

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA CITTÀ DI AOSTA

PM10 E METALLI PESANTI

AGGIORNAMENTO A GIUGNO 2013

1. Polveri PM10

Si definisce PM10 il particolato sospeso in atmosfera che ha un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Il particolato ha effetti diversi sulla salute umana a seconda della composizione chimica e delle dimensioni delle particelle. Per questo motivo la legislazione ha preso in considerazione la misura selettiva del PM10, stabilendo per essa specifici valori di riferimento di concentrazione.

Più le particelle sono fini più i tempi di permanenza in atmosfera diventano lunghi e possono, quindi, essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione.

Il particolato può veicolare sulla sua superficie altri inquinanti come ad esempio metalli pesanti (piombo, cadmio, nichel, ecc.) e molecole complesse di idrocarburi (idrocarburi policiclici aromatici ad alto peso molecolare).

Il particolato PM10 in parte viene emesso in atmosfera tal quale (PM10 primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM10 secondario).

2. Metalli pesanti

Nell'aria ambiente, i metalli sono presenti come frazione del particolato. Sebbene i metalli rappresentino una frazione minima della massa del PM10¹, è fondamentale analizzare la loro presenza e concentrazione in aria perché l'esposizione prolungata può avere effetti tossici sulla salute umana.

Una caratteristica che li rende pericolosi è la tendenza, che hanno in comune agli inquinanti organici persistenti, di accumularsi in alcuni tessuti degli esseri viventi (bioaccumulo) provocando effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente in generale.

Le principali sorgenti di metalli pesanti nell'atmosfera di origine antropica sono i processi di combustione ed i processi industriali.

I metalli pesanti maggiormente rilevanti sotto il profilo tossicologico sono il cadmio, il nichel e l'arsenico, classificati dalla IARC (Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro) come cancerogeni per l'uomo.

¹ La concentrazione dei metalli si misura in ng/m³ (1 ng è pari a 1/1.000.000.000 grammi), mentre quella del PM10 in µg/m³ (1 µg è pari a 1/1.000.000 grammi); quindi, in massa, i metalli rappresentano una millesima parte della massa delle polveri PM10.

3. Limiti normativi

La normativa di riferimento italiana per la qualità dell'aria è il Decreto Legislativo 155/2010 che recepisce la direttiva dell'Unione Europea 2008/50/CE.

Per il PM10 essa prevede la valutazione di due parametri per i quali introduce un valore limite²:

- numero di giorni in un anno solare in cui la concentrazione media giornaliera è superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- media annuale delle concentrazioni medie giornaliere.

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
PM10	Valore limite per la protezione della salute umana	Media giornaliera	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Non più di 35 giorni all'anno
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Per quanto riguarda i metalli, il Dlgs 155/2010 prevede un valore limite per il piombo³ e valori obiettivo⁴ per arsenico, cadmio e nichel.

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
Pb	Valore limite	Media annuale	$500 \text{ng}/\text{m}^3$
As	Valore obiettivo	Media annuale	$6 \text{ng}/\text{m}^3$
Cd	Valore obiettivo	Media annuale	$5 \text{ng}/\text{m}^3$
Ni	Valore obiettivo	Media annuale	$20 \text{ng}/\text{m}^3$

4. Fonti di emissione di polveri e metalli pesanti nella città di Aosta

Le principali fonti di emissione di polveri nella città di Aosta sono costituite dal traffico, dal riscaldamento domestico e dallo stabilimento industriale Cogne Acciai Speciali (CAS).

Secondo i dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni⁵, la CAS contribuisce per circa il 40% alle emissioni complessive di polveri nella città di Aosta; la restante parte è attribuibile al traffico ed al riscaldamento domestico.

Le polveri emesse dalla CAS provengono principalmente dai processi di fusione e di affinazione dell'acciaio e sono caratterizzate da un contenuto di alcuni metalli (in particolare ferro, cromo, nichel, manganese e zinco) molto più elevato rispetto alle polveri emesse da traffico e

² Valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso (articolo 2, comma 1, lettera h del d.lgs. 155/2010)

³ Il limite per il piombo è un'eredità dei primi provvedimenti normativi di qualità dell'aria, che tenevano conto dell'inquinamento atmosferico provocato dall'utilizzo di benzina contenente piombo; a seguito della messa al bando della benzina al piombo, i livelli in aria di questo inquinante sono progressivamente diminuiti ed attualmente il piombo non rappresenta più una criticità per la qualità dell'aria.

⁴ Valore obiettivo: "livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita" (Dlgs. 155/2010)

⁵ L'Inventario Regionale delle Emissioni è una raccolta dei dati relativi alle emissioni degli inquinanti in atmosfera provenienti dalle diverse fonti presenti sul territorio (traffico, riscaldamento, industrie, trattamento rifiuti, agricoltura, allevamento, fonti naturali ecc.). Viene gestito e aggiornato continuamente dall'ARPA in collaborazione con l'istituto nazionale ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) secondo criteri armonizzati a livello nazionale ed europeo.

riscaldamento. La CAS, infatti, produce acciai inossidabili, principalmente acciai austenitici, caratterizzati da un contenuto in peso di cromo del 18-20% e di nichel del 8-10%.

Secondo i dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni, la CAS contribuisce per oltre il 90% alle emissioni di nichel e cromo nella città di Aosta (dati aggiornati a novembre 2012).

5. Siti di misura di PM10 e metalli pesanti in Aosta

Il monitoraggio del PM10 e dei metalli pesanti nella città di Aosta viene condotto in tre stazioni di misura (Figura 1):

- nella stazione Piazza Plouves, rappresentativa del fondo urbano⁶, in cui attualmente vengono misurati sia PM10 che metalli;
- nella stazione di via I Maggio, situata a ridosso dell'acciaieria CAS sul lato ovest dello stabilimento, considerata stazione di misura industriale⁷, in cui attualmente vengono misurati sia PM10 che metalli;
- nella stazione di Quartiere Dora, situata nella parte est della città di Aosta, classificata come stazione di fondo urbano, in cui attualmente viene misurato solo il PM10 (le misure di metalli sono state condotte dal 2006 al 2010).

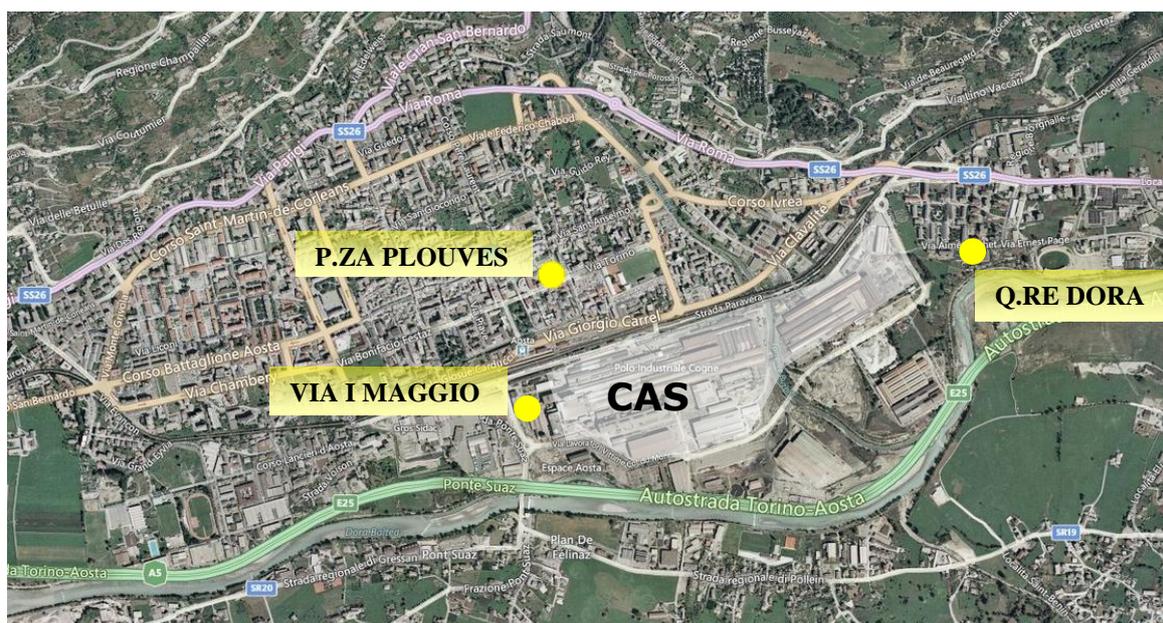


Figura 1 – Siti di monitoraggio di PM10 e metalli pesanti in qualità dell'aria nella città di Aosta. L'area in colore bianco è la superficie occupata dallo stabilimento Cogne Acciai Speciali (CAS)

Le misure di metalli in qualità dell'aria nella città di Aosta sono state avviate nell'anno 2000 nella stazione di Piazza Plouves, che costituisce il sito regionale con la serie storica di dati più estesa.

⁶ Le "stazioni di misurazione di fondo urbano" sono, secondo la definizione del Dlgs.155/2010, "stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni di 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".

⁷ Una stazione di misurazione industriale, secondo la definizione del Dlgs. 155/2010, è una "stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe" (Allegato III paragrafo 1 lettera d).

Nella stazione di Quartiere Dora le misure di metalli sono state condotte dal 2006 al 2010, riscontrando livelli di metalli confrontabili con quelli della stazione di Piazza Plouves, entrambe rappresentative del fondo urbano della città. Per tale motivo, a partire dal 2011 si è deciso di sospendere le misure di metalli nella stazione di Quartiere Dora, ritenendo che le informazioni relative alla presenza di metalli in tale zona della città potessero essere sufficientemente rappresentate dai valori rilevati nella stazione di Piazza Plouves.

A partire dal 2007 è stata attivata la stazione industriale di Via I Maggio, al fine di monitorare l'impatto ambientale delle emissioni dell'acciaieria CAS sulle concentrazioni di metalli in qualità dell'aria.

6. Valori di polveri PM10

Nel grafico seguente (Figura 2) vengono riportati i valori relativi alle medie annue di PM10 nelle tre stazioni di Aosta.

Per l'anno in corso vengono presi in considerazione i valori misurati fino al 21/06/2013.

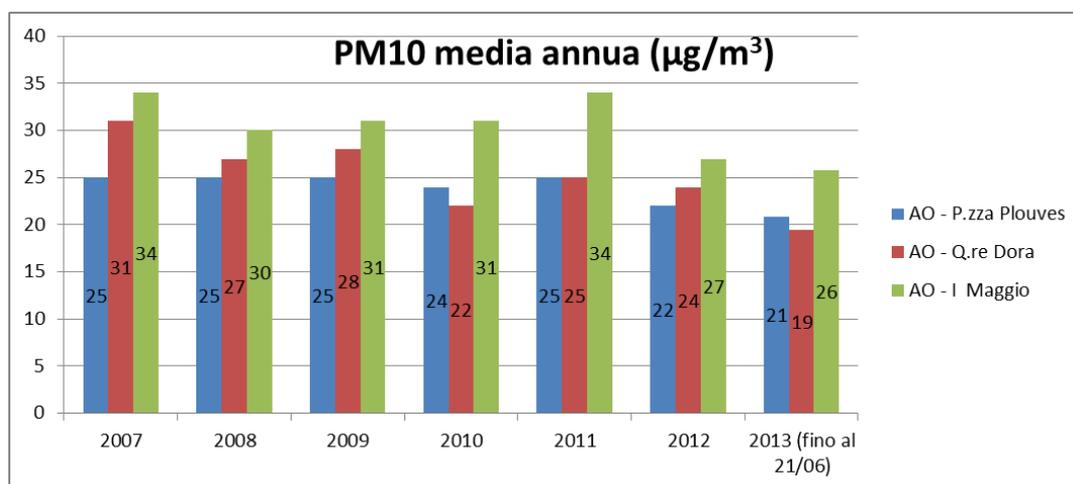


Figura 2 – Valori medi annui di PM10 misurati nella città di Aosta. Per il 2013 il valore è riferito al periodo compreso tra il 01/01/2013 ed il 21/06/2013

Nella stazione di fondo urbano di Piazza Plouves il valore medio di PM10 relativo al 2013, riferito ai dati rilevati fino al 21/06, risulta in linea con la media annua del 2012 e conferma il trend generale di diminuzione del livello di PM10 in tale sito osservato negli ultimi anni.

Nella stazione di Quartiere Dora il valore medio di PM10 del 2013 misurato fino al 21/06 risulta sensibilmente inferiore rispetto alla media del 2012 e degli anni precedenti. Questa tendenza dovrà essere più opportunamente valutata alla fine dell'anno.

Per quanto riguarda la stazione di Via I Maggio il valore del 2013 (fino al 21/06) è confrontabile con la media del 2012 e dimostra una sensibile diminuzione del livello di PM10 in tale sito negli ultimi due anni rispetto agli anni precedenti.

Tali considerazioni dovranno comunque essere rivalutate al termine dell'anno, quando sarà possibile confrontare direttamente il valore medio annuale del 2013 con le medie degli anni precedenti, considerando che le concentrazioni di PM10 hanno una sensibile variabilità stagionale e che i dati 2013 sono riferiti solo al periodo fino a giugno.

Per un migliore confronto dei dati del primo semestre 2013 con quelli degli anni precedenti, nei grafici seguenti (Figura 3) vengono riportate le medie di PM10 ed il numero di superamenti giornalieri della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurati negli anni 2011-2012-2013 relativi al periodo compreso tra il 01/01 ed il 21/06.



Figura 3 – Valori medi di PM10 e numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurati nella città di Aosta negli anni 2011/2013. I valori sono riferiti al periodo compreso tra il 01/01 ed il 21/06.

Le medie di PM10 relative al periodo 01/01 – 21/06 confermano un trend di diminuzione della media del periodo in tutti e tre i siti, in misura più evidente nel sito industriale di Via I Maggio e nel sito di Quartiere Dora.

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media giornaliera di PM10, si osserva un trend di sensibile miglioramento nel sito industriale di via I Maggio, mentre nei due siti di fondo urbano di Piazza Plouves e Quartiere Dora i valori sono piuttosto variabili.

7. Valori di metalli pesanti

7.1. Disponibilità dei dati

A differenza dei dati di PM10, che derivano da misure dirette con analizzatori automatici in continuo che garantiscono la disponibilità dei dati in tempo reale, nel caso dei metalli la disponibilità dei dati è posticipata di alcuni giorni rispetto alla misura, in relazione al tempo necessario per le analisi in laboratorio del particolato atmosferico appositamente campionato su filtri.

Per l'anno in corso sono attualmente disponibili i dati dei metalli analizzati fino al 21/04/2013.

Nel presente paragrafo vengono riportati i dati delle misure dei metalli normati dal Dlgs 155/2010, ovvero piombo, cadmio e nichel.

Per quanto riguarda l'arsenico, sono stati avviati a gennaio 2013 e sono attualmente in corso dei campionamenti dedicati alla determinazione di tale metallo. I filtri di campionamento verranno prossimamente avviati ad analisi.

7.2. Introduzione di nuova strumentazione di misura a partire dal 2012

Pur disponendo di serie storiche di dati piuttosto estese (a partire dall'anno 2000), il presente paragrafo è riferito esclusivamente ai valori misurati negli anni 2012 e 2013.

Tale scelta è determinata dall'adozione di strumentazione di misura dei metalli di nuova tipologia attuata a partire da gennaio 2012, nell'ambito del continuo miglioramento della strumentazione di misura di qualità dell'aria in dotazione all'ARPA.

A seguito di una serie di misure di interconfronto in parallelo tra i due sistemi di campionamento (quello vecchio adottato fino al 2011 e quello di nuova tipologia adottato a partire dal 2012) è stato

appurato che il sistema di campionamento di nuova tipologia garantisce misure di metalli più accurate.

Pertanto, se i valori misurati da gennaio 2012 con la nuova strumentazione sono considerati attendibili, le misure condotte negli anni precedenti con la vecchia strumentazione sono attualmente oggetto di riconsiderazione, in quanto dovranno essere rideterminate sulla base delle prove in parallelo tra le due strumentazioni.

Le prove in parallelo, ancora in corso, vengono condotte nel sito di Piazza Plouves e termineranno solo alla fine dell'anno solare 2013 per tenere conto dei fattori legati alla variabilità stagionale che possono influenzare la composizione e le caratteristiche chimico-fisiche del particolato aerodisperso (temperatura e umidità dell'aria, vento, variazione delle fonti emmissive).

Pertanto il confronto tra i valori misurati con la nuova strumentazione adottata a partire dal 2012 ed i valori misurati negli anni precedenti con la vecchia strumentazione sarà possibile solo alla fine del 2013, quando sarà stato determinato in maniera definitiva il rapporto tra le misure condotte con le due strumentazioni mediato lungo un intero anno solare.

Una relazione sugli esiti parziali delle prove in parallelo attualmente in corso è riportata nell'Appendice al presente documento.

Per alcuni metalli, quali nichel e cadmio, è già possibile considerare sufficientemente attendibile il rapporto tra le misure condotte con i due strumenti, in relazione ad un'ottima correlazione tra i valori misurati con i due strumenti.

Pertanto, pur trattandosi di dati provvisori che dovranno essere confermati alla fine delle prove in parallelo previste, è comunque possibile rideterminare i valori di nichel e cadmio misurati con la vecchia strumentazione nel sito di Piazza Plouves nel corso del 2012, in modo da consentire un confronto tra i livelli misurati nell'anno in corso 2013 rispetto all'anno scorso 2012 (Tabella 1).

Tabella 1 – Medie annuali di nichel e cadmio nel sito di Piazza Plouves relative al 2012. Valori misurati con la vecchia strumentazione e valori rideterminati rispetto alla nuova strumentazione mediante il rapporto di proporzionalità determinato con le prove in parallelo tra i due campionatori.

Metallo	Unità di misura	Media 2012 (misura con "vecchia" strumentazione)	Rapporto tra valore misurato con il campionatore di nuova tipologia rispetto al vecchio campionatore	Stima della media 2012 (valore rideterminato rispetto alla "nuova" strumentazione)
Cadmio	ng/m ³	0,18	1,29	0,23*
Nichel	ng/m ³	8,6	2,58	22,2*

* Il valore viene rideterminato sulla base del rapporto tra le misure in parallelo condotte fino a fine aprile 2013. Il valore di tale rapporto è ancora provvisorio (le misure in parallelo sono ancora in corso) e verrà determinato in maniera definitiva al termine dell'anno solare in corso

7.3. Livelli di Cd, Pb, Ni

Per quanto riguarda il cadmio, il valore medio misurato nell'anno in corso fino al 21/04/2013 nel sito di Piazza Plouves è pari a 0,64 ng/m³ e nel sito di Via I Maggio è pari a 0,69 ng/m³. Si tratta, in entrambi i casi, di valori ampiamente inferiori al valore obiettivo previsto dal Dlgs 155/2010 di 5 ng/m³.

Per quanto riguarda il piombo, i valori medi misurati nel 2012 e nell'anno in corso fino al 21/04/2013, nei siti di Piazza Plouves e di Via I Maggio, sono compresi tra 5 e 20 ng/m³, e risultano ampiamente inferiori al limite normativo di 500 ng/m³.

Per quanto riguarda il nichel, nella Tabella 2 seguente vengono riportati i valori misurati negli anni 2012 e 2013 nei siti di Piazza Plouves e Via I Maggio.

I valori di Piazza Plouves sono stati rideterminati mediante il rapporto tra le misure effettuate con il nuovo e con il vecchio campionatore determinato mediante le prove in parallelo descritte nell'Appendice. Pertanto i valori riportati in Tabella 2 riferiti al sito di Piazza Plouves per il 2012 sono una stima, con buona affidabilità, dei valori che sarebbero stati rilevati adottando la "nuova" strumentazione.

Tabella 2 - Valori medi di nichel misurati nella città di Aosta nel 2012/2013 (il valore obiettivo per il nichel previsto dal Dlgs 155/2010 è pari a 20 ng/m³)

Nichel	Unità di misura	2012 Valore medio annuale	2012 Valore medio del periodo 01/01/2012 – 21/04/2012	2013 Valore medio del periodo 01/01/2013 – 21/04/2013
AO - Piazza Plouves	ng/m ³	22*	32*	20
AO - Via I Maggio	ng/m ³	53	60	46

* Valore rideterminato sulla base del rapporto tra le misure in parallelo condotte fino a fine aprile 2013 tra nuova e vecchia strumentazione. Il valore di tale rapporto è ancora provvisorio (le misure in parallelo sono ancora in corso) e verrà determinato in maniera definitiva al termine dell'anno solare in corso

Il valore medio di nichel misurato nel sito di Piazza Plouves nell'anno in corso nel periodo dal 01/01/2013 al 21/04/2013 è pari a 20 ng/m³, ed equivale al valore obiettivo previsto dal Dlgs 155/2010. Tale valore risulta confrontabile con la media annuale del 2012 (22 ng/m³) ma decisamente inferiore rispetto al valore medio misurato nello stesso periodo del 2012 (32 ng/m³).

Il valore medio di nichel misurato nel sito di Via I Maggio nell'anno in corso nel periodo dal 01/01/2013 al 21/04/2013 è pari a 46 ng/m³, decisamente superiore rispetto al valore obiettivo di 20 ng/m³ previsto dalla normativa. Tale valore risulta inferiore rispetto alla media annuale del 2012 (53 ng/m³) e al valore medio misurato nello stesso periodo del 2012 (60 ng/m³).

Pertanto, in generale, si può notare una tendenza alla diminuzione dei livelli di nichel nei primi mesi del 2013 rispetto al 2012. I livelli di nichel rimangono comunque critici, soprattutto nel sito industriale di via I Maggio in cui si confermano nettamente superiori rispetto al valore obiettivo previsto dal Dlgs 155/2010.

Saint Christophe, 27 giugno 2013

APPENDICE

MISURE DI METALLI CON NUOVA STRUMENTAZIONE DI CAMPIONAMENTO ADOTTATA A PARTIRE DAL 2012

La determinazione della concentrazione di metalli in qualità dell'aria viene condotta mediante il campionamento di polveri PM10 su filtri dedicati (metodo UNI EN 12341) e la successiva analisi di laboratorio dei filtri stessi (metodo UNI EN 14902).

Fino al 2011 in entrambe le stazioni di monitoraggio di Piazza Plouves e di Via I Maggio è stato adottato lo stesso sistema di campionamento per la determinazione dei metalli.

A partire da gennaio 2012, nell'ambito del continuo miglioramento della strumentazione di misura di qualità dell'aria in dotazione all'ARPA, nella sola stazione di via I Maggio è stato installato un nuovo sistema di campionamento per la determinazione dei metalli su PM10.

I livelli di metalli su PM10 misurati nel 2012 nel sito di via I Maggio sono risultati superiori rispetto al 2011. Questo fenomeno è da imputare alla sostituzione della strumentazione di campionamento e non ad una variazione delle fonti di emissione. A seguito di una serie di misure di interconfronto in parallelo tra i due sistemi di campionamento (quello vecchio adottato fino al 2011 e quello di nuova tipologia adottato a partire dal 2012) è stato appurato che il sistema di campionamento di nuova tipologia garantisce un campionamento di polveri più accurato.

Le misure in parallelo, condotte nella stazione di Piazza Plouves con le due diverse tipologie di campionatori (quello vecchio adottato fino al 2011 e quello di nuova tipologia adottato a partire dal 2012), sono state avviate a novembre 2012 e sono tuttora in corso. Sono attualmente disponibili i dati delle misure condotte fino al 21/04/2013, per un numero totale di 102 giorni di campionamento effettivo.

I valori di nichel già disponibili relativi alle misure in parallelo sono riportati nel grafico sottostante (Figura 4), e mostrano una netta sottostima del vecchio sistema di campionamento rispetto al sistema di nuova tipologia.

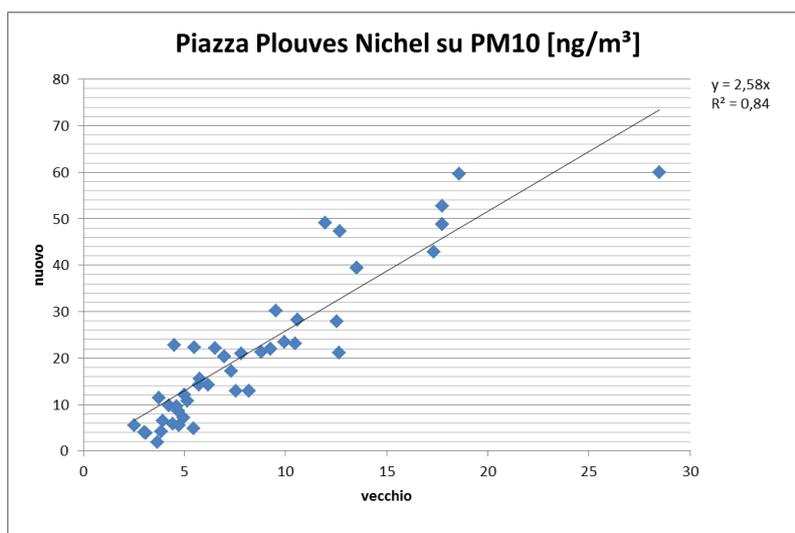


Figura 4 – Retta di regressione lineare dei valori di nichel misurati con il nuovo ed il vecchio sistema di campionamento nel corso delle misure in parallelo condotte nel sito di Piazza Plouves nel periodo novembre 2012 – aprile 2013

Dall'analisi dei dati emerge una buona correlazione tra i valori misurati dai due sistemi di campionamento ($R^2=0,84$)⁸. Questo significa che si può determinare con un buon grado di attendibilità un rapporto tra le concentrazioni di nichel misurate con i due sistemi. Dai dati ad oggi disponibili tale rapporto risulta pari a 2,58.

Sulla base del valore del rapporto così ottenuto tra le misure condotte con i due strumenti, è possibile rideterminare i valori misurati con la "vecchia" strumentazione nel sito di Piazza Plouves nel corso del 2012, in modo da stimare, con buona affidabilità, i valori che sarebbero stati rilevati adottando la "nuova" strumentazione anche in tale sito.

Il valore medio di nichel misurato nel 2012 con la vecchia strumentazione nel sito di Piazza Plouves è pari a 8,6 ng/m³.

Il rapporto tra le misure condotte con i due strumenti è pari a 2,58.

Pertanto il valore medio di nichel stimato per l'anno 2012 rispetto alla "nuova" strumentazione è pari a $8,6 \times 2,58 = 22,2$ ng/m³ (stima del valore che sarebbe stato misurato nel 2012 a Piazza Plouves adottando la "nuova" strumentazione).

Anche per gli altri metalli il sistema di campionamento di nuova tipologia risulta più efficiente e consente di ottenere una misura più accurata.

Nella Tabella 3 seguente vengono riportati per ogni metallo il rapporto tra il valore misurato con il campionatore di nuova tipologia rispetto a quello vecchio, ed il relativo coefficiente di correlazione (R^2), determinati a seguito delle prove in parallelo condotte fino ad aprile 2013.

I valori di tali rapporti sono ancora provvisori in quanto le misure in parallelo sono ancora in corso e verranno determinati in maniera definitiva al termine dell'anno solare in corso.

Tabella 3 – Rapporti di proporzionalità tra le misure condotte con il campionatore di nuova tipologia e con il vecchio campionatore e relativo coefficiente di correlazione R^2 . Il valore di tale rapporto è ancora provvisorio (le misure in parallelo sono ancora in corso) e verrà determinato in maniera definitiva al termine dell'anno solare in corso

Metallo	Rapporto tra valore misurato con il campionatore di nuova tipologia rispetto al vecchio campionatore	Coefficiente di correlazione (R^2)
Cadmio	1,29	0,98
Cromo	2,42	0,55
Ferro	4,28	0,74
Manganese	1,87	0,86
Nichel	2,58	0,84
Rame	2,55	0,64
Piombo	1,10	0,68
Zinco	1,27	0,75

La correlazione risulta buona per quasi tutti i metalli, ed in particolare, per nichel e cadmio (metalli normati dal Dlgs 155/2010) la correlazione è ottima in quanto il coefficiente R^2 è molto prossimo a 1.

⁸ Il coefficiente di correlazione R^2 varia tra 0 ed 1: quando è 0 non vi è correlazione tra valori corrispondenti, quando è 1 i valori corrispondenti coincidono