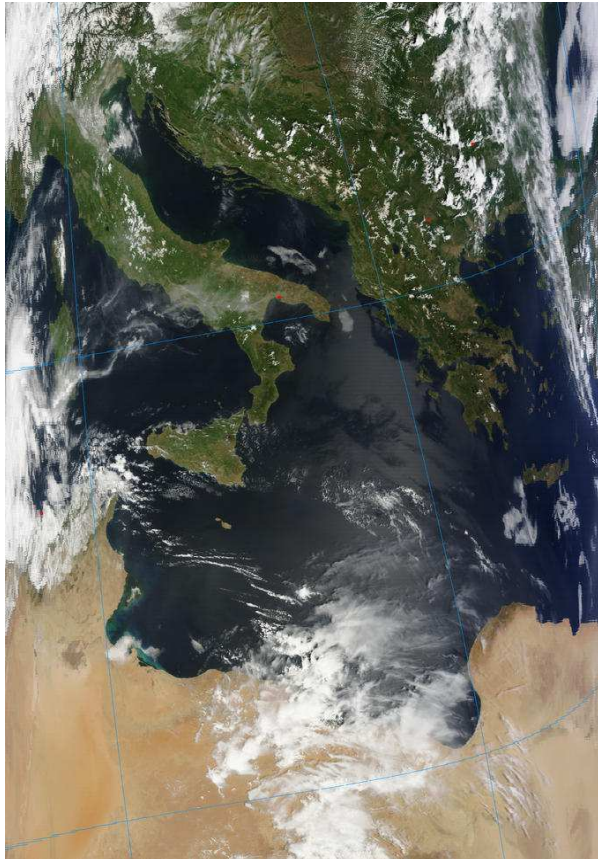
Sat. NOAA 29/03/13



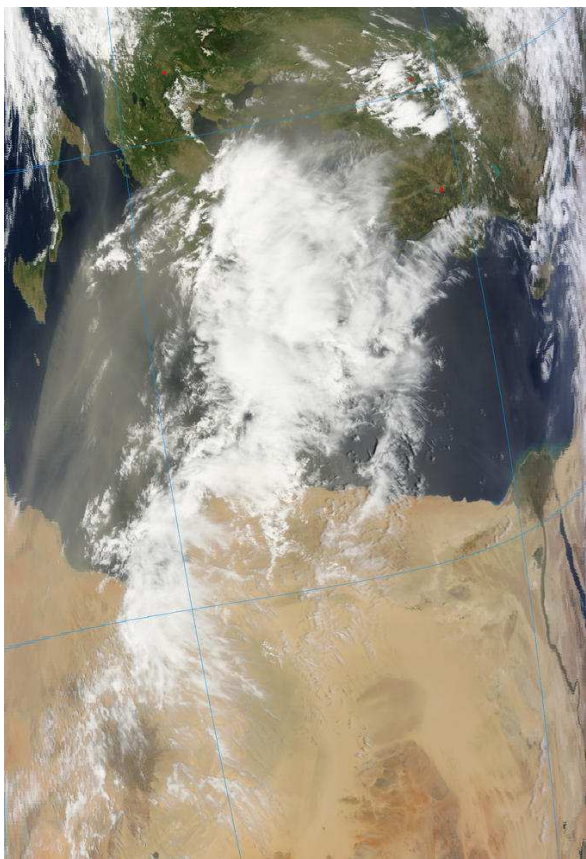
Sat. NOAA 30/04/13



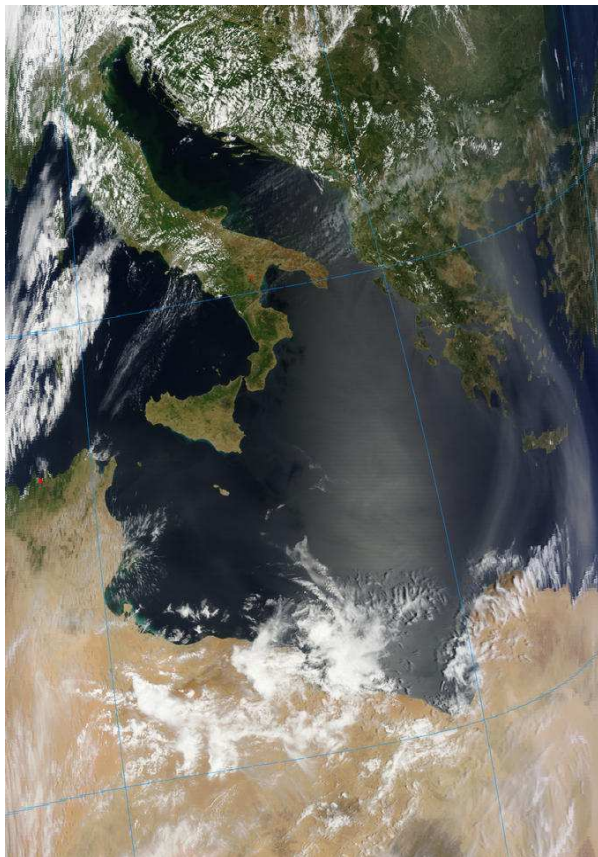
Sat. Noaa 04/05/13



Sat. Noaa 17/05/13



Sat. Noaa 20/05/13

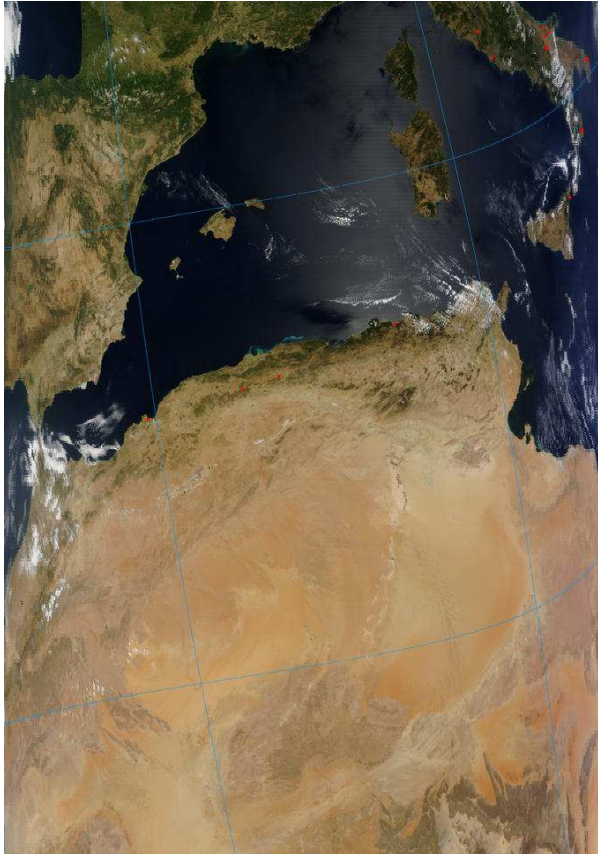


Sat. Noaa 22/05/13

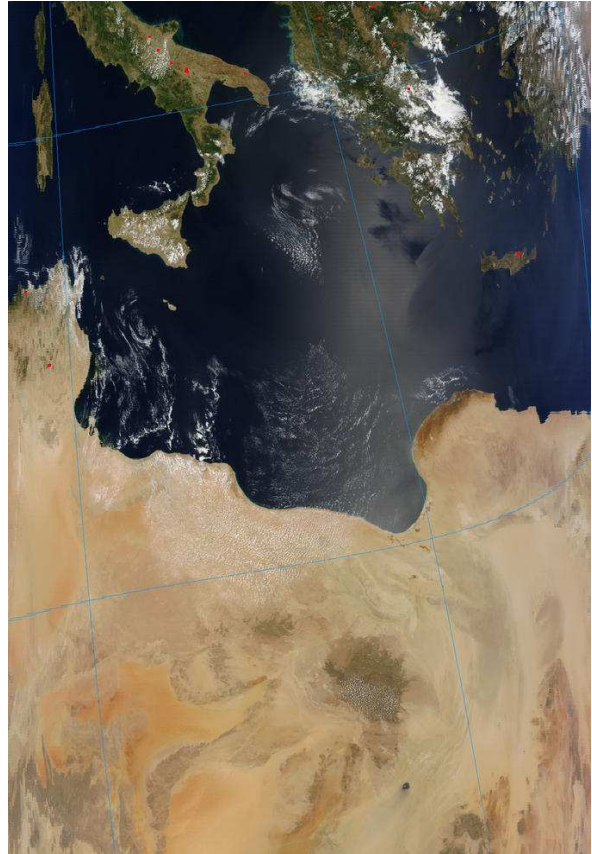


Sat. Noaa 31/07/13

Sat. Noaa 01/08/13



Sat. Noaa 02/08/13



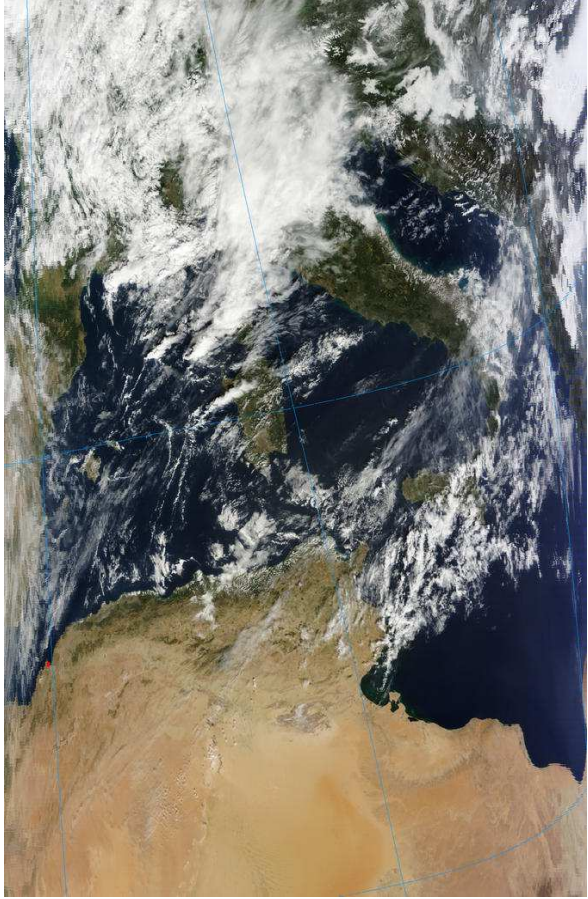
Sat. Noaa 03/08/13



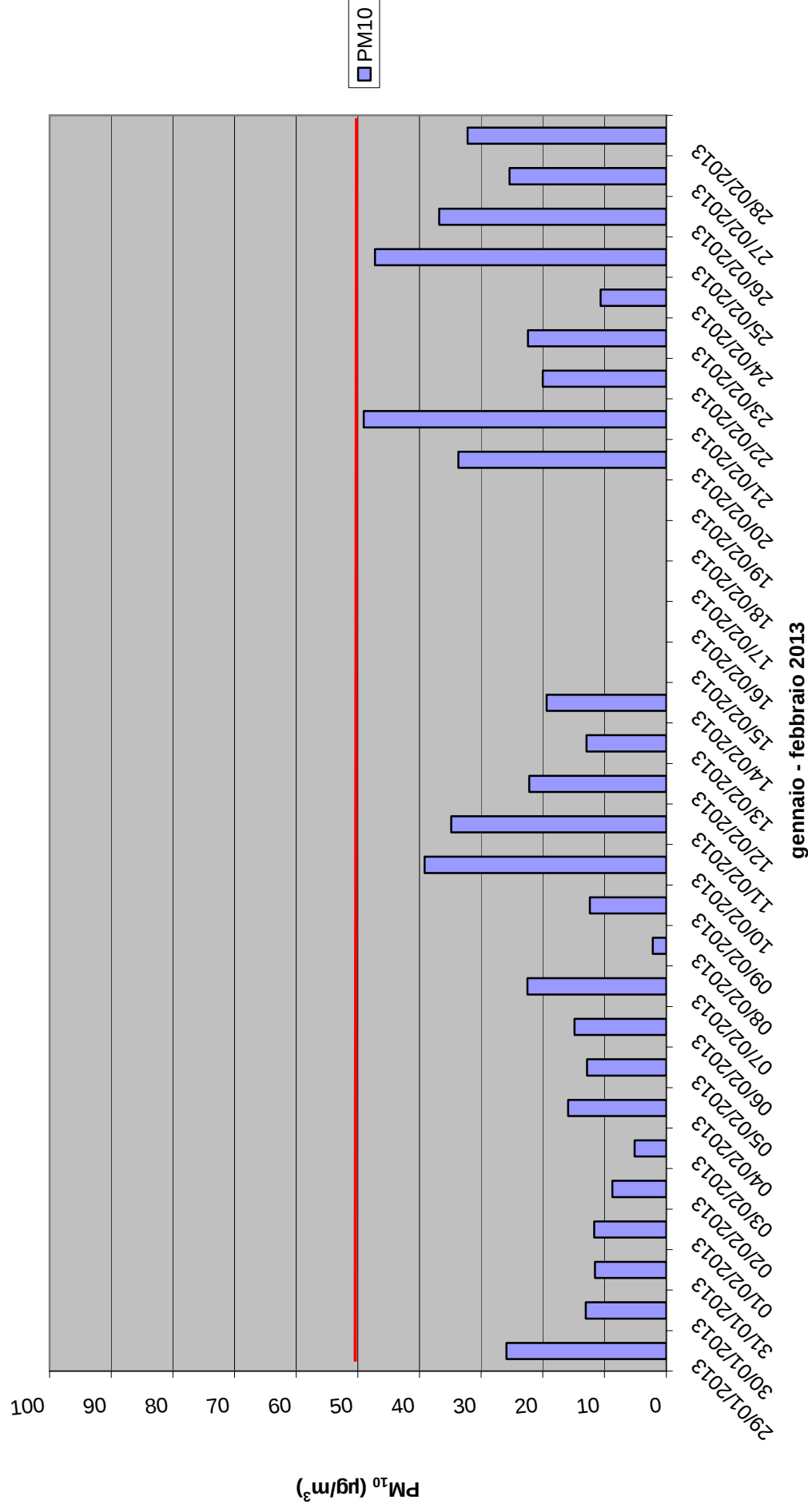
Sat. Noaa 04/08/13



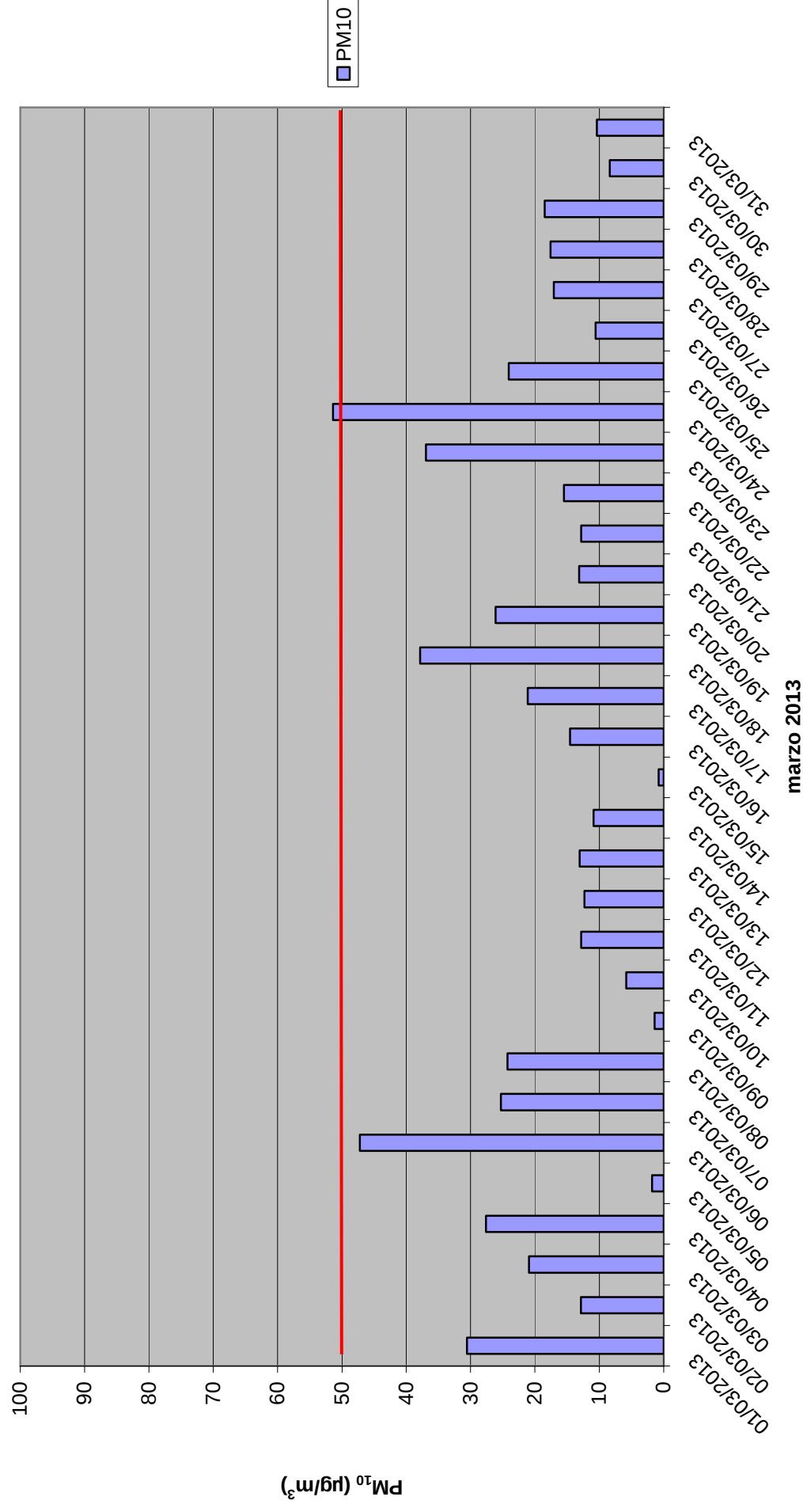
Sat . Noaa 14/10/13



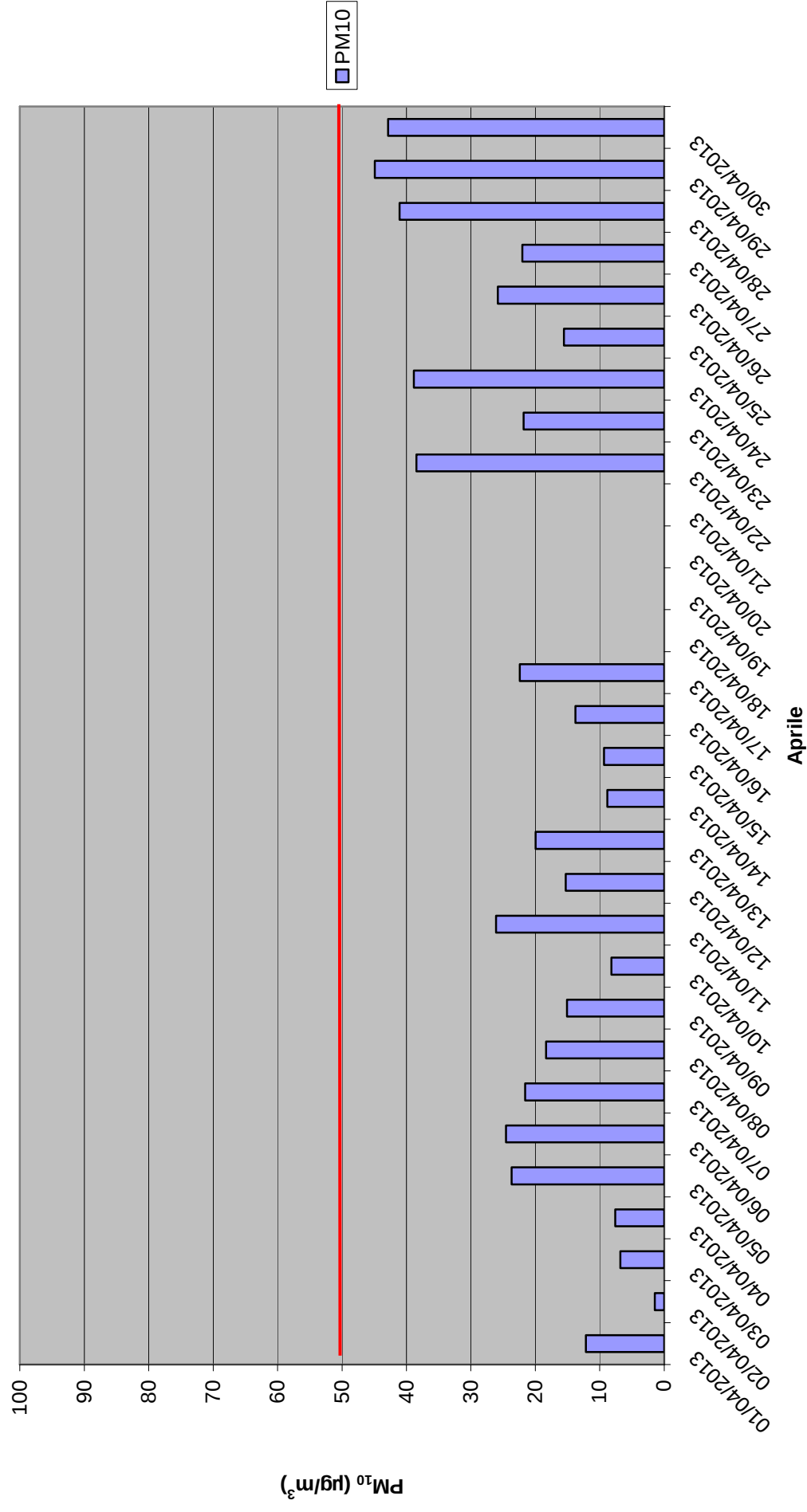
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



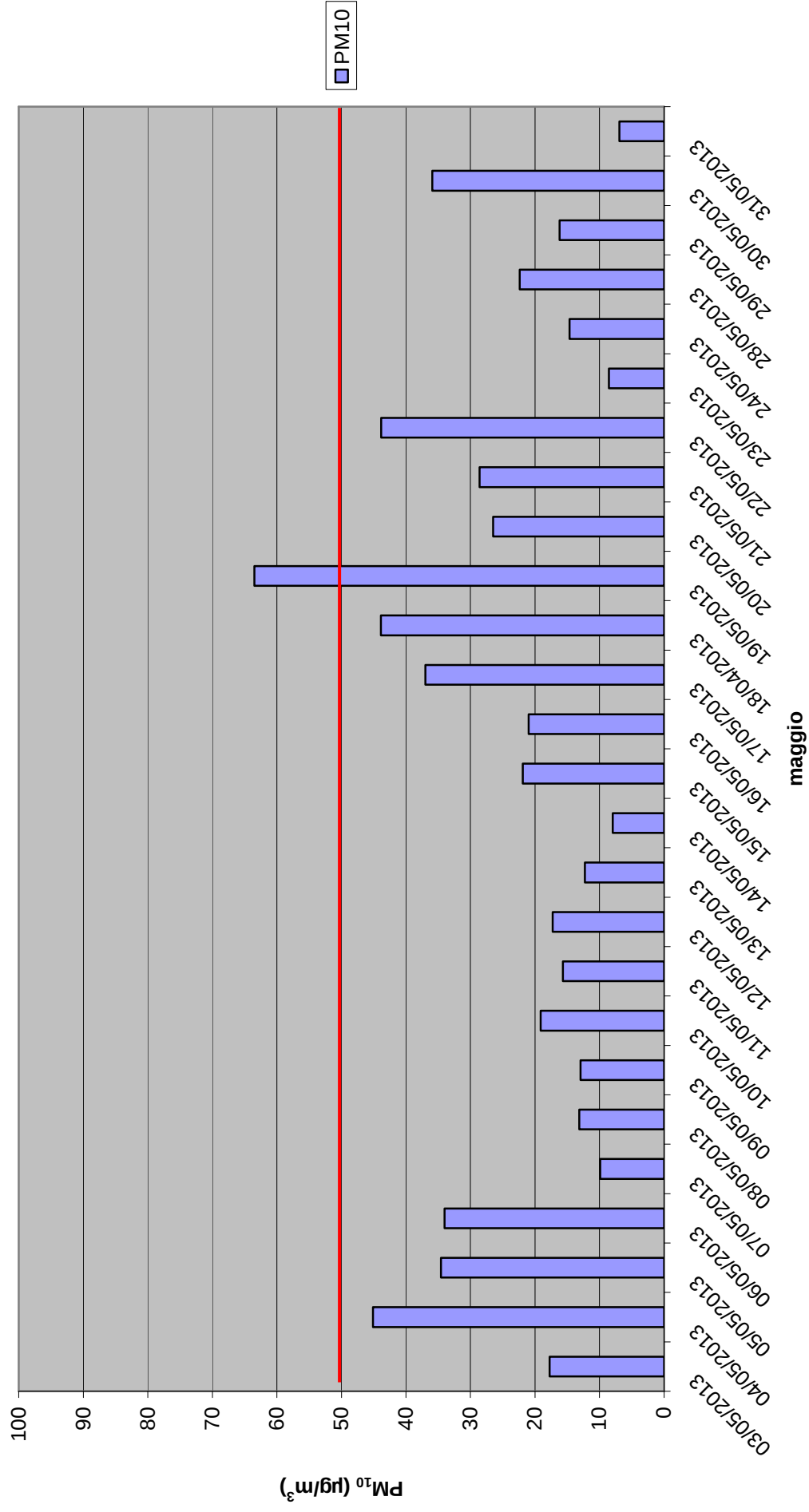
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



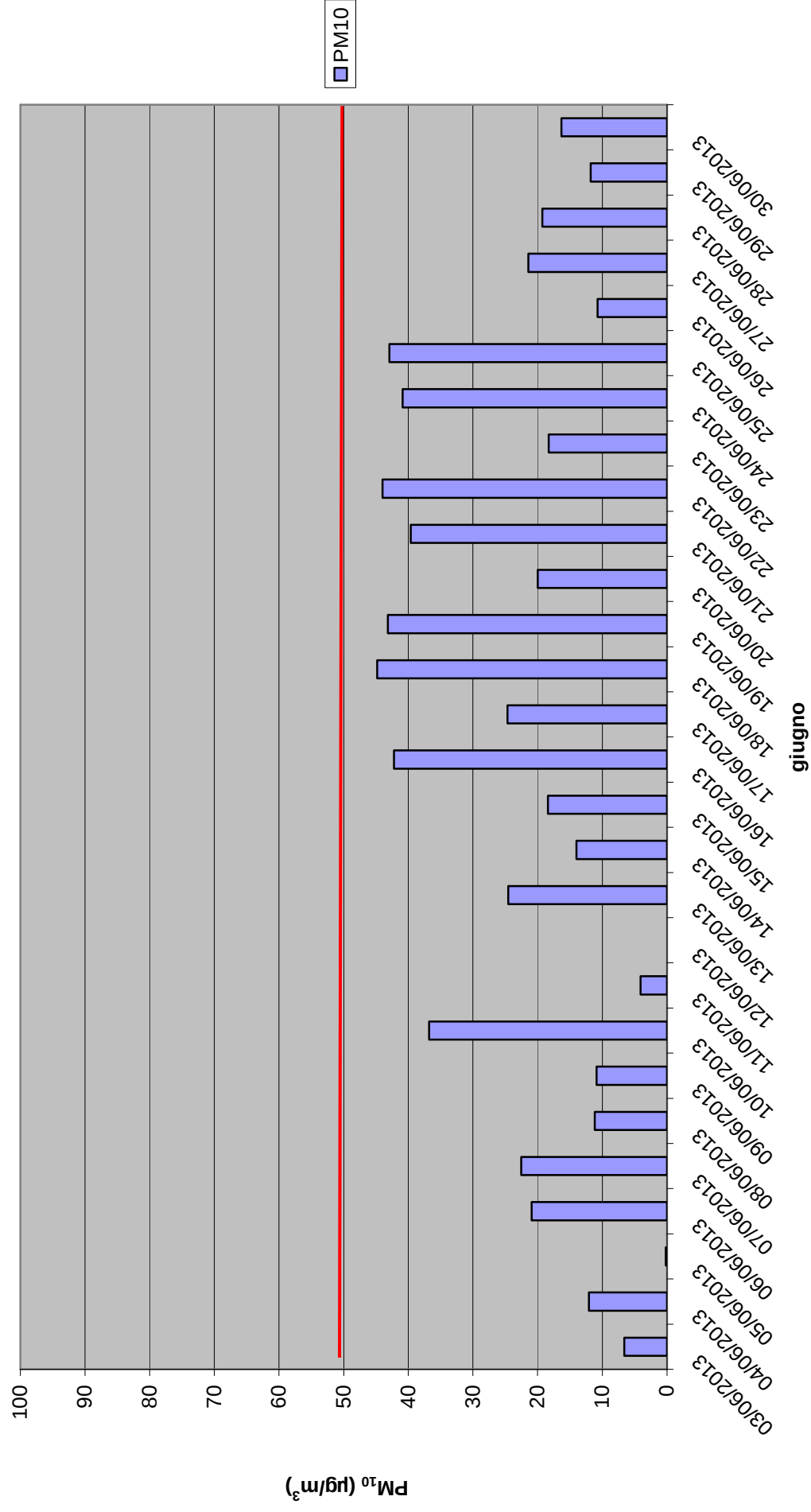
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



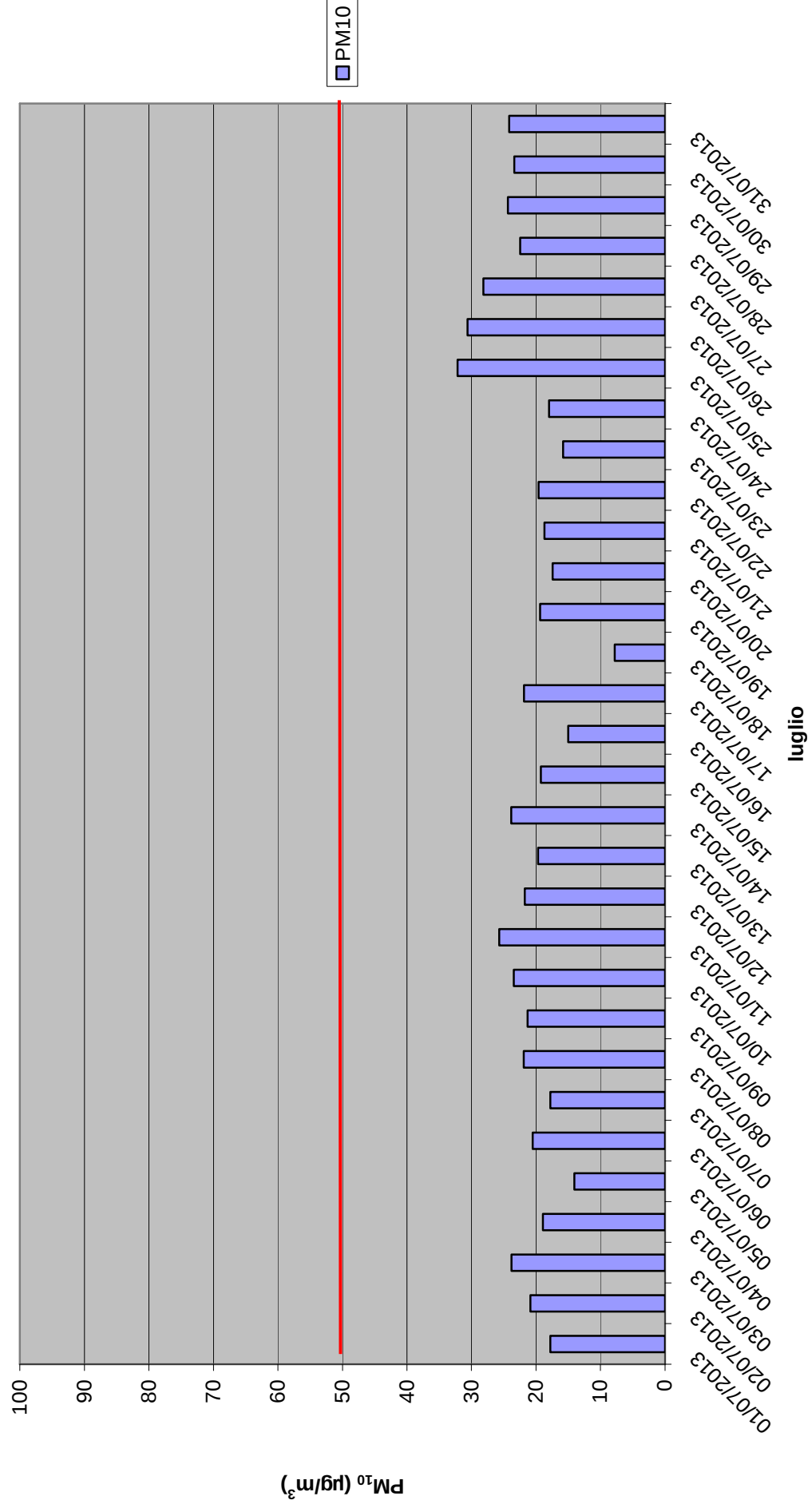
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



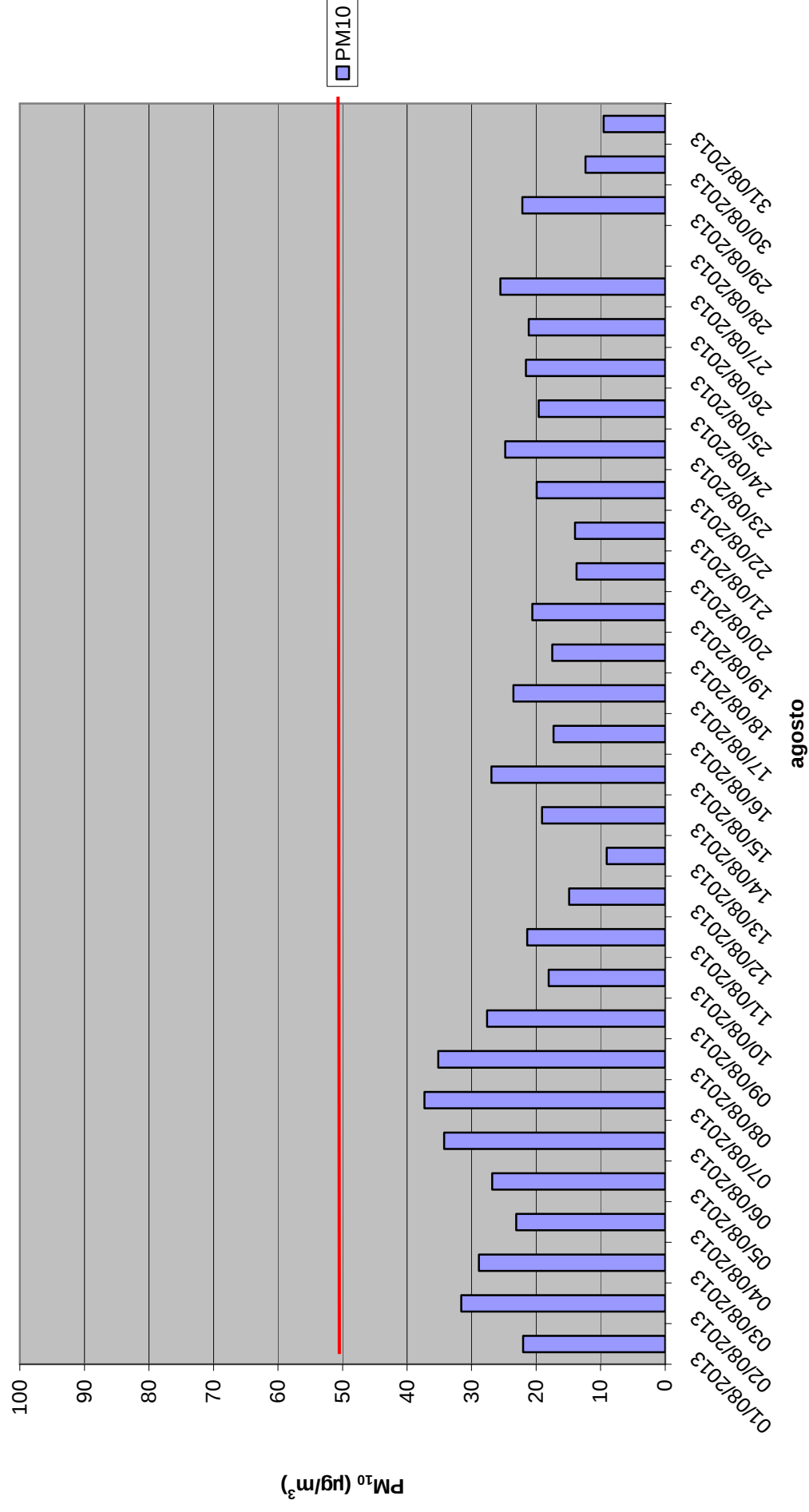
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



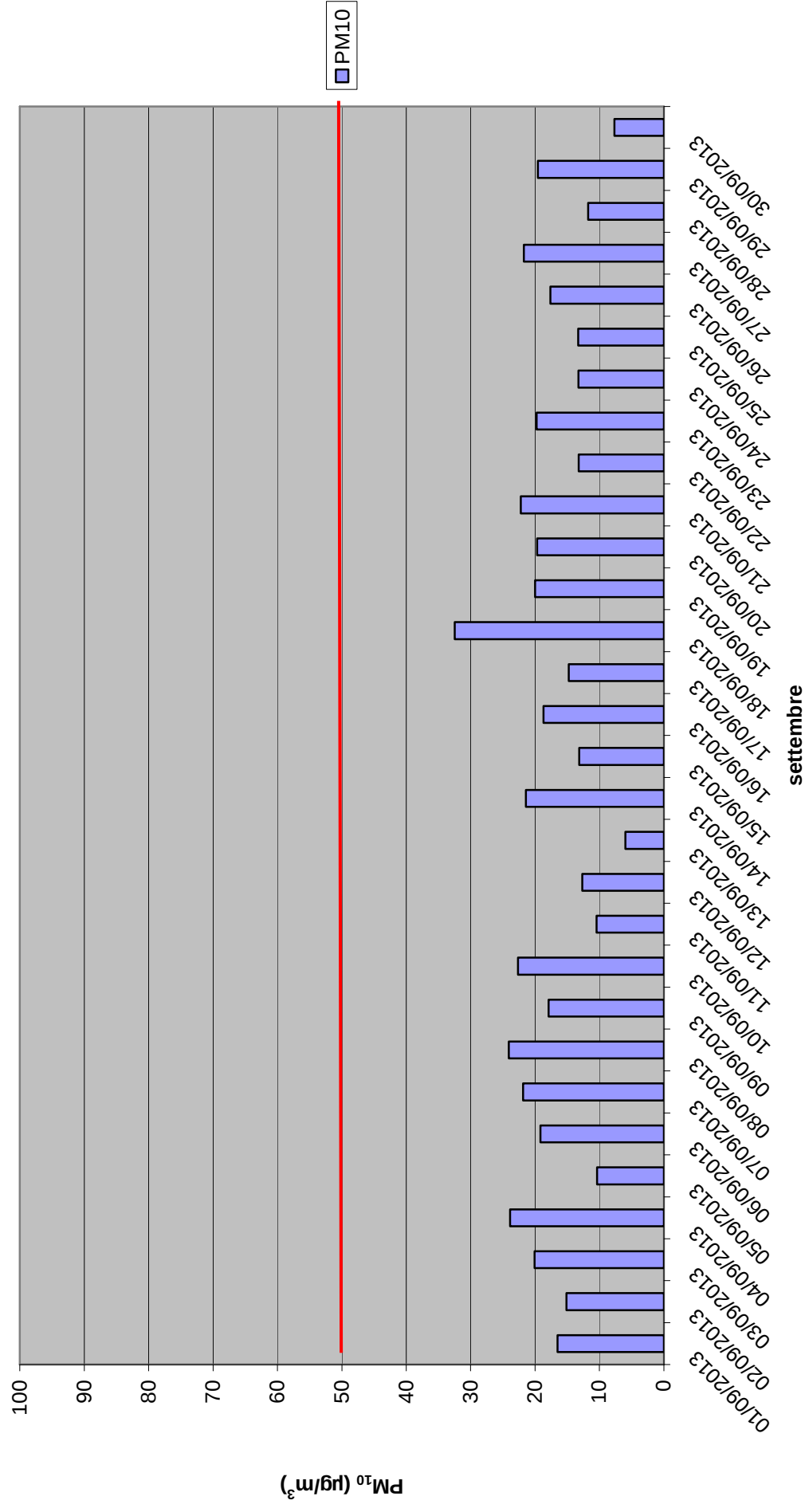
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



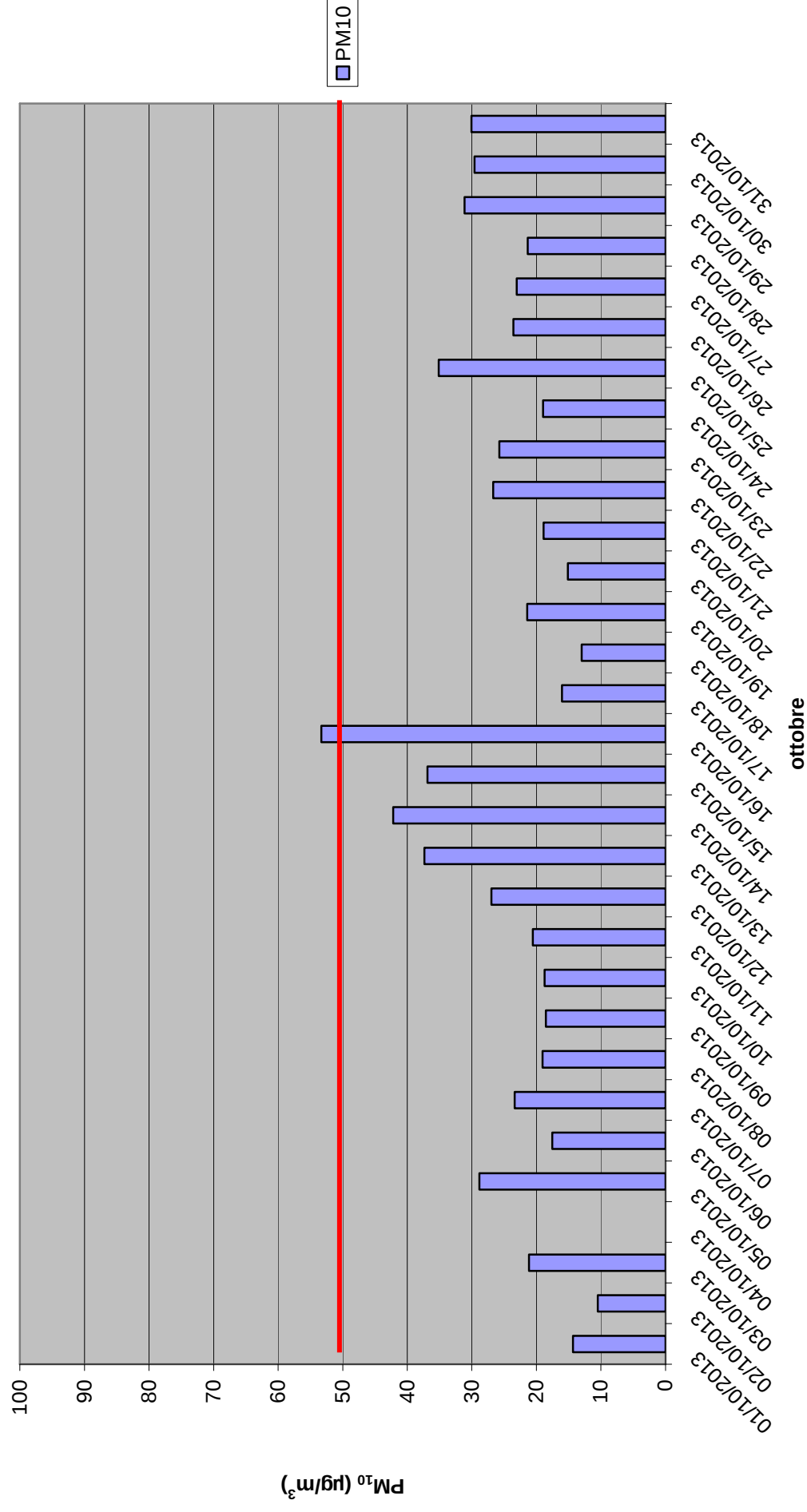
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



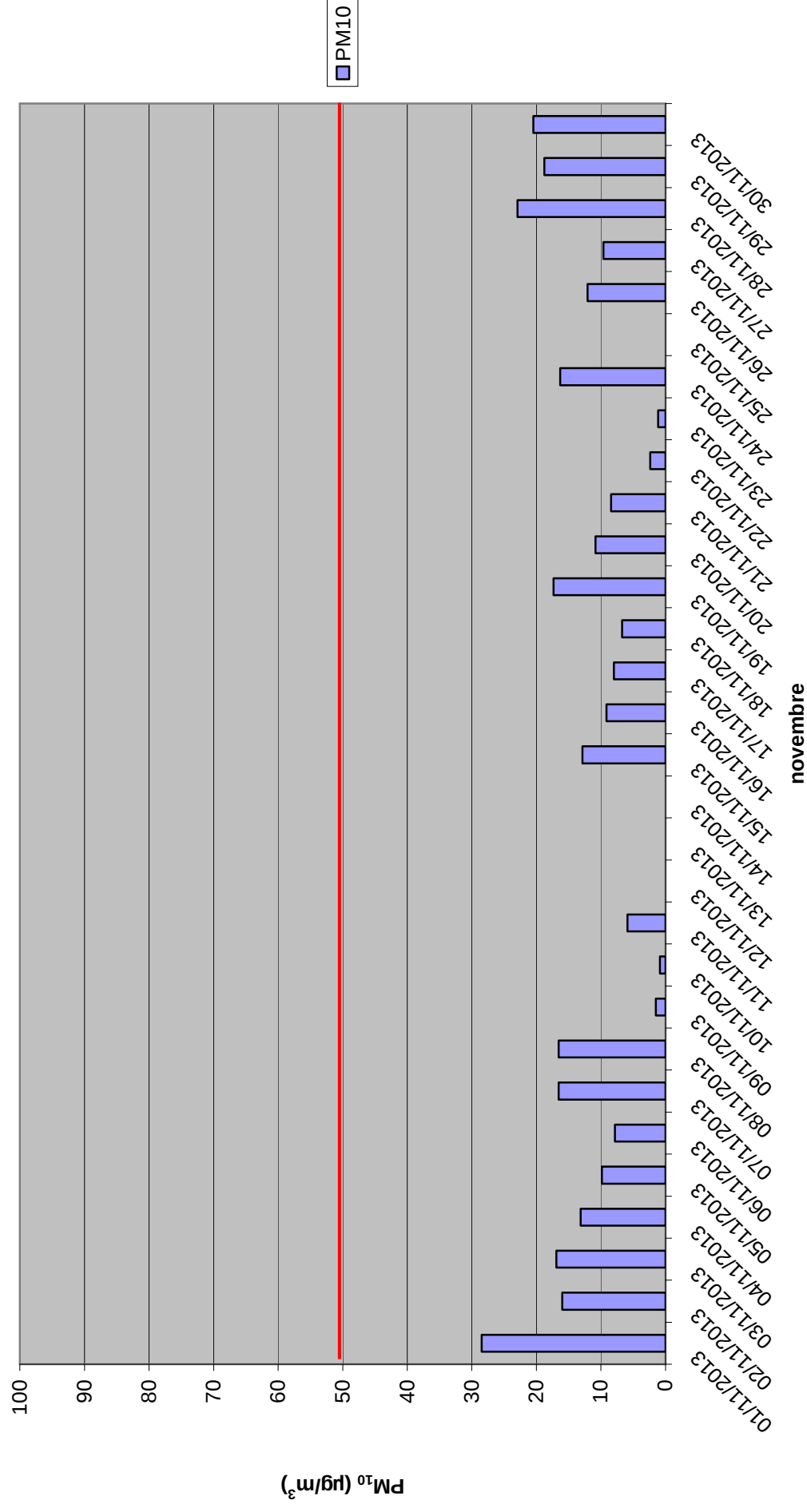
PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza



PM₁₀ - Piazza Vittorio Emanuele - Potenza

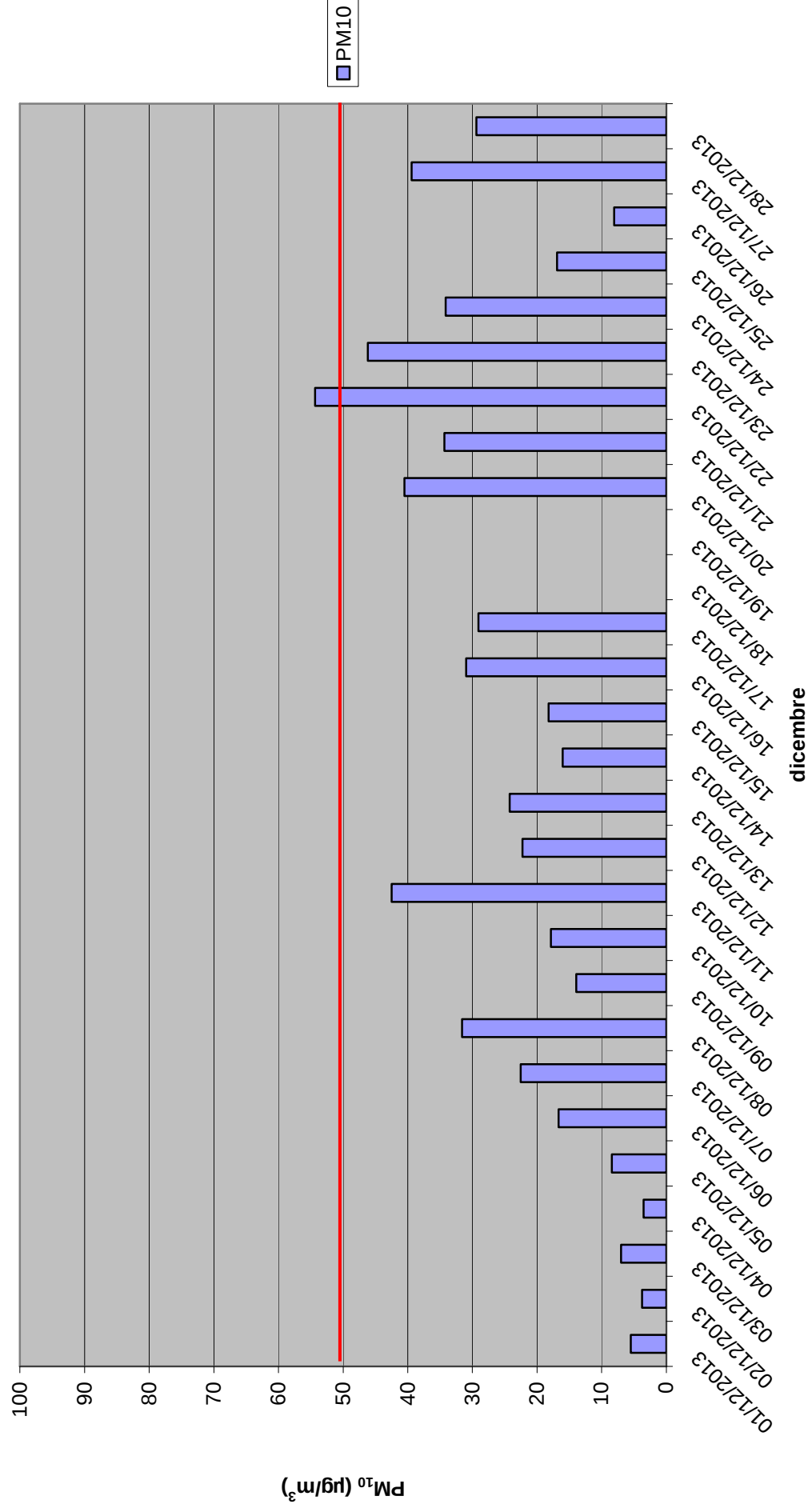


Tabelle 1-6: concentrazione PM₁₀ anno 2013

Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)
30/01/2013	13	14/02/2013	19	01/03/2013	31	17/03/2013	21
31/01/2013	13	15/02/2013	N.F.	02/03/2013	13	18/03/2013	38
01/02/2013	12	16/02/2013	N.F.	03/03/2013	21	19/03/2013	26
02/02/2013	9	17/02/2013	N.F.	04/03/2013	28	20/03/2013	13
03/02/2013	5	18/02/2013	N.F.	05/03/2013	2	21/03/2013	13
04/02/2013	16	19/02/2013	N.F.	06/03/2013	47	22/03/2013	15
05/02/2013	13	20/02/2013	34	07/03/2013	25	23/03/2013	37
06/02/2013	15	21/02/2013	49	08/03/2013	24	24/03/2013	51
07/02/2013	23	22/02/2013	20	09/03/2013	1	25/03/2013	24
08/02/2013	2	23/02/2013	22	10/03/2013	6	26/03/2013	11
09/02/2013	12	24/02/2013	11	11/03/2013	13	27/03/2013	17
10/02/2013	39	25/02/2013	47	12/03/2013	12	28/03/2013	18
11/02/2013	35	26/02/2013	37	13/03/2013	13	29/03/2013	18
12/02/2013	22	27/02/2013	25	14/03/2013	11	30/03/2013	8
13/02/2013	13	28/02/2013	32	15/03/2013	1	31/03/2013	10
				16/03/2013	15		

Tabella 1

N.F. = sistema non funzionante

Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)
01/04/2013	12	16/04/2013	14	01/05/2013	N.F.	16/05/2013	21
02/04/2013	1	17/04/2013	22	02/05/2013	N.F.	17/05/2013	37
03/04/2013	7	18/04/2013	N.F.	03/05/2013	18	18/04/2013	44
04/04/2013	8	19/04/2013	N.F.	04/05/2013	45	19/05/2013	64
05/04/2013	24	20/04/2013	N.F.	05/05/2013	35	20/05/2013	26
06/04/2013	25	21/04/2013	N.F.	06/05/2013	34	21/05/2013	29
07/04/2013	22	22/04/2013	38	07/05/2013	10	22/05/2013	44
08/04/2013	18	23/04/2013	22	08/05/2013	13	23/05/2013	9
09/04/2013	15	24/04/2013	39	09/05/2013	13	24/05/2013	15
10/04/2013	8	25/04/2013	16	10/05/2013	19	25/05/2013	N.F.
11/04/2013	26	26/04/2013	26	11/05/2013	16	26/05/2013	N.F.
12/04/2013	15	27/04/2013	22	12/05/2013	17	27/05/2013	N.F.
13/04/2013	20	28/04/2013	41	13/05/2013	12	28/05/2013	22
14/04/2013	9	29/04/2013	45	14/05/2013	8	29/05/2013	16
15/04/2013	9	30/04/2013	43	15/05/2013	22	30/05/2013	36
						31/05/2013	7

Tabella 2

N.F. = sistema non funzionante

Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)
01/06/2013	N.F.	16/06/2013	42	01/07/2013	18	17/07/2013	22
02/06/2013	N.F.	17/06/2013	25	02/07/2013	21	18/07/2013	8
03/06/2013	7	18/06/2013	45	03/07/2013	24	19/07/2013	19
04/06/2013	12	19/06/2013	43	04/07/2013	19	20/07/2013	17
05/06/2013	N.F.	20/06/2013	20	05/07/2013	14	21/07/2013	19
06/06/2013	21	21/06/2013	40	06/07/2013	20	22/07/2013	20
07/06/2013	23	22/06/2013	44	07/07/2013	18	23/07/2013	16
08/06/2013	11	23/06/2013	18	08/07/2013	22	24/07/2013	18
09/06/2013	11	24/06/2013	41	09/07/2013	21	25/07/2013	32
10/06/2013	37	25/06/2013	43	10/07/2013	23	26/07/2013	31
11/06/2013	4	26/06/2013	11	11/07/2013	26	27/07/2013	28
12/06/2013	N.F.	27/06/2013	21	12/07/2013	22	28/07/2013	22
13/06/2013	25	28/06/2013	19	13/07/2013	20	29/07/2013	24
14/06/2013	14	29/06/2013	12	14/07/2013	24	30/07/2013	23
15/06/2013	18	30/06/2013	16	15/07/2013	19	31/07/2013	24
				16/07/2013	15		

Tabella 3

N.F. = sistema non funzionante

Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)
01/08/2013	22	17/08/2013	24	01/09/2013	16	17/09/2013	15
02/08/2013	32	18/08/2013	18	02/09/2013	15	18/09/2013	32
03/08/2013	29	19/08/2013	21	03/09/2013	20	19/09/2013	20
04/08/2013	23	20/08/2013	14	04/09/2013	24	20/09/2013	20
05/08/2013	27	21/08/2013	14	05/09/2013	10	21/09/2013	22
06/08/2013	34	22/08/2013	20	06/09/2013	19	22/09/2013	13
07/08/2013	37	23/08/2013	25	07/09/2013	22	23/09/2013	20
08/08/2013	35	24/08/2013	20	08/09/2013	24	24/09/2013	13
09/08/2013	28	25/08/2013	22	09/09/2013	18	25/09/2013	13
10/08/2013	18	26/08/2013	21	10/09/2013	23	26/09/2013	18
11/08/2013	21	27/08/2013	26	11/09/2013	10	27/09/2013	22
12/08/2013	15	28/08/2013	N.F.	12/09/2013	13	28/09/2013	12
13/08/2013	9	29/08/2013	22	13/09/2013	6	29/09/2013	20
14/08/2013	19	30/08/2013	12	14/09/2013	21	30/09/2013	8
15/08/2013	27	31/08/2013	10	15/09/2013	13		
16/08/2013	17			16/09/2013	19		

Tabella 4

N.F. = sistema non funzionante

Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)
01/10/2013	14	17/10/2013	16	01/11/2013	28	17/11/2013	8
02/10/2013	10	18/10/2013	13	02/11/2013	16	18/11/2013	7
03/10/2013	21	19/10/2013	21	03/11/2013	17	19/11/2013	17
04/10/2013	N.F.	20/10/2013	15	04/11/2013	13	20/11/2013	11
05/10/2013	29	21/10/2013	19	05/11/2013	10	21/11/2013	8
06/10/2013	18	22/10/2013	27	06/11/2013	8	22/11/2013	2
07/10/2013	23	23/10/2013	26	07/11/2013	17	23/11/2013	1
08/10/2013	19	24/10/2013	19	08/11/2013	17	24/11/2013	16
09/10/2013	19	25/10/2013	35	09/11/2013	1	25/11/2013	N.F.
10/10/2013	19	26/10/2013	24	10/11/2013	1	26/11/2013	12
11/10/2013	21	27/10/2013	23	11/11/2013	6	27/11/2013	10
12/10/2013	27	28/10/2013	21	12/11/2013	N.F.	28/11/2013	23
13/10/2013	37	29/10/2013	31	13/11/2013	N.F.	29/11/2013	19
14/10/2013	42	30/10/2013	30	14/11/2013	N.F.	30/11/2013	20
15/10/2013	37	31/10/2013	30	15/11/2013	13		
16/10/2013	53			16/11/2013	9		

Tabella 5

N.F. = sistema non funzionante

Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)	Data di campionamento	Concentrazione PM ₁₀ (µg/m ³)
01/12/2013	5	17/12/2013	29
02/12/2013	4	18/12/2013	N.F.
03/12/2013	7	19/12/2013	N.F.
04/12/2013	4	20/12/2013	41
05/12/2013	8	21/12/2013	34
06/12/2013	17	22/12/2013	54
07/12/2013	23	23/12/2013	46
08/12/2013	32	24/12/2013	34
09/12/2013	14	25/12/2013	17
10/12/2013	18	26/12/2013	8
11/12/2013	42	27/12/2013	39
12/12/2013	22	28/12/2013	29
13/12/2013	24	29/12/2013	N.F.
14/12/2013	16	30/12/2013	N.F.
15/12/2013	18	31/12/2013	N.F.
16/12/2013	31		

Tabella 6

N.F. = sistema non funzionante

Tabella 7: Metalli e metalloidi nella frazione PM₁₀

PARAMETRI		ALLUMINIO	VANADIO	CROMO	MANGANESE	FERRO	RAME	ZINCO	NICHEL	ARSENICO	CADMIO	PIOMBO
UNITÀ DI MISURA		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
L.D.A.		59	0,2	14	2	209	14	89	5	0,5	0,2	0,002
Data di campionamento	05/02/13	850	1,7	< L.D.A.	4	280	13	< L.D.A.	9	< L.D.A.	< L.D.A.	0,004
	06/02/13	320	0,9	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	07/02/13	364	0,9	< L.D.A.	18	652	18	543	< L.D.A.	< L.D.A.	0,7	0,084
	08/02/13	74	0,2	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,007
	23/02/13	180	0,7	< L.D.A.	5	< L.D.A.	18	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	24/02/13	220	0,7	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	25/02/13	602	1,5	< L.D.A.	109	1878	61	3157	7	1,1	3,3	0,498
	26/02/13	402	1,5	< L.D.A.	113	2263	74	3833	9	1,5	4,1	0,552
	27/02/13	150	0,9	< L.D.A.	7	217	< L.D.A.	< L.D.A.	7	< L.D.A.	< L.D.A.	0,007
	28/02/13	261	1,1	< L.D.A.	9	324	< L.D.A.	< L.D.A.	9	< L.D.A.	0,2	0,017
	08/03/13	748	1,8	< L.D.A.	36	1086	23	711	< L.D.A.	< L.D.A.	0,9	0,161
	10/03/13	68	1,1	< L.D.A.	2	< L.D.A.	14	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	12/03/13	100	1,1	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	7	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	14/03/13	< L.D.A.	0,2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	16/03/13	77	0,5	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	25/03/13	623	2,0	< L.D.A.	36	920	23	759	7	< L.D.A.	1,1	0,153
	27/03/13	98	1,1	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	7	< L.D.A.	< L.D.A.	0,010
	29/03/13	173	1,4	< L.D.A.	39	664	20	686	9	< L.D.A.	0,9	0,148
	31/03/13	75	0,7	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002

PARAMETRI		ALLUMINIO	VANADIO	CROMO	MANGANESE	FERRO	RAME	ZINCO	NICHEL	ARSENICO	CADMIO	PIOMBO
UNITÀ DI MISURA		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
Data di campionamento	02/04/13	75	0,7	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	09/04/13	182	3,6	< L.D.A.	5	211	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,007
	10/04/13	184	1,6	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	11/04/13	130	2,7	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	12/04/13	139	4,1	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	13/04/13	86	2,0	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	25/04/13	191	1,4	< L.D.A.	5	232	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	27/04/13	609	1,8	< L.D.A.	20	702	< L.D.A.	205	< L.D.A.	< L.D.A.	0,5	0,039
	30/04/13	1281	3,8	< L.D.A.	19	1150	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,006
	04/05/13	1900	3,6	< L.D.A.	52	1366	16	314	< L.D.A.	< L.D.A.	0,5	0,064
	11/05/13	220	2,5	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	14/05/13	109	0,5	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	17/05/13	927	3,0	< L.D.A.	11	689	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	20/05/13	148	2,3	< L.D.A.	34	768	18	984	< L.D.A.	< L.D.A.	1,4	0,236
	22/05/13	900	3,6	< L.D.A.	93	1473	32	3470	5	< L.D.A.	3,4	0,591
	23/05/13	148	0,7	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	29/05/13	234	1,8	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	04/06/13	129	0,4	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	06/06/13	95	1,4	< L.D.A.	20	484	< L.D.A.	377	< L.D.A.	< L.D.A.	0,5	0,068
	10/06/13	293	2,9	< L.D.A.	5	248	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	13/06/13	232	0,5	< L.D.A.	9	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	15/06/13	423	3,2	< L.D.A.	7	255	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005

PARAMETRI		ALLUMINIO	VANADIO	CROMO	MANGANESE	FERRO	RAME	ZINCO	NICHEL	ARSENICO	CADMIO	PIOMBO
UNITÀ DI MISURA		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
Data di campionamento	17/06/13	329	2,4	< L.D.A.	29	607	19	319	< L.D.A.	< L.D.A.	0,2	0,043
	23/06/13	343	2,6	< L.D.A.	7	305	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	26/06/13	136	0,5	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,007
	29/06/13	93	1,1	< L.D.A.	11	245	< L.D.A.	252	< L.D.A.	< L.D.A.	0,2	0,032
	02/07/13	214	1,1	< L.D.A.	7	284	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	03/07/13	524	3,1	< L.D.A.	7	338	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	04/07/13	159	2,0	< L.D.A.	7	257	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	11/07/13	205	1,8	< L.D.A.	9	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,009
	13/07/13	150	3,1	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	14/07/13	200	3,1	< L.D.A.	10	314	< L.D.A.	157	< L.D.A.	< L.D.A.	0,2	0,033
	15/07/13	145	1,1	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	29/07/13	271	3,8	< L.D.A.	7	269	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	30/07/13	319	3,1	< L.D.A.	7	286	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	31/07/13	410	1,4	< L.D.A.	12	374	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,010
	01/08/13	312	1,4	< L.D.A.	19	374	< L.D.A.	110	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,024
	02/08/13	331	1,2	< L.D.A.	19	502	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,014
	09/08/13	855	3,3	< L.D.A.	36	876	19	340	< L.D.A.	0,5	0,5	0,045
	13/08/13	276	2,4	< L.D.A.	7	252	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	17/08/13	229	1,0	< L.D.A.	7	343	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	19/08/13	188	2,1	< L.D.A.	5	243	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	29/08/13	292	1,2	< L.D.A.	15	365	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,004
	01/09/13	134	0,7	< L.D.A.	7	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005

PARAMETRI		ALLUMINIO	VANADIO	CROMO	MANGANESE	FERRO	RAME	ZINCO	NICHEL	ARSENICO	CADMIO	PIOMBO
UNITÀ DI MISURA		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
Data di campionamento	04/09/13	189	7,3	< L.D.A.	16	466	< L.D.A.	173	< L.D.A.	< L.D.A.	0,5	0,039
	05/09/13	193	1,0	< L.D.A.	7	298	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	06/09/13	134	0,9	< L.D.A.	18	364	< L.D.A.	245	< L.D.A.	< L.D.A.	0,2	0,039
	09/09/13	500	3,0	< L.D.A.	7	352	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,007
	12/09/13	73	0,9	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	15/09/13	< L.D.A.	1,6	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	17/09/13	80	0,9	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	20/09/13	116	1,1	< L.D.A.	36	761	23	432	< L.D.A.	< L.D.A.	0,5	0,089
	24/09/13	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	25/09/13	184	2,7	< L.D.A.	7	284	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	27/09/13	191	3,4	< L.D.A.	5	216	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	29/09/13	436	2,1	< L.D.A.	7	357	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,007
	11/10/13	423	2,0	< L.D.A.	7	305	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	12/10/13	850	1,8	< L.D.A.	50	1341	23	175	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,052
	13/10/13	1848	3,6	< L.D.A.	36	1527	25	166	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,043
	14/10/13	1307	4,1	< L.D.A.	39	1514	23	302	< L.D.A.	0,5	0,5	0,068
	15/10/13	955	4,5	< L.D.A.	16	873	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,023
	16/10/13	198	2,3	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	22/10/13	309	2,3	< L.D.A.	23	759	25	207	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,039
	23/10/13	536	2,3	< L.D.A.	9	577	18	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,007
	24/10/13	466	2,3	< L.D.A.	9	459	14	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	25/10/13	420	3,2	< L.D.A.	48	1325	39	557	< L.D.A.	0,7	0,7	0,111

PARAMETRI		ALLUMINIO	VANADIO	CROMO	MANGANESE	FERRO	RAME	ZINCO	NICHEL	ARSENICO	CADMIO	PIOMBO
UNITÀ DI MISURA		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
Data di campionamento	26/10/13	316	1,8	< L.D.A.	30	770	27	241	< L.D.A.	< L.D.A.	0,2	0,043
	01/11/13	239	4,1	< L.D.A.	7	361	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	02/11/13	159	2,0	< L.D.A.	5	230	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	03/11/13	125	1,6	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	04/11/13	102	1,6	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	05/11/13	141	0,9	< L.D.A.	5	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,005
	06/11/13	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	2	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	26/11/13	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.
	27/11/13	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	15	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,011
	28/11/13	< L.D.A.	0,4	< L.D.A.	83	1026	22	396	< L.D.A.	0,4	0,2	0,065
	29/11/13	70	1,5	< L.D.A.	96	570	17	252	< L.D.A.	< L.D.A.	0,2	0,043
	30/11/13	< L.D.A.	0,9	< L.D.A.	39	500	< L.D.A.	178	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,041
	06/12/13	109	2,0	20	9	291	20	< L.D.A.	28	< L.D.A.	< L.D.A.	0,002
	08/12/13	126	1,1	28	28	587	15	< L.D.A.	28	< L.D.A.	< L.D.A.	0,011
	11/12/13	215	1,1	< L.D.A.	11	333	15	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,004
	14/12/13	98	2,0	< L.D.A.	4	230	13	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,004
	16/12/13	224	2,0	< L.D.A.	7	313	< L.D.A.	< L.D.A.	4	< L.D.A.	< L.D.A.	0,004
	24/12/13	239	1,5	< L.D.A.	13	704	35	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	0,009
	25/12/13	113	5,0	< L.D.A.	109	< L.D.A.	< L.D.A.	< L.D.A.	22	4,3	0,4	0,004
	26/12/13	234	10,5	< L.D.A.	155	216	< L.D.A.	91	45	8,9	0,7	0,007

L.D.A. = Limite di Determinazione Analitica

Tabella 8: Valori medi, massimi e minimi per i metalli e metalloidi misurati nella frazione PM₁₀

PARAMETRI	ALLUMINIO	VANADIO	CROMO	MANGANESE	FERRO	RAME	ZINCO	NICHEL	ARSENICO	CADMIO	PIOMBO
UNITÀ DI MISURA	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	µg/m ³
Valore Medio⁽¹⁾	307	2,0	7	18	419	12	219	4	0,4	0,3	0,036
Valore Massimo	1900	10,5	28	155	2263	74	3833	45	8,9	4,1	0,591
Valore Minimo	68	0,2	20	2	211	13	91	4	0,4	0,2	0,002

(¹) Per il calcolo del valore medio, ai valori < L.D.A. è stato sostituito il valore pari alla metà del L.D.A.