



Saint Christophe, 15 Maggio 2017

# Qualità dell'aria in Valle d'Aosta

Aggiornamento a 31 dicembre 2016

## Sommario

1	Premessa.....	4
2	Reti di misura:.....	4
2.1	La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria - RMQA.....	4
2.2	La rete di misura dei metalli nelle deposizioni atmosferiche totali.....	5
3	Gli inquinanti .....	6
3.1	Biossido di zolfo.....	6
3.1.1	Valori di riferimento .....	6
3.1.2	Metodi di misura .....	7
3.1.3	Siti di misura .....	7
3.1.4	Risultati delle misure .....	7
3.2	Biossido d'Azoto.....	9
3.2.1	Livelli di riferimento.....	9
3.2.2	Metodi di misura .....	10
3.2.3	Siti di misura .....	10
3.2.4	Risultati delle misure .....	10
3.3	Monossido di Carbonio .....	13
3.3.1	Livelli di riferimento.....	13
3.3.2	Metodi di misura .....	14
3.3.3	Siti di misura .....	14
3.3.4	Risultati delle misure .....	14
3.4	IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici : Benzo(a)Pirene.....	15
3.4.1	Livelli di riferimento.....	15
3.4.2	Metodi di misura .....	15
3.4.3	Siti di misura .....	16
3.4.4	Risultati delle misure .....	16

3.5	Benzene .....	17
3.5.1	Livelli di riferimento .....	17
3.5.2	Metodi di misura .....	17
3.5.3	Siti di misura .....	18
3.5.4	Risultati delle misure .....	18
3.6	Ozono .....	18
3.6.1	Livelli di riferimento .....	19
3.6.2	Metodi di misura .....	20
3.6.3	Siti di misura .....	20
3.6.4	Risultati delle misure .....	21
3.7	Polveri PM10 e PM2.5 .....	22
3.7.1	Livelli di riferimento .....	22
3.7.2	Metodi di misura .....	22
3.7.3	Siti di misura .....	22
3.7.4	Risultati delle misure .....	23
3.8	Metalli pesanti nelle polveri PM10 .....	26
3.8.1	Livelli di riferimento .....	27
3.8.2	Metodi di misura .....	27
3.8.3	Siti di misura .....	27
3.9	Metalli nelle deposizioni atmosferiche .....	28
3.9.1	Livelli di riferimento .....	28
3.9.2	Metodi di misura .....	29
3.9.3	Siti di misura .....	29
3.10	Risultati delle misure dei metalli nel PM10 e nelle deposizioni atmosferiche .....	31
3.10.1	Nichel .....	31
3.10.2	Cadmio .....	33
3.10.3	Piombo .....	34
3.10.4	Arsenico .....	35
3.10.5	Cromo .....	36
3.10.6	Zinco .....	37
3.10.7	Manganese .....	38



---

3.10.8	Ferro .....	39
4	Simulazione modellistica annuale.....	40



## 1 Premessa

La presente relazione fornisce una descrizione dello stato della qualità dell'aria aggiornata al 2016 e della sua evoluzione nel corso degli ultimi 10 anni, sulla base dei dati rilevati attraverso le attività di monitoraggio condotte da ARPA sul territorio regionale.

I risultati delle misure sono presentati analizzando singolarmente ogni inquinante.

Per ognuno di essi viene fornita una breve descrizione relativa a:

- principali caratteristiche
- indicazione delle principali sorgenti responsabili della loro emissione
- effetti prodotti sulla salute umana e sull'ambiente
- metodi di misura utilizzati.

I valori di concentrazione degli inquinanti vengono riportati secondo indicatori di sintesi che permettono un confronto con i limiti previsti dalla vigente normativa e, quando non presenti, con riferimenti che, pur non avendo valenza giuridica in Italia perché vigenti in altri paesi ovvero indicati da enti internazionali per la tutela della salute umana, costituiscono un utile termine di confronto per apprezzare l'entità del valore fornito.

Vengono, inoltre, riportati gli andamenti rilevati nel corso degli ultimi anni per valutare la tendenza dei livelli di ogni singolo inquinante.

## 2 Reti di misura:

### 2.1 La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria - RMOA

Operante dall'inizio degli anni '90, rappresenta il principale riferimento per la costruzione e l'aggiornamento continuo del quadro conoscitivo della qualità dell'aria della regione.

La configurazione della rete nel corso degli anni si è modificata sulla base delle nuove richieste normative, migliori conoscenze ed evoluzione dei livelli degli inquinanti in aria ambiente.

Nella tabella sottostante sono riportate le stazioni di monitoraggio, la tipologia di sito come previsto dal Dlgs 155/2010 All. III, i relativi inquinanti misurati e il periodo di attività.

Stazione	tipo sito	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	B(a)P su PM10	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Benzene	O <sub>3</sub>	PM10	PM2.5	metalli pesanti su PM10
AOSTA Piazza Plouves	FU	Sospeso solo per 2014	X	X	X	X	X	X	X	X
AOSTA Mont Fleury	FS		X				X			
AOSTA Via I° Maggio 2007-05/2014	I		X	X				X		X
AOSTA Qre Dora 2005 - 2014	FU		X					X		2006 fino al 2010

AOSTA via Col du Mont (Pépiinière) da febbraio 2014	I		X		x			X		X
AOSTA via. Liconi Da gennaio 2015	FU		X		X		X	X	X	X
Donnas Loc. Montey	FR		X				X	X		
La Thuile Les Granges	FRR		X				X			
Morgex centro Fino dicembre 2013	TS	X	X	X				X		
Courmayeur Entrèves	TR		X					X		

F= Fondo                      U= Urbana  
 T= Traffico                  R= Rurale                      RR= Rurale Remota  
 I = Industriale              S= Suburbana

Nota:

- La stazione industriale di Aosta - via I Maggio è stata spostata dal febbraio 2014 nell'area della Pépiinière, in via Col du Mont, essendo previsto l'inizio dei lavori per la costruzione di un parcheggio.
- Nel 2014 nell'ottica della razionalizzazione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e a fronte di una serie storica di valori ampiamente sotto il valore limite, sono state disattivate le stazioni di Etroubles e Morgex.
- Nella stazione di Aosta – Quartiere Dora, dopo 10 anni di monitoraggio (2005-2014), avendo riscontrato livelli e andamenti confrontabili con quelli rilevati nella stazione di Piazza Plouves, a partire dal mese di gennaio 2015, è stata sospesa la misura delle polveri fini PM10; la strumentazione è stata rilocata in un nuovo sito di fondo urbano in via Liconi - quartiere Cogne - ad ovest della città di Aosta, dove, sino ad ora, non erano state condotte misure di qualità dell'aria.

In aggiunta alla rete di monitoraggio degli inquinanti gassosi, del particolato e dei microinquinanti connessi, in considerazione sia delle peculiarità del contesto emissivo, sia dell'evoluzione della domanda conoscitiva, è stata nel tempo avviata un'altra rete di misura relativa alle deposizioni atmosferiche.

## **2.2 La rete di misura dei metalli nelle deposizioni atmosferiche totali**

La rete di misura delle deposizioni sul territorio regionale fornisce l'informazione relativa alle concentrazioni di metalli pesanti presenti nelle deposizioni rilevate nel corso di ogni mese ed è così composta:

- Aosta:

- Piazza Plouves (fondo urbano),
- Quartiere Dora (fondo urbano),
- Via Liconi (fondo urbano),
- Pépinière (industriale suburbano)
- Charvensod - Plan Félinaz (fondo suburbano)
- Donnas – Loc. Montey (sito rurale)
- La Thuile – Loc. Les Granges (rurale-remoto)

### 3 Gli inquinanti

#### 3.1 Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore, dall'odore acre e pungente e molto solubile in acqua. E' un inquinante primario che, una volta immesso in atmosfera, permane inalterato per alcuni giorni e può essere trasportato a grandi distanze, contribuendo al fenomeno dell'inquinamento transfrontaliero. Esso è all'origine della formazione di deposizioni acide, secche e umide, e alla formazione del particolato fine secondario.

Le principali sorgenti sono costituite dagli impianti di produzione di energia, dagli impianti termici di riscaldamento, da alcuni processi industriali e, in minor misura, dal traffico veicolare. L'SO<sub>2</sub> è un inquinante nocivo per la salute umana e per l'ambiente.

A causa dell'elevata solubilità in acqua, l'SO<sub>2</sub> viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio. In atmosfera, la SO<sub>2</sub>, attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole di acqua, contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti negativi sulla salute dei vegetali. Per tale motivo la sua misura è espressamente richiesta dalla normativa europea e italiana. Fino a pochi anni fa, era considerato come uno dei principali inquinanti atmosferici a causa degli effetti evidenti sull'uomo e sull'ambiente.

Negli ultimi anni, la sua significatività in Italia e in Europa si è sensibilmente ridotta grazie alle notevole riduzione delle emissioni dovuta all'utilizzo di combustibili a basso e bassissimo tenore di zolfo.

##### 3.1.1 Valori di riferimento

La normativa italiana ed europea indica valori limite sia per la protezione umana che livelli critici per la protezione degli ecosistemi come riportato nella tabella seguente

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE LIMITE Dlgs.155/2010
SO <sub>2</sub>	Valore limite per la protezione della salute umana	Media giornaliera	Massimo 3 giorni all'anno di superamento della media giornaliera di 125 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media oraria	Massimo 24 ore all'anno di superamento della media oraria di 350 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	Media oraria (su tre ore consecutive)	500 µg/m <sup>3</sup>



	Livelli critici per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e Media invernale (1° ottobre – 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>
--	--	---	----------------------

### 3.1.2 Metodi di misura

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 che prevede quale metodo di riferimento la norma tecnica UNI EN 14212:2012 - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta.

ARPA utilizza uno strumento che rispetta tale norma tecnica.

### 3.1.3 Siti di misura

Il biossido di zolfo è stato misurato per più di 10 anni in diversi siti sul territorio regionale :

- Aosta piazza Plouves 1995-2016
- Aosta teatro Romano 1995-2006
- Morgex (alta valle) 1995-2012
- Donnas (bassa valle) 1995-2006
- La Thuile (alta valle) 2016 (stazione per la valutazione della protezione della vegetazione e degli ecosistemi)

A fronte di concentrazioni rilevate molto basse, nel corso degli anni si è deciso di ridurre i punti di misura, mantenendo il solo sito di Aosta Piazza Plouves, perché in tale sito si sono rilevate concentrazioni maggiori rispetto agli altri siti, dovute alla prossimità industriale.

Nel 2014 il monitoraggio dell'SO<sub>2</sub> è stato sospeso per manutenzione allo strumento, pertanto nei grafici riportati nel seguente paragrafo manca il dato relativo al 2014.

Nel 2015 la misura del biossido di zolfo è stata riattivata nel sito di Aosta Piazza Plouves.

Nel 2016 è stata attivata la misura di SO<sub>2</sub> nel sito di La Thuile per la valutazione della qualità dell'aria ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi.

### 3.1.4 Risultati delle misure

Per la protezione della salute umana vengono presentate le serie storiche dei valori massimi della media giornaliera e della media oraria misurati negli ultimi dieci anni

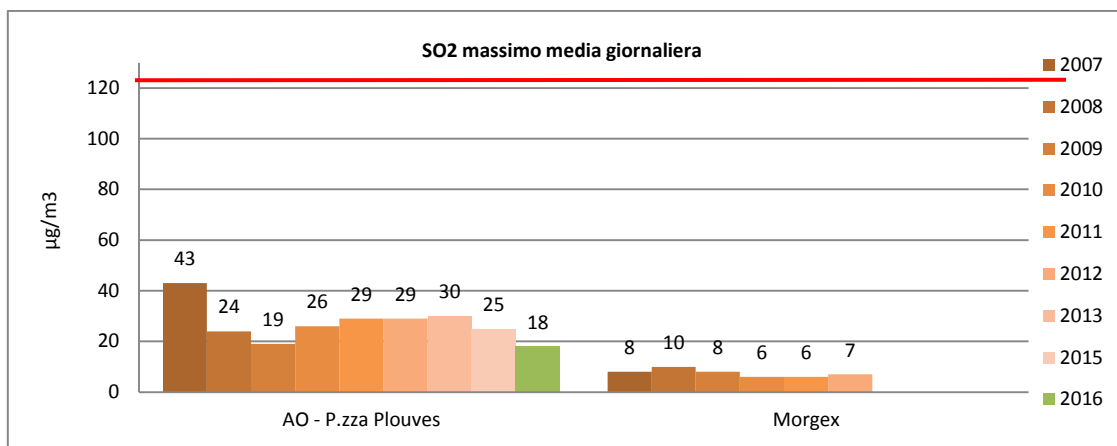


Figura 1 – Serie storica relativa al massimo valore giornaliero registrato per anno nelle stazioni di Aosta piazza Plouves e Morgex. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

La normativa vigente consente il superamento del valore limite giornaliero per non più di 3 giorni per ciascun anno civile. Nel sito di Plouves negli ultimi dieci anni il valore limite giornaliero non è mai stato raggiunto.

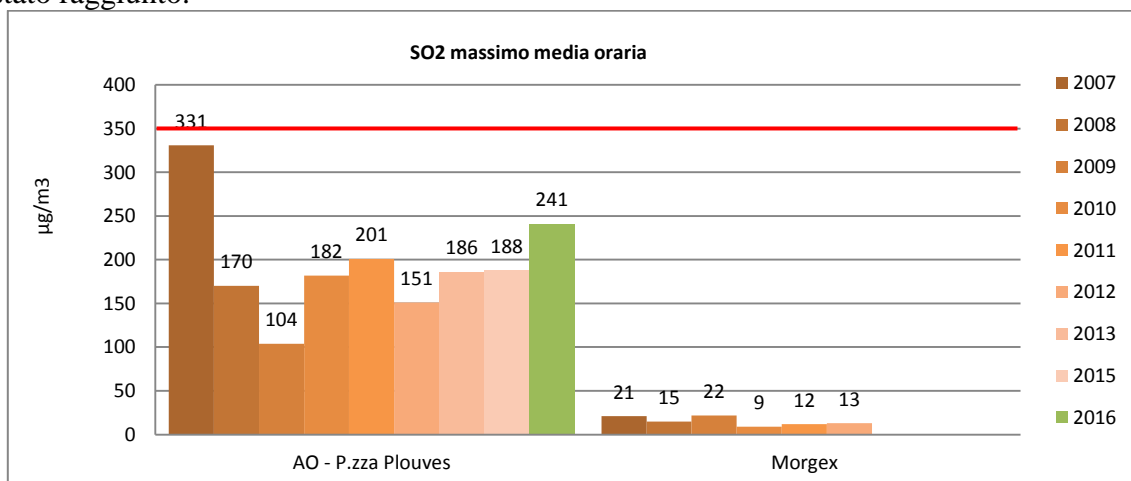


Figura 2 – Serie storica relativa al massimo valore orario registrato per anno nelle stazioni di Aosta piazza Plouves e Morgex. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

La normativa vigente consente il superamento del valore limite orario per non più di 24 ore per ciascun anno civile. Nel sito di Plouves negli ultimi anni il valore limite orario non è mai stato raggiunto.

Per la protezione degli ecosistemi è fissato un valore critico rispetto alla media annua. Nella figura seguente vengono presentate le serie storiche delle medie annue di SO<sub>2</sub> calcolate per il sito di La Thuile, il cui punto di misura è stato attivato nel 2016 e risponde ai requisiti previsti dalla normativa per la protezione degli ecosistemi, e per confronto anche i punti di misura urbani di Aosta Piazza Plouves e Morgex. La normativa prevede che il punto di misura per la protezione



degli ecosistemi sia posizionato lontano dalle sorgenti specifiche quali traffico, riscaldamento, industria.

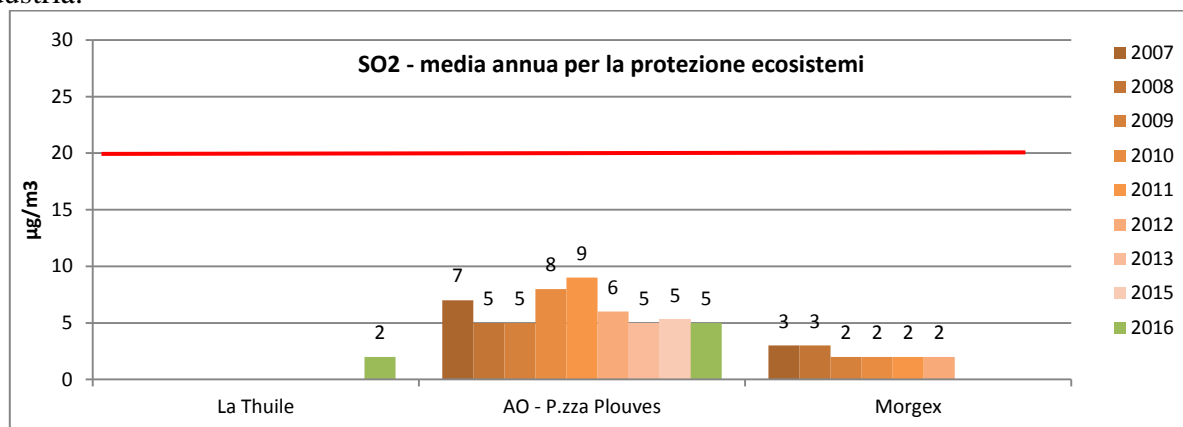


Figura 3 – Serie storica relativa alla media annua nelle stazioni di La Thuile (inizio misure 2016), Morgex (fino al 2012) e Aosta - Piazza Plouves. In rosso il livello critico pari a 20 µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Nonostante l'ubicazione dei punti di misura possa quindi sovrastimare i livelli di SO<sub>2</sub> che insistono sugli ecosistemi, è possibile osservare che i livelli medi annui di SO<sub>2</sub> sono molto inferiori al livello critico per la protezione degli ecosistemi, anche in Aosta, stazione urbana.

### 3.2 Biossido d'Azoto

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è un gas di colore bruno-rossastro, poco solubile in acqua, tossico, dall'odore forte e pungente e con forte potere irritante. È un inquinante a prevalente componente secondaria, in quanto è il prodotto dell'ossidazione del monossido di azoto (NO); solo in proporzione minore viene emesso direttamente in atmosfera. La principale fonte di emissione degli ossidi di azoto è il traffico veicolare. Altre fonti sono gli impianti di riscaldamento civili e industriali, le centrali per la produzione di energia e un ampio spettro di processi industriali.

Il biossido di azoto è un inquinante ad ampia diffusione che ha effetti negativi sulla salute umana, causa eutrofizzazione e piogge acide. Esso, insieme al monossido di azoto, contribuisce ai fenomeni di smog fotochimico: è precursore per la formazione di inquinanti secondari quali l'ozono troposferico e il particolato fine secondario.

#### 3.2.1 Livelli di riferimento

La normativa Italiana ed europea indica valori limite sia per la protezione umana che livelli critici per la protezione degli ecosistemi come riportato nella tabella seguente

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE LIMITE Dlgs.155/2010
NO <sub>2</sub>	Valore limite per la protezione della salute umana	Media oraria	Massimo 18 ore all'anno di superamento della media oraria di 200 µg/m <sup>3</sup>

	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale delle medie orarie	40 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	Media oraria	400 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Valore limite per la protezione della vegetazione per NO <sub>x</sub> espressi come NO <sub>2</sub>	Media annuale delle medie orarie	30 µg/m <sup>3</sup>

### 3.2.2 Metodi di misura

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 che prevede quale metodo di riferimento la norma tecnica UNI EN 14211:2012 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

### 3.2.3 Siti di misura

Il biossido di azoto viene misurato in tutti i siti di monitoraggio sul territorio regionale :

Nella città di Aosta:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta Quartiere Dora (fondo urbano – disattivata a fine 2014)
- Aosta Liconi (fondo urbano – attivata da gennaio 2015)
- Aosta Mt Fleury (fondo suburbano)
- Aosta I Maggio (industriale suburbana – spostata nel corso del 2014)
- Aosta Col du Mont- Pépinière (industriale suburbana – attiva da metà 2014)

In bassa Valle:

- Donnas (fondo rurale)

In alta valle

- La Thuile (fondo rurale – stazione dedicata alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi)
- Entrèves – Courmayeur (traffico)
- Etroubles (fondo rurale - disattivata nel 2014)
- Morgex (fondo suburbano – disattivata nel 2014 )

### 3.2.4 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentate le medie annue dei punti di misura di Aosta :

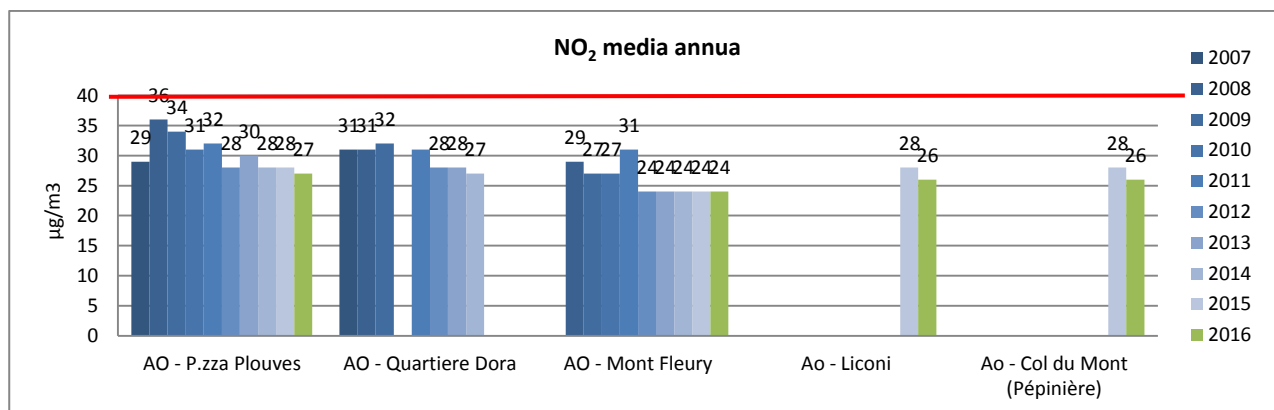


Figura 4 – Serie storica relativa alla media annua nelle stazioni di Aosta. In rosso il valore limite previsto pari a 40µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Il valore limite nell'area di Aosta viene rispettato da molti anni, in particolare nel 2016 i livelli misurati ad Aosta sono compresi tra 24-27 µg/m<sup>3</sup> ampiamente inferiori al valore limite. La stazione di Ao – Col du Mont (Pépinière) registra valori medi annui in linea con i livelli urbani.

Nella figura seguente vengono presentate le medie annue degli altri punti di misura sul territorio regionale.

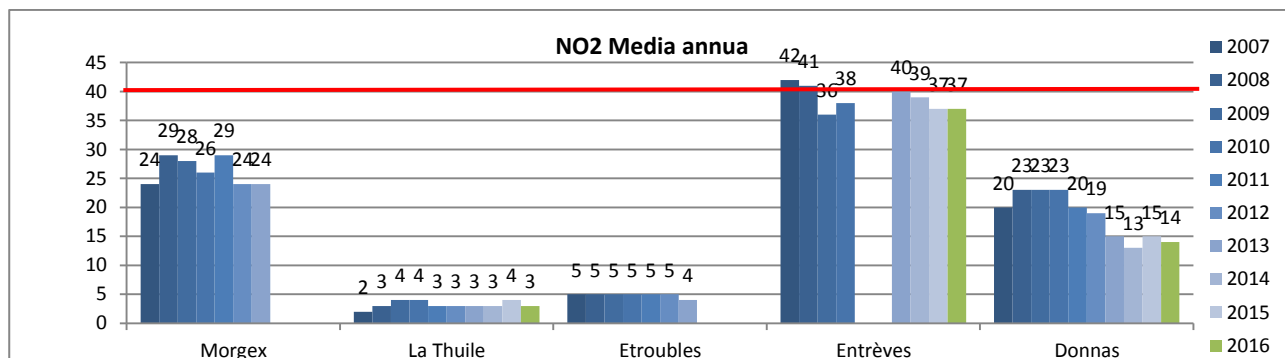


Figura 5 – Serie storica relativa alla media annua delle stazioni del restante territorio regionale. La linea rossa indica il valore limite previsto dalla normativa ( pari a 40 µg/m<sup>3</sup>). In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Come è possibile osservare, il valore limite sulla media annua non viene superato da 10 anni nelle stazioni di fondo e, anche nella stazione da traffico di Entrèves-Courmayeur, il valore limite negli ultimi anni è rispettato, pur evidenziando ancora valori prossimi a 40µg/m<sup>3</sup>.

Nel 2014 nell'ottica della razionalizzazione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e a fronte di una serie storica di valori ampiamente sotto il valore limite, sono state disattivate le stazioni di Etroubles e Morgex.

Il secondo indicatore statistico previsto dalla normativa è il numero di superamenti del valore limite orario (pari a  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Da molti anni, nelle stazioni di monitoraggio della nostra regione, il valore limite orario non viene raggiunto.

Nelle figure seguenti si riportano i massimi orari registrati negli ultimi anni ad Aosta e negli altri siti del territorio regionale.

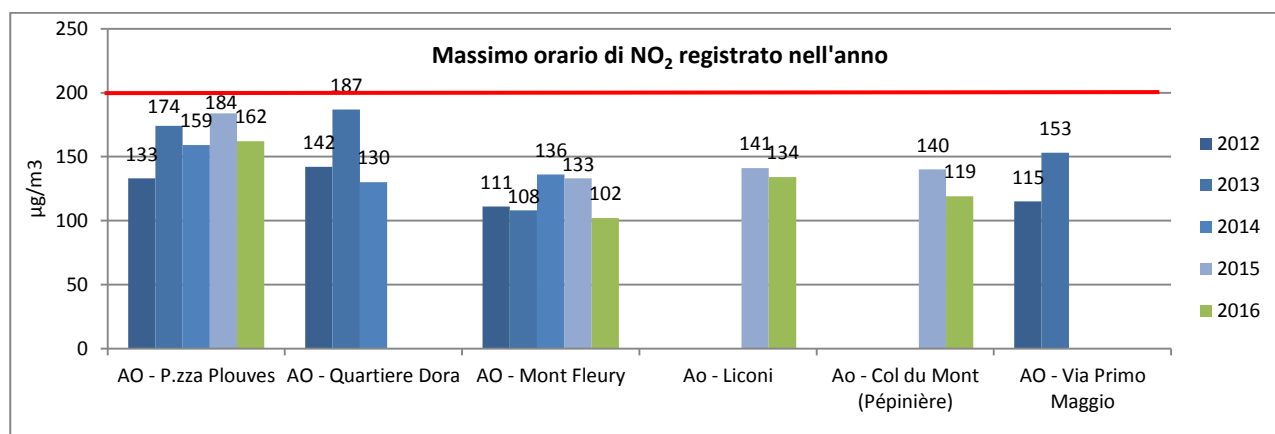


Figura 6 – Serie storica relativa al massimo orario registrato per ciascun anno civile nelle stazioni di Aosta. In rosso il valore limite previsto per la media oraria (pari a  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In verde i valori relativi all'ultimo anno.

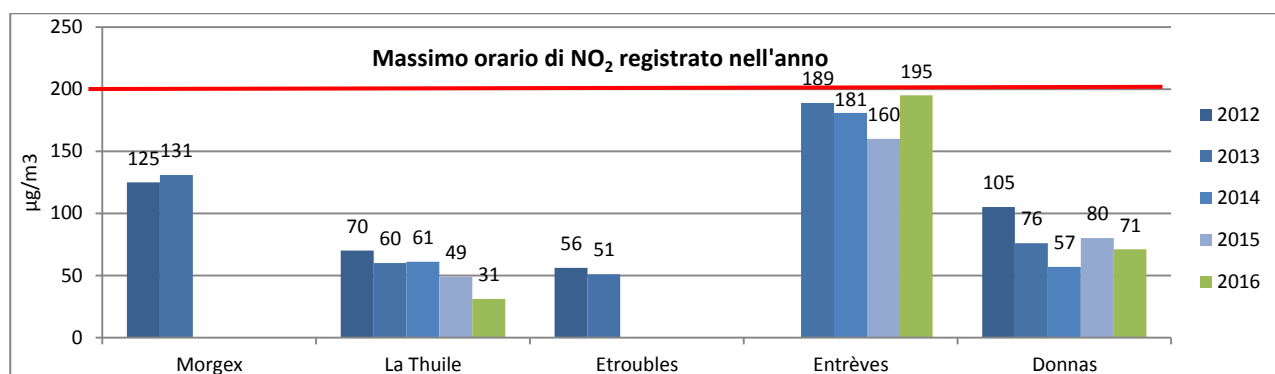


Figura 7 – Serie storica relativa alla massimo orario registrato per ciascun anno civile nelle stazioni del restante territorio regionale. In rosso il valore limite previsto per la media oraria pari a  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ . In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Negli ultimi anni il valore limite relativo alla media oraria non è stato mai superato, rispettando così quanto previsto dalla normativa (massimo 18 ore all'anno di superamento della media oraria di  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La normativa prevede un livello critico annuale per gli NO<sub>x</sub> per la protezione della vegetazione pari a  $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ . In Valle d'Aosta la stazione individuata per la protezione della vegetazione secondo

quanto indicato dal Dlgs 155/2010 è La Thuile dove la media annua di NOx registrata nel 2016 è pari a 4,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  molto inferiore al valore critico.

### **3.3 Monossido di Carbonio**

Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Proviene dalla combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90% della produzione complessiva) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato. E' considerato un tracciante di inquinamento veicolare.

Altre fonti minori sono costituite dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio e dalle fonderie ed è, inoltre, prodotto nel corso di incendi.

Si tratta di un inquinante primario che ha una lunga permanenza in atmosfera (può raggiungere i quattro - sei mesi). Nocivo alla salute umana, esso raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e, quindi, il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina. La carbossiemoglobina così formata è circa 250 volte più stabile dell'ossiemoglobina riducendo notevolmente la capacità del sangue di portare ossigeno ai tessuti. Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare, causando sintomi quali diminuzione della capacità di concentrazione, turbe della memoria, alterazione del comportamento, confusione mentale, alterazione della pressione sanguigna, accelerazione del battito cardiaco, vasodilatazione e vasopermeabilità con conseguenti emorragie, effetti perinatali.

Gli effetti sull'ambiente sono da ritenersi sostanzialmente scarsi o trascurabili. La normativa ha stabilito un valore limite per il breve periodo per la salute umana.

#### **3.3.1 Livelli di riferimento**

La normativa Italiana ed europea indica un valore limite per la protezione umana come riportato nella tabella seguente:

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE LIMITE Dlgs.155/2010
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive <sup>1</sup>	10 $\text{mg}/\text{m}^3$

<sup>1</sup> **Media mobile 8 ore:** La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

### 3.3.2 Metodi di misura

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 che prevede quale metodo di riferimento la norma tecnica UNI EN 14626 “Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva”.

### 3.3.3 Siti di misura

Il monossido di carbonio viene misurato nei siti di:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta I Maggio (industriale suburbana – spostata nel corso del 2014)
- Aosta Col du Mont/ Pépinière (industriale suburbana – dal 2015)
- Morgex (fondo suburbano – disattivata nel 2014 )

### 3.3.4 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentati i massimi della media mobile su 8 ore per ciascun anno nei punti di misura del territorio regionale:

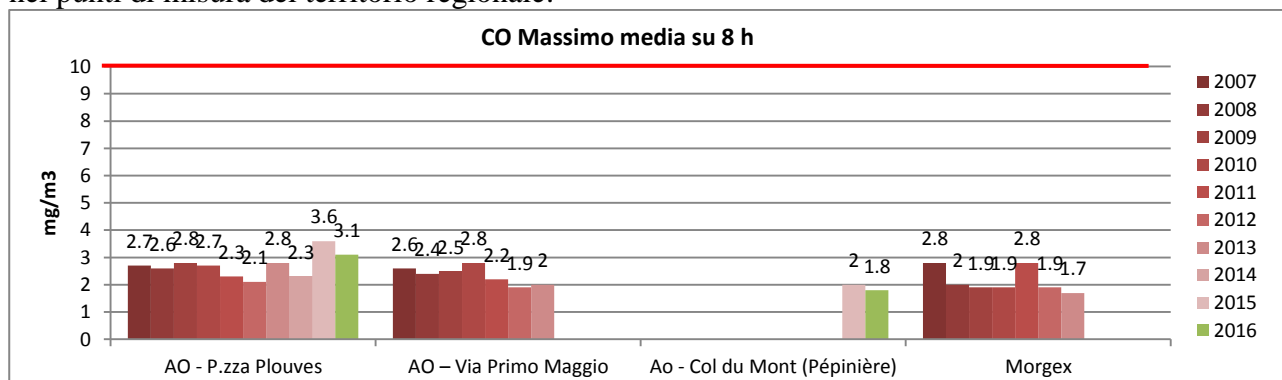


Figura 8 – Serie storica relativa al massimo della media mobile calcolata su 8h. In rosso il valore limite previsto pari a 10 mg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Come è possibile osservare, il valore limite relativo al massimo della media mobile calcolata su 8h non è stato superato negli ultimi 10 anni in nessun punto di misura della rete regionale. Da diversi anni questo inquinante non rappresenta una criticità per il territorio valdostano.

Nel 2014, nell'ottica della razionalizzazione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e a fronte di una serie storica di valori ampiamente sotto il valore limite, si è disattivata la stazione di Morgex.

La stazione industriale di Aosta - via I Maggio è stata spostata nell'area della Pépinière in via Col du Mont per consentire la costruzione di un parcheggio. La stazione di Ao –Col du Mont/Pépinière registra valori medi annui in linea con i livelli urbani.

### **3.4 IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici : Benzo(a)Pirene**

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti anche con l'acronimo IPA o PAH (dall' inglese), sono idrocarburi costituiti da due o più anelli benzenici uniti fra loro, in un'unica struttura generalmente piana. Si ritrovano naturalmente nel carbon fossile e nel petrolio.

Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione di grafite, trattamento del carbon fossile) e nelle caldaie (soprattutto quelle alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti); inoltre sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli (sia da motori diesel che a benzina) e nelle emissioni da combustione di biomasse (stufe o caldaie per riscaldamento, attività agricole che comportino combustione di sterpaglie o incendi boschivi).

In generale l'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

In atmosfera l'esposizione agli IPA non è mai legata ad un singolo composto ma ad una miscela generalmente adsorbita sul particolato.

La IARC (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro) ha stabilito che il Benzo(a)Pirene è cancerogeno per l'uomo (gruppo 1: sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo). La maggiore pericolosità sembra essere prerogativa di quei composti la cui struttura molecolare si caratterizza per un numero di anelli aromatici compreso tra 3 e 7. Altri IPA sono classificati probabili o possibili cancerogeni per l'uomo (gruppo 2).

Il Benzo(a)Pirene, oltre che cancerogeno, è ritenuto causa di mutazioni genetiche, infertilità e disturbi dello sviluppo. Per questo motivo la legislazione vigente ha fissato un valore obiettivo per tale composto.

#### **3.4.1 Livelli di riferimento**

La normativa definisce livelli di riferimento per il solo Benzo(a)Pirene come riportato nella tabella seguente:

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE OBIETTIVO Dlgs.155/2010
B(a)P	Valore obiettivo	Media annuale delle medie giornaliere su particolato PM10	1 ng/m <sup>3</sup>

#### **3.4.2 Metodi di misura**

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 che prevede quale metodo di riferimento per la misura del Benzo(a)Pirene la norma tecnica di riferimento: UNI EN 15549:2008 "Qualità dell'aria. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzo(a)pirene in aria ambiente".

Principio di misura: cromatografia HPLC.

Modalità di funzionamento: il Benzo(a)pirene è determinato sul campione di PM10 per trattamento chimico e determinazione analitica (cromatografia HPLC per il B(a)P).

### 3.4.3 Siti di misura

Il Benzo(a)Pirene viene misurato nel sito di:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta via Liconi (fondo urbano)
- Aosta via Col du Mont/Pépinière (industriale)

### 3.4.4 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentati i livelli medi annui di Benzo(a)pirene relativi ai siti di Aosta rilevati negli ultimi dieci anni :

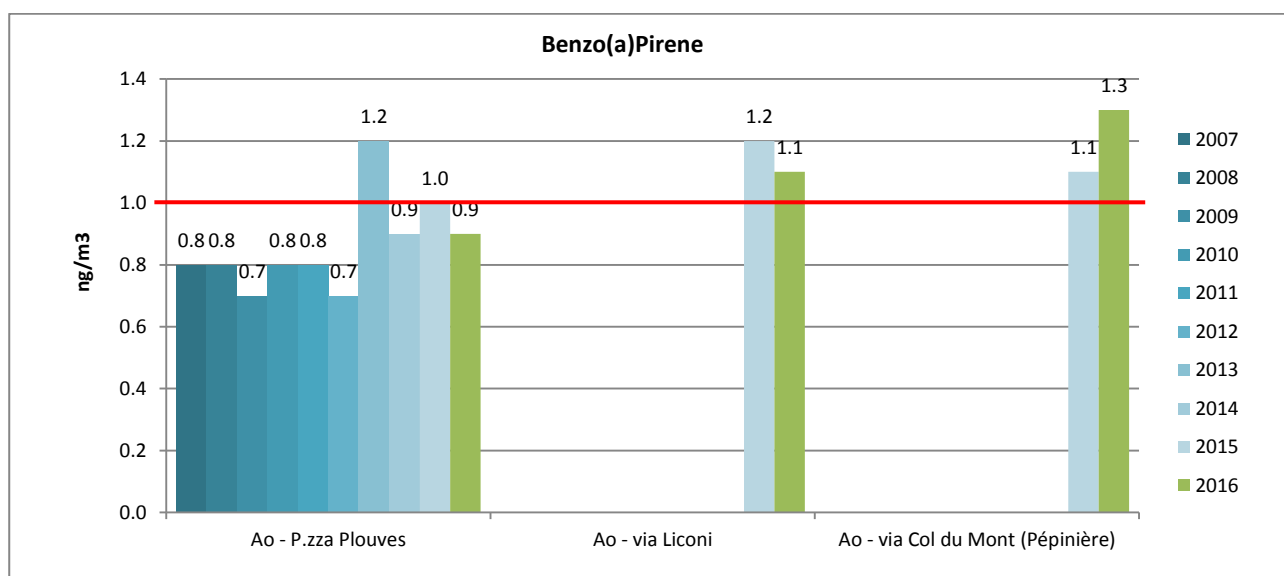


Figura 9 – Serie storica relativa alla media annua. In rosso il valore obiettivo in rosso pari a 1 ng/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Tra il 2007 e il 2012 il valore medio annuo di Benzo(a)Pirene è rimasto sostanzialmente stabile con valori intorno a 0.8 ng/m<sup>3</sup>, rispettando così il valore obiettivo previsto dal Dlgs.155/2010.

Nel 2013 il valore medio annuo di benzo(a)pirene misurato ad Aosta piazza Plouves è risultato più elevato rispetto agli anni precedenti e pari a 1.2 ng/m<sup>3</sup>, superiore al valore obiettivo di 1 ng/m<sup>3</sup>.

Nel 2014 il valore medio registrato è risultato pari a 0.9 ng/m<sup>3</sup>, nuovamente inferiore al valore obiettivo grazie anche a condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli alla dispersione degli inquinanti verificatesi nel mese di dicembre, quando le concentrazioni di polveri e benzo(a)pirene sono generalmente più elevate.

Nel 2015 il valore medio annuo della concentrazione di questo microinquinante in Piazza Plouves, approssimato alla prima cifra decimale (come richiesto dalla normativa), è pari al valore obiettivo.

Dal 2015 il BaP viene misurato anche nelle stazioni di Aosta via Liconi e Aosta Col du Mont, e nel 2016 il valore medio annuo è risultato compreso tra 1.1 e 1.3 ng/m<sup>3</sup> superiore al valore obiettivo.



Il superamento del valore obiettivo è presumibilmente riconducibile al maggior utilizzo di biomassa per il riscaldamento domestico che risulta economicamente più conveniente rispetto ai combustibili fossili. La combustione di legna, però, produce maggiori concentrazioni di benzo(a)pirene in aria. La presenza di benzo(a)pirene è tipica delle regioni dell'arco alpino, dove le basse temperature che si registrano per molti mesi dell'anno e la disponibilità ed economicità della legna come combustibile per il riscaldamento domestico portano ad avere rilevanti concentrazioni di B(a)P in atmosfera.

A questo si aggiunge la pratica di abbruciamento di sterpaglie per la pulizia di giardini e dei terreni in area rurale. Tale pratica di combustione non controllata e sicuramente non efficiente, produce oltre all'emissione di polveri anche una notevole quantità di microinquinanti tra cui IPA.

### 3.5 Benzene

Il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è un inquinante primario, le cui principali sorgenti di emissione sono i veicoli alimentati a benzina (gas di scarico e vapori di automobili e ciclomotori), gli impianti di stoccaggio e distribuzione dei combustibili, i processi di combustione che utilizzano derivati dal petrolio e l'uso di solventi contenenti benzene. Gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% viene immesso nell'aria con i gas di scarico e il 15% rimanente per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento. La tossicità del benzene per la salute umana risiede essenzialmente nell'effetto oncogeno accertato.

Il benzene è una sostanza classificata dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo).

Esposizioni a lungo termine a concentrazioni relativamente basse possono colpire il midollo osseo e causare leucemie, quelle a breve termine ad alti livelli possono provocare sonnolenza e perdita di coscienza. Per tale motivo la normativa prevede un valore limite per la protezione della salute umana.

#### 3.5.1 Livelli di riferimento

La normativa definisce un valore limite sulla media annua come riportato nella tabella seguente:

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE LIMITE Dlgs.155/2010
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> benzene	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m <sup>3</sup>

#### 3.5.2 Metodi di misura

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 14662, parti 1, 2 e 3, "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene".

Principio di misura: gascromatografia

Modalità di funzionamento: il monitoraggio del benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) viene realizzato mediante strumentazione automatica (analizzatore BTEX) che effettua il campionamento dell'aria ambiente con frequenza di un quarto d'ora e successiva analisi gascromatografica.

### 3.5.3 Siti di misura

Il Benzene viene misurato nel sito di:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)

### 3.5.4 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentati i livelli medi annui di Benzene del punto di misura di Aosta Piazza Plouves rilevati negli ultimi dieci anni:

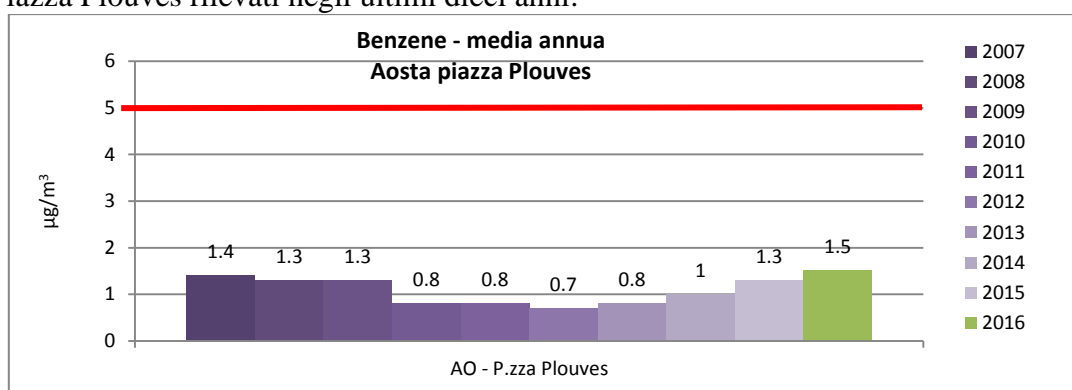


Figura 10 – Serie storica relativa alla media annua di Benzene. In rosso il valore limite previsto pari a 5 µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Negli ultimi anni il valore di concentrazione di benzene sembra in lieve aumento, pur rimanendo sempre molto inferiore al limite previsto dalla normativa. Questo potrebbe essere dovuto all'aumento di combustione di legna non vergine o composti della legna che contengono colle o vernici (compensato, truciolato, legno di recupero verniciato o trattato...).

## 3.6 Ozono

L'ozono è un gas presente naturalmente nella stratosfera (dai 15 a 60 Km di altezza) dove costituisce un'importante fascia protettiva, schermando la radiazione ultravioletta proveniente dal sole, nociva per gli esseri viventi. Al contrario, negli strati più bassi dell'atmosfera (troposfera), esso è da ritenersi una sostanza inquinante dannosa per l'uomo e per l'ambiente. L'ozono non è un inquinante primario, ossia non viene emesso direttamente in atmosfera da fonti antropiche, ma è un inquinante secondario, di origine fotochimica, che si forma quando la radiazione solare reagisce con inquinanti già presenti nell'aria, detti "precursori dell'ozono" (tipicamente ossidi di azoto e composti organici volatili), in presenza di forte irraggiamento solare, di elevate temperature e di alta pressione. Ecco perché in estate, quando la radiazione è maggiore e l'energia a disposizione per favorire l'ossidazione è superiore, l'inquinamento da ozono è molto più elevato rispetto ai restanti mesi dell'anno. Nelle ore notturne (cioè in assenza di sole) questo inquinante viene distrutto dagli stessi agenti inquinanti che ne hanno promosso la formazione nelle ore diurne.

L'attenzione prestata all'ozono nella troposfera è dovuta al fatto che esso può causare seri problemi alla salute dell'uomo e all'ecosistema, nonché all'agricoltura e ai beni materiali.

Gli impatti principali a carico della salute umana riguardano il bersaglio prevalente dell' O<sub>3</sub> è l'apparato respiratorio. Gli effetti possono essere acuti (a breve termine) con diminuzione della funzionalità respiratoria, e cronici (a lungo termine).

Per la protezione della salute umana si consiglia, in termini preventivi, di evitare l'esposizione all'aperto e l'attività fisica nelle ore più calde della giornata (dalle 12 alle 18) soprattutto per i soggetti sensibili (bambini, anziani, donne in gravidanza, persone affette da patologie cardiache e respiratorie).

Le elevate concentrazioni estive di ozono danneggiano visibilmente le piante e la vegetazione, soprattutto le latifoglie, i cespugli e le colture. Una prolungata esposizione all'ozono può provocare diminuzione della crescita della vegetazione e può incidere sulla vitalità delle piante sensibili.

### 3.6.1 Livelli di riferimento

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE LIMITE Dlgs.155/2010
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive	120 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> *h
	Soglia di informazione	Media oraria (per tre ore consecutive)	180 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	Media oraria (per tre ore consecutive)	240 µg/m <sup>3</sup>

La tabella mostra diversi indicatori ambientali legati all'ozono, stabiliti dal Dlgs. 155/2010.

Per il breve periodo si definiscono 2 soglie di concentrazione:

- la "soglia di informazione", pari a 180 µg/m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria, riveste una particolare importanza in quanto definisce il "livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso e il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive" (articolo 2, comma 1, lettera o del Dlgs.155/2010).
- la "soglia di allarme" pari a 240 µg/m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria, "livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso e il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati" (articolo 2, comma 1, lettera n del D.Lgs. 155/2010).

Per valutare il livello di esposizione delle vegetazione e delle foreste l'indicatore di riferimento è l'AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb - 40 parti per miliardo equivalenti a

80 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) definito come la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e il valore di 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando i valori orari rilevati ogni giorno tra le h 8:00 e le h 20:00, ora dell'Europa Centrale. Tale indicatore, misurato in  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ , è utilizzato per valutare il livello di esposizione della vegetazione, se calcolato nel periodo maggio-luglio, e delle foreste, se calcolato da aprile a settembre.

La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive di 8h, calcolate in base ai dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8h così calcolata è riferita al giorno nel quale essa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le 17 del giorno precedente e le 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le 24:00 del giorno stesso.

### 3.6.2 Metodi di misura

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 14625 “Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta”.

Principio di misura: assorbimento UV

Modalità di funzionamento: l'analizzatore di ozono sfrutta l'assorbimento di questo gas nell'UV a  $\lambda=254$  nm e poi ne calcola la concentrazione mediante la legge di Lambert-Beer. Nella camera di misura entra in modo alternato aria ambiente tal quale ed aria ambiente preventivamente passata attraverso un filtro selettivo per l'ozono. Una lampada UV, in grado di emettere alla lunghezza d'onda appropriata, fa sì che parte della radiazione venga assorbita dalle molecole di ozono, causando una diminuzione di intensità che viene registrata da un detector. Dall'alternanza delle misure con e senza ozono, lo strumento ne determina la concentrazione in aria ambiente.

### 3.6.3 Siti di misura

L'ozono viene misurato nei seguenti siti di monitoraggio sul territorio regionale :

Nella città di Aosta:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta via Liconi (fondo suburbano)
- Aosta Mt Fleury (fondo suburbano)

In bassa Valle:

- Donnas (fondo rurale)

In alta valle

- La Thuile (fondo rurale – stazione dedicata alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi)
- Etroubles (fondo rurale - disattivata nel 2014)
- Morgex (fondo suburbano – disattivata nel 2014 )

### 3.6.4 Risultati delle misure

Il *valore obiettivo a lungo termine* pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , calcolato come massimo della media mobile sulle 8 ore, viene superato in tutti i siti.

Nella figura seguente vengono presentati i giorni di superamento del *valore obiettivo*, pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  calcolato come media sui tre anni del massimo della media mobile su 8h di ozono nei differenti punti di misura presenti sul territorio regionale.

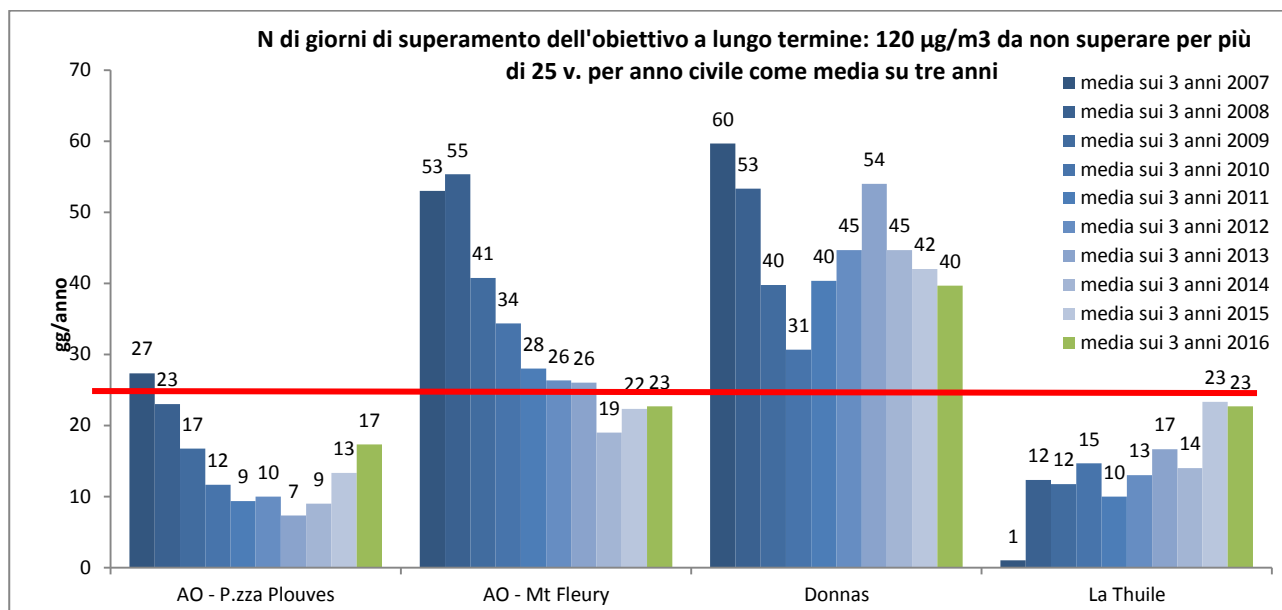


Figura 11 – Serie storica relativa al numero di giorni di superamento del valore obiettivo pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  calcolato come massimo della media mobile su 8h e mediato sugli ultimi 3 anni. In rosso il numero massimo di giorni di superamento consentito pari a 25. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Si osserva nel 2016 (colonnina verde di Figura 11) i giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana sono inferiori al massimo consentito in tutti i siti di Aosta ed a La Thuile, ma non a Donnas dove le giornate in cui il valore obiettivo viene superato sono 40 contro un massimo consentito pari a 25.

Nelle aree rurali e di montagna l'ozono tende ad accumularsi e le medie annuali risultano più elevate rispetto ai siti ubicati in area urbana dove tale inquinante viene distrutto nelle ore notturne (cioè in assenza di sole) dagli stessi agenti inquinanti che ne hanno promosso la formazione nelle ore diurne.

L'ozono è soggetto ad importanti fenomeni di trasporto su vasta scala. Nella nostra regione, in particolare in bassa Valle, vi è un forte contributo di trasporto dalla pianura padana.

I valori sono coerenti con quelli rilevati nelle aree alpine.

### 3.7 Polveri PM10 e PM2.5

Si definisce PM10 il particolato sospeso in atmosfera che ha un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm e PM2.5 per le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 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 e del PM2.5, stabilendo per essi specifici valori di riferimento.

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

#### 3.7.1 Livelli di riferimento

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 limite:

- numero di giorni in un anno solare in cui la concentrazione media giornaliera è superiore a 50 µg/m<sup>3</sup>;
- media annuale delle concentrazioni medie giornaliere.

Per il PM2.5 prevede la valutazione della sola media annuale imponendo un valore limite.

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
PM10	Valore limite per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 µg/m <sup>3</sup> Non più di 35 giorni all'anno
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m <sup>3</sup>

#### 3.7.2 Metodi di misura

Le misure di PM10 e PM2.5 sono state condotte secondo il metodo UNI EN 12341:2014, previsto dal DLgs 155/2010. La copertura temporale delle misure di PM10 condotte nei siti urbani della città di Aosta è quasi pari al 100%.

#### 3.7.3 Siti di misura

Nel 2016 il particolato è stato misurato nei seguenti siti:

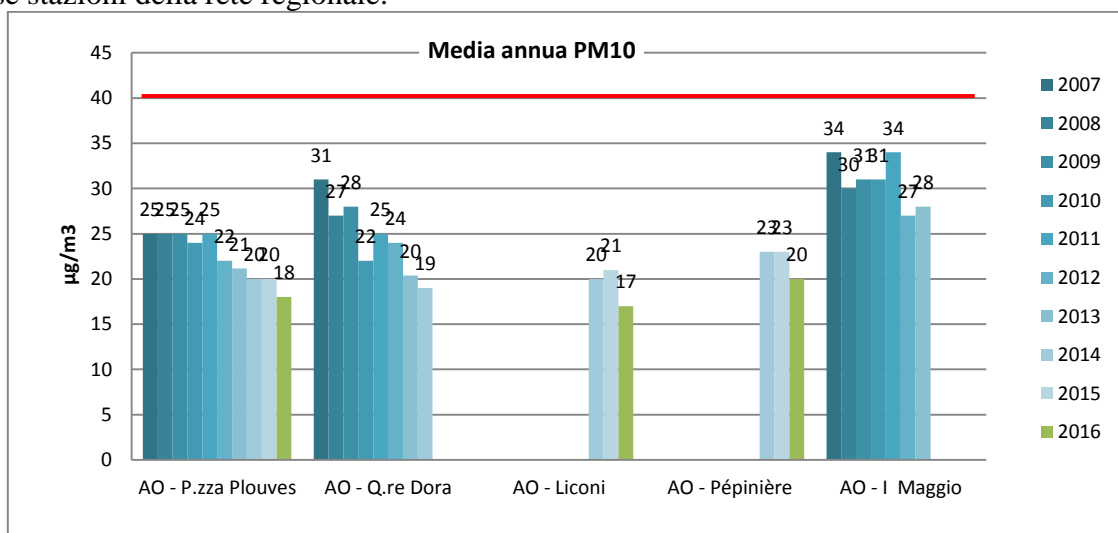
- Aosta - Piazza Plouves (fondo urbano) – PM10-PM2.5;
- Aosta – via Liconi (fondo urbano) - PM10-PM2.5;
- Aosta - Quartiere Dora, situata nella parte est della città (fondo urbano) – PM10;

- Aosta via I Maggio che nel corso dell'anno è stato spostato nell'area di Aosta - Pépinière (sito industriale) a causa dell'inizio dei lavori di costruzione del parcheggio multipiano nel luogo in cui era posizionata la stazione industriale - PM10;
- Donnas (fondo rurale) - PM10;
- Entrèves (traffico rurale) – Misura effettuata con metodo automatico (TEOM) non rispondente ai criteri di equivalenza richiesti dalla normativa vigente - PM10.

Nella stazione di Aosta – Quartiere Dora, dopo 10 anni di monitoraggio (2005-2014), avendo riscontrato livelli e andamenti confrontabili con quelli rilevati nella stazione di Piazza Plouves, a partire dal mese di gennaio 2015, è stata sospesa la misura delle polveri fini PM10; la strumentazione è stata rilocata in un nuovo sito di fondo urbano in via Liconi - quartiere Cogne - ad ovest della città di Aosta, dove, sino ad ora, non erano state condotte misure di qualità dell'aria.

### 3.7.4 Risultati delle misure

Nei grafici seguenti vengono riportati i valori relativi alle medie annue di PM10 rilevati nelle diverse stazioni della rete regionale.



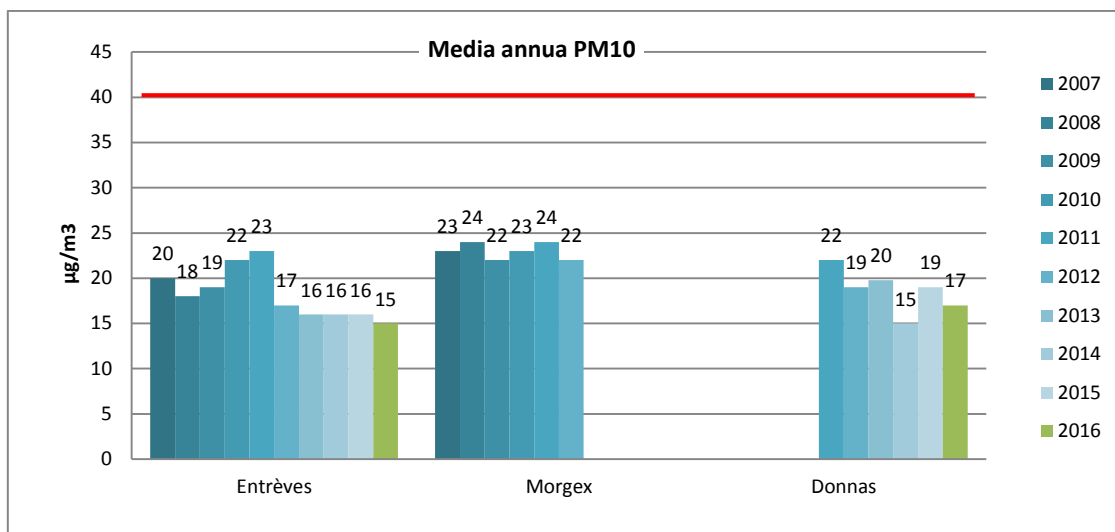


Figura 12 – Valori medi annuali di PM10 misurati sul territorio regionale negli ultimi 10 anni: nel primo grafico i valori relativi alle stazioni di Aosta, nel secondo i valori medi annui misurati nelle stazioni nel resto del territorio regionale. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

In tutti i siti del territorio regionale si osserva una diminuzione della concentrazione di polveri in aria. In ogni sito urbano i valori medi annuali sono ampiamente inferiori al valore limite previsto dalla normativa pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media annua.

Nel 2016 in tutti i siti di Aosta le concentrazioni medie si sono attestate sotto i  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore indicato dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità quale valore guida per minimizzare gli effetti sulla salute umana.

Nel sito industriale di Aosta via Col du Mont/ Pépinière, il valore medio annuo è solo leggermente superiore al valore riscontrato in area urbana. Questa importante informazione garantisce che, anche in prossimità dello stabilimento industriale, in direzione sud, nell'area della Pépinière dove sono insediati molti uffici, le concentrazioni di polveri sono molto inferiori al limite normativo.

Per quanto riguarda il PM2.5 nelle stazioni di fondo urbano il valore limite è ampiamente rispettato.



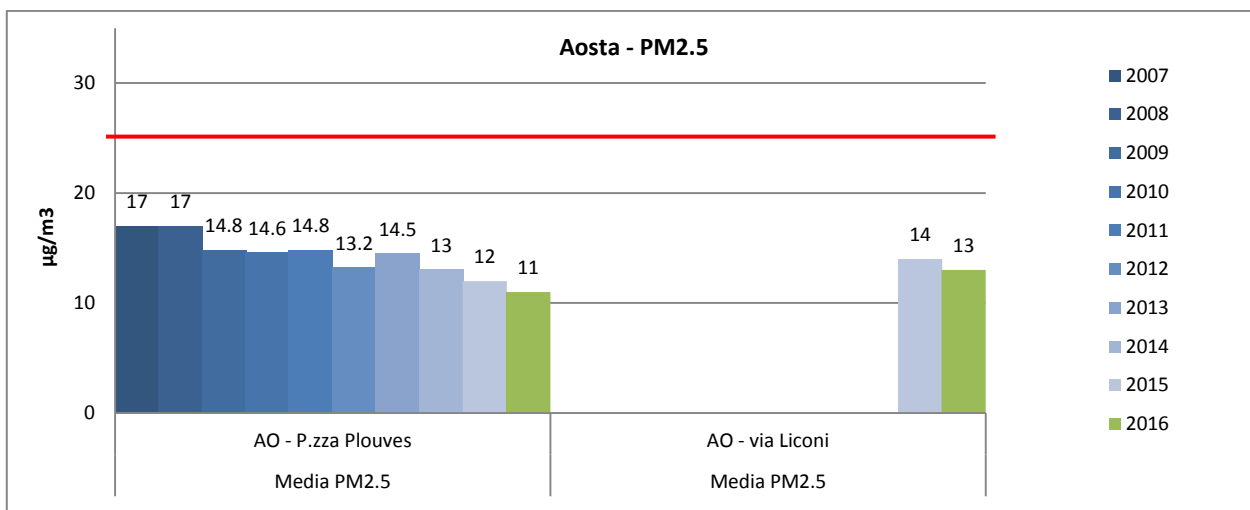


Figura 13 – Valori medi annuali di PM2.5 misurati nella stazione di Aosta- Piazza Plouves negli ultimi 10 anni e le medie annue relative al 2016 ottenuta nella stazione di Aosta-Liconi. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Per quanto riguarda i riferimenti sulla media giornaliera, nei grafici successivi vengono riportati i giorni di superamento del valore limite giornaliero di PM10 pari a 50 µg/m<sup>3</sup> rilevati in tutte le stazioni di misura del territorio valdostano.

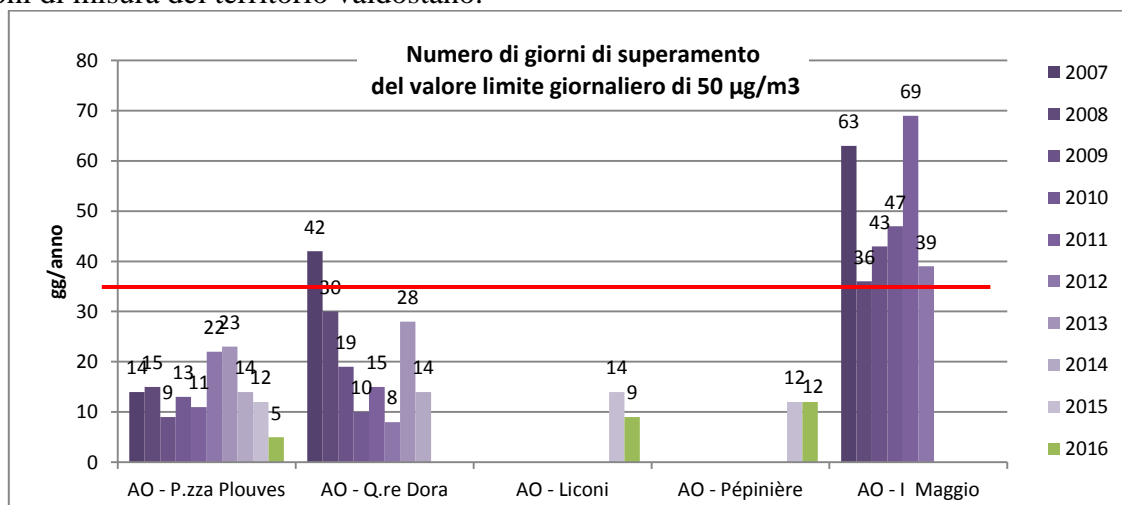


Figura 14 – Numero di giorni di superamento della media giornaliera di PM10 pari a 50 µg/m<sup>3</sup> negli ultimi 10 anni nelle stazioni di Aosta. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

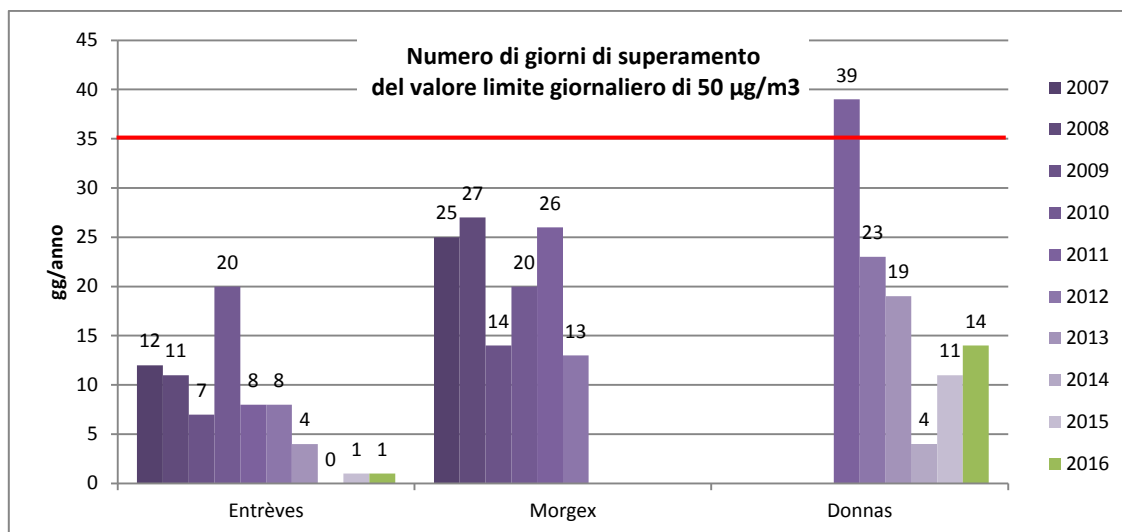


Figura 15 – Numero di giorni di superamento della media giornaliera di PM10 pari a 50 µg/m<sup>3</sup> negli ultimi 10 anni nel restante territorio regionale. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Il numero di superamenti della media giornaliera di PM10 di 50 µg/m<sup>3</sup> risulta nel 2016 ampiamente inferiore alla soglia di 35 superamenti/anno in tutti i siti di Aosta: Piazza Plouves, via Liconi, e Ao - Pépinière.

Nel sito di Donnas il numero di giorni di superamento nel 2016 è pari a 14, mentre nella stazione da traffico di Entrèves – Courmayeur è stato registrato un unico superamento del valore limite giornaliero.

Il 2016 è stato caratterizzato da mesi invernali miti (in particolare il mese di dicembre), questo ha portato le concentrazioni di polveri in ulteriore diminuzione, così come il numero di giornate con concentrazioni elevate.

### 3.8 Metalli pesanti nelle polveri PM10

Nell'aria ambiente, i metalli sono presenti come frazione del particolato. Sebbene i metalli rappresentino una frazione minima<sup>2</sup> della massa del PM10, 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.

I metalli 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 (gruppo 1).

<sup>2</sup> La concentrazione dei metalli si misura in ng/m<sup>3</sup> (1 ng è pari a 1/1.000.000.000 grammi), mentre quella del PM10 in µg/m<sup>3</sup> (1 µg è pari a 1/1.000.000 grammi); quindi, in massa, i metalli rappresentano una frazione dell'ordine del millesimo della massa totale delle polveri PM10.

Il piombo ha effetti negativi neurologici.

La determinazione della concentrazione di metalli viene condotta mediante il campionamento di polveri PM10 su filtri dedicati e la successiva analisi di laboratorio del particolato raccolto sul filtro.

### 3.8.1 Livelli di riferimento

Per i metalli nel PM10, il Dlgs 155/2010 prevede un valore limite per il piombo e valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel.

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE (ng/m <sup>3</sup> )
Pb	Valore limite	Media annuale	500
As	Valore obiettivo	Media annuale	6
Cd	Valore obiettivo	Media annuale	5
Ni	Valore obiettivo	Media annuale	20

### 3.8.2 Metodi di misura

Le misure di metalli nel PM10 sono state condotte secondo il metodo UNI EN 14902:2005 previsto dal DLgs 155/2010. La copertura temporale annuale delle misure di metalli nel PM10 condotte nei siti urbani della città di Aosta è intorno al 60% con i giorni distribuiti in maniera uniforme nell'arco dell'anno.

### 3.8.3 Siti di misura

Le misure di metalli nel PM10 nella città di Aosta sono state avviate nell'anno 2000 nella stazione di Aosta Piazza Plouves, che costituisce il sito regionale con la serie storica di dati più estesa.

Nella stazione di Aosta Quartiere Dora le misure di metalli nel PM10 sono state condotte dal 2006 al 2010, riscontrando livelli di metalli confrontabili con quelli della stazione di Aosta 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 nel PM10 nella stazione di Quartiere Dora, ritenendo che le informazioni relative alla presenza di metalli nel PM10 in tale zona della città potessero essere rappresentate dai valori rilevati nella stazione di Piazza Plouves.

Nel 2015 a seguito della revisione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria si è installata una stazione di back up di fondo urbano (ai sensi del Dlgs.155/2010) in Aosta via Liconi, nella quale vengono misurati polveri e metalli sul particolato PM10.

La misura dei metalli su PM10 per l'anno 2016 è stata condotta nei seguenti siti:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano);
- Aosta via Liconi (fondo urbano);
- Aosta – via Col du Mont/Pépinière (industriale).

La stazione che ora è sita in via Col du Mont, al termine dei lavori per la costruzione del parcheggio multipiano nell'area di via I Maggio, verrà riposizionata indicativamente nella stessa posizione in cui si trovava fino al 2013.

Si sottolinea la presenza di alcuni fattori che richiederanno attenzione nel confronto con i la serie di dati misurata fino al 2013. In particolare:

- il contesto di prossimità nel quale verrà riposizionata la stazione “industriale” è differente rispetto al situazione precedente alla costruzione del parcheggio pluripiano;
- nei 3 anni di interruzione delle misure in via Primo Maggio per permettere la costruzione del parcheggio, CAS ha effettuato alcuni interventi, previsti in ambito AIA, per ridurre le emissioni in atmosfera.

L'opportunità di garantire la valutazione del rispetto dei limiti normativi, porta a effettuare lo spostamento della stazione a cavallo della fine di un anno solare, in modo da assicurare la serie di misure necessarie per calcolare la media annua della concentrazione dei metalli pericolosi per la salute umana. Si prevede quindi di riattivare la stazione di via I Maggio tra fine dicembre 2017 e i primi giorni di gennaio 2018.

### **3.9 Metalli nelle deposizioni atmosferiche**

La deposizione atmosferica è definita dal Dlgs 155/2010 come “la massa totale di sostanze inquinanti che, in una data area e in un dato periodo, è trasferita dall'atmosfera al suolo, alla vegetazione, all'acqua, agli edifici ed a qualsiasi altro tipo di superficie”.

Il decreto prevede che vengano misurati i tassi di metalli nelle deposizioni atmosferiche totali come strumento di valutazione della qualità dell'aria per stimare l'esposizione indiretta della popolazione a tali inquinanti.

Secondo il documento della Commissione Europea “Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper” (2001), che costituisce la base scientifica conoscitiva per le determinazioni legislative a livello europeo, l'accumulo nel suolo di metalli tossici può provocare, nel breve periodo, una contaminazione per deposito superficiale e, nel lungo periodo, un aumento della contaminazione delle piante che vi crescono. Questo può aumentare il rischio di trasferimento di tali sostanze all'uomo sia per contatto diretto con piante e suolo sia mediante il consumo di vegetali provocando così l'ingresso di sostanze tossiche nella catena alimentare.

#### **3.9.1 Livelli di riferimento**

Attualmente la normativa nazionale ed europea non prevede valori limite per le deposizioni atmosferiche.

Tuttavia, alcuni stati europei, quali Germania, Svizzera, Belgio e Croazia hanno introdotto per alcuni metalli dei valori soglia (Figura 16). Tali valori, benché privi di valenza giuridica in Italia, possono servire come riferimento per una valutazione dei livelli di metalli nelle deposizioni.

valore medio annuo ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ )	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn
--	----	----	----	----	----	----	----

Belgio (valori guida)	-	20	-	-	250	10	-
Croazia	4	2	1	15	100	2	-
Germania	4	2	1	15	100	2	-
Svizzera	-	2	-	-	100	2	400

Figura 16 – Valori limite di metalli nelle deposizioni atmosferiche in vigore in alcuni paesi europei

### 3.9.2 Metodi di misura

Il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche è stato condotto secondo i metodi previsti dal Dlgs 155/2010, che prevedeva l'adozione del metodo del Rapporto Istisan 06/38 dell'Istituto Superiore di Sanità e successivamente del metodo UNI EN 15841:2010 a seguito della modifica del Dlgs 155/2010 apportata dal Dlgs 250/2012.

La durata di campionamento delle deposizioni è mensile e la copertura temporale dell'anno è compresa tra 75-90% nel periodo 2008/2011 ed è pari al 100% a partire dal 2012.

### 3.9.3 Siti di misura

Il monitoraggio delle deposizioni di metalli viene condotto nei seguenti siti di misura del territorio regionale:

- AO - Piazza Plouves (fondo urbano);
- AO - Quartiere Dora (fondo urbano);
- AO - Via I Maggio (industriale suburbano), dove il monitoraggio è stato sospeso a partire da luglio 2014 per via dei lavori di costruzione di un parcheggio;
- AO – via Col du Mont/Pépinère (industriale suburbano), sito avviato a gennaio 2014 in sostituzione del sito di Via I Maggio;
- Charvensod - Plan Félinaz, presso il campo sportivo, a sud dell'acciaieria (fondo suburbano);
- AO - Via Elter/Liconi, a nord-ovest dell'acciaieria in un sito di fondo urbano meno influenzato dalle emissioni dell'acciaieria (fondo urbano).

Gli altri due punti di misura del territorio regionale sono localizzati nel sito rurale di Donnas, in bassa Valle al confine con il Piemonte, e nel sito rurale-remoto di La Thuile (punto di misura sospeso a fine 2014) .

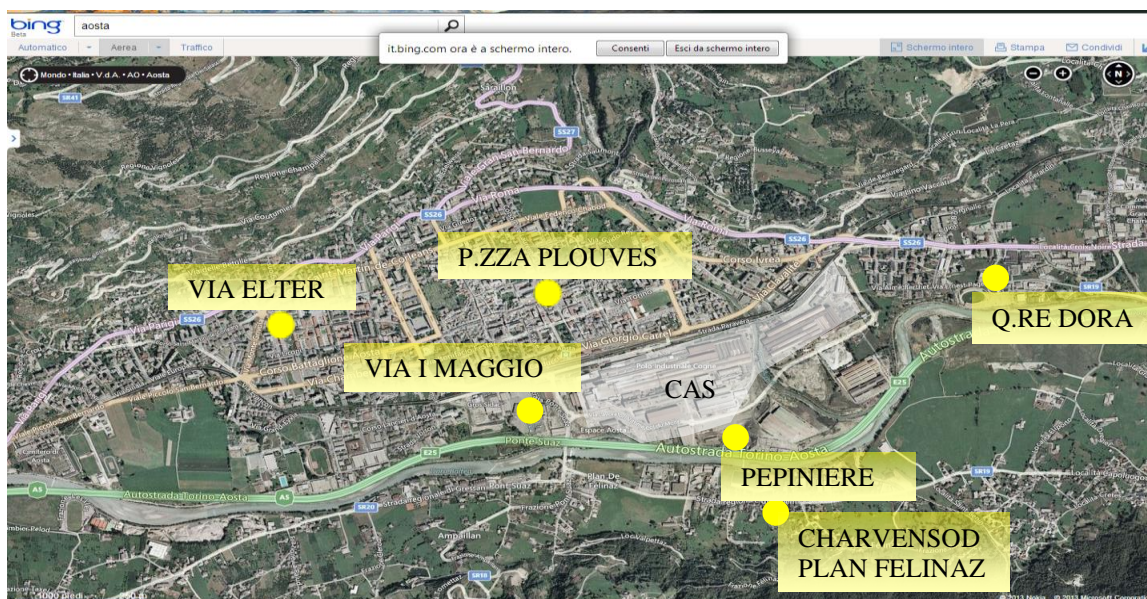


Figura 17 – Siti di monitoraggio delle deposizioni di metalli nella città di Aosta e zone limitrofe. L'area in colore bianco è la superficie occupata dallo stabilimento Cogne Acciai Speciali (CAS)

### 3.10 Risultati delle misure dei metalli nel PM10 e nelle deposizioni atmosferiche

Nel presente paragrafo vengono riportati i livelli di metalli nel PM10 e nelle deposizioni atmosferiche misurati nel 2016 e, per confronto, vengono riportati anche i dati degli anni precedenti.

I dati sono riferiti ai metalli normati dal Dlgs 155/2010 (Ni, As, Cd, Pb) ed ai principali metalli caratteristici delle emissioni dell'acciaieria (Cr, Fe, Zn, Mn).

#### 3.10.1 Nichel

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di **nichel nel PM10** misurati nella stazione di Aosta negli ultimi anni.

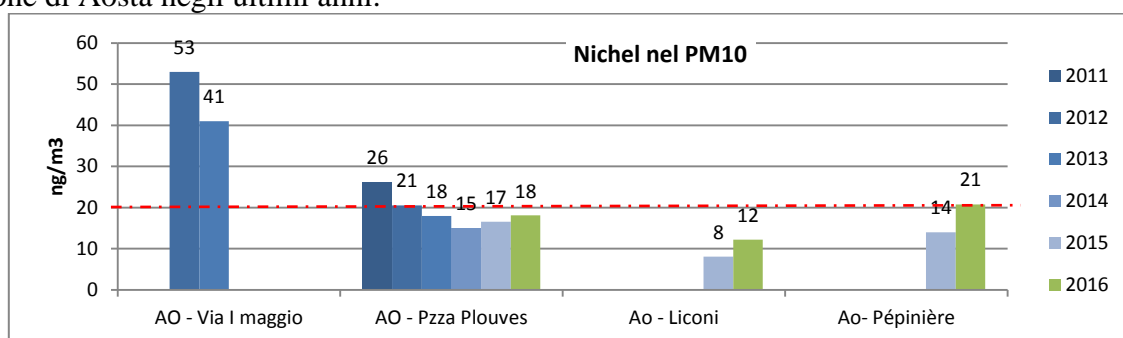


Figura 18 – Valori medi annuali di nichel nel PM10 degli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 20 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Nel sito di fondo urbano di Aosta - Piazza Plouves la concentrazione media relativa al 2016 risulta pari a 18 ng/m<sup>3</sup>, mentre nel sito di Aosta - via Liconi, anch'esso rappresentativo del fondo urbano, il valore medio annuo è pari a 12 ng/m<sup>3</sup>, nettamente superiore a quanto misurato lo scorso anno nella stessa stazione.

Il punto di misura industriale di Aosta via Col du Mont/Pépinière evidenzia valori di concentrazione pari a 21 ng/m<sup>3</sup> attestandosi al di sopra del valore obiettivo previsto dalla normativa. Anche in questo sito l'aumento dei valori di concentrazione è stato considerevole.

Le misure effettuate nel sito di via Col du Mont/Pépinière e quello di via Liconi hanno evidenziato un aumento significativo delle concentrazioni medie annue di nichel in aria ambiente rispetto a quanto rilevato nel primo anno di misure (2015).

E' in corso una valutazione delle possibili cause che possono aver portato a tale aumento delle concentrazioni di nichel in aria ambiente.

Nella figura seguente vengono rappresentati i valori medi annui di **nichel nelle deposizioni** misurati negli ultimi anni nei siti di fondo urbano di Aosta e nel sito industriale di Aosta Col du Mont/Pépinière e I Maggio.

I valori misurati nel 2016 nell'area prossima alla acciaieria, si confermano nettamente superiori al valore soglia di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{giorno}$  prevista da normative nazionali in vigore in altri paesi europei (Germania e Croazia). E' da evidenziare una diminuzione nell'area urbana.

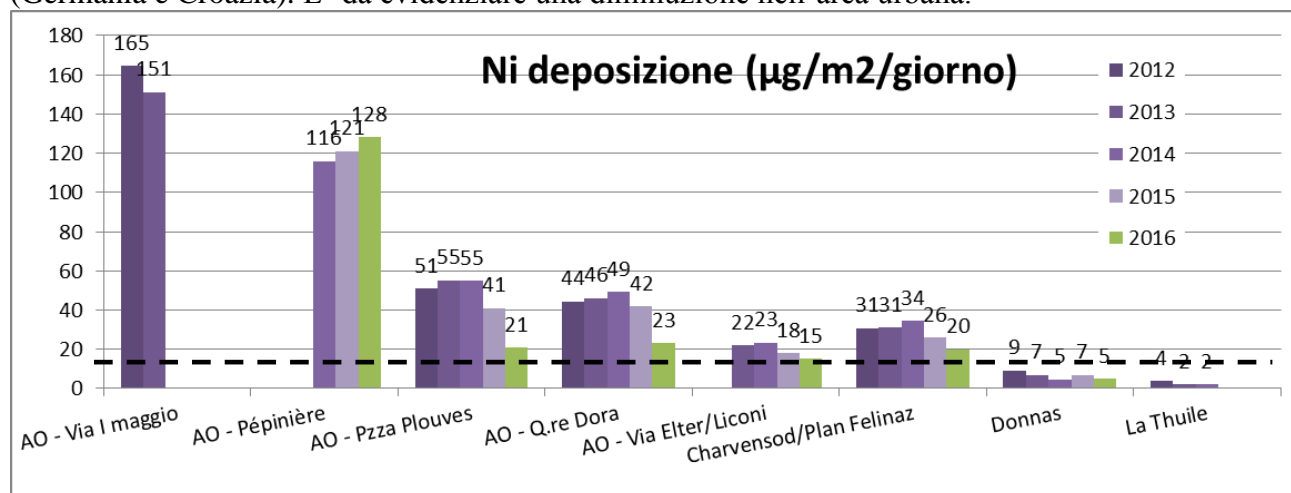


Figura 19 – Valori medi di nichel nelle deposizioni misurati in Valle d'Aosta. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{giorno}$  previsto da normative nazionali in vigore in altri paesi europei (Germania e Croazia). In verde i dati relativi all'ultimo anno

E' da sottolineare che le concentrazioni dei metalli nel PM10 misurate nel sito di Aosta Pépinière e di Aosta Piazza Plouves sono confrontabili, mentre i metalli caratteristici della lavorazione CAS misurati nelle deposizioni, sono molto superiori nel sito di Pépinière (concentrazioni confrontabili con il sito di via Primo Maggio) rispetto a quelle rilevate nei siti di fondo urbano.

Un'ipotesi che potrebbe spiegare tale differenza è il contributo dominante nelle deposizioni delle emissioni diffuse (più grossolane) rispetto a quelle convogliate. I metalli pesanti contenuti nel particolato grossolano ( $\text{PM}>10\mu\text{m}$ ) vengono rilevati nelle deposizioni che interessano le aree più diretta prossimità della sorgente, ma non contribuiscono ai livelli di metalli nelle polveri fini.



### 3.10.2 Cadmio

Nella figura seguente vengono riportati i valori di cadmio nel PM10. I valori misurati nel 2016 nel fondo urbano di Aosta sono in linea con quelli degli anni precedenti e risultano inferiori al valore obiettivo di 5 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010. Nel sito industriale si evidenzia un aumento riscontrabile anche nei livelli delle deposizioni.

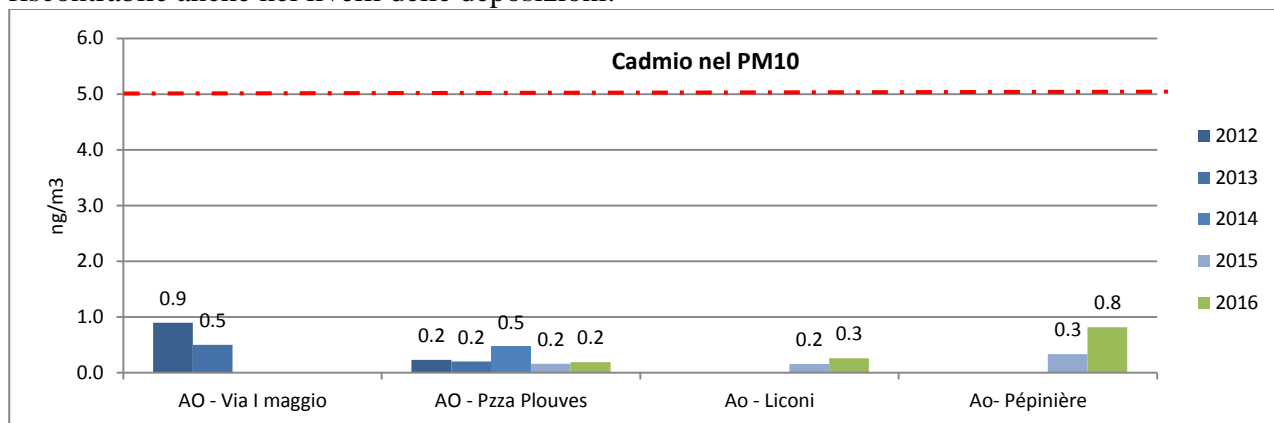


Figura 20 – Valori medi annuali di cadmio nel PM10 degli ultimi anni nelle stazioni di Aosta. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 5 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Nella figura seguente vengono riportati i valori medi annuali di cadmio nelle deposizioni atmosferiche. I valori misurati nel 2016, ad eccezione del sito industriale di Aosta Pépinière, appaiono in linea con quelli degli anni precedenti e risultano inferiori al valore soglia di 2 µg/m<sup>2</sup>/giorno previsto da normative nazionali in vigore in altri paesi europei.

Nel sito industriale si sono registrati valori di concentrazione al suolo mensili molto più elevati rispetto agli altri siti, in particolare nel periodo primaverile-estivo.

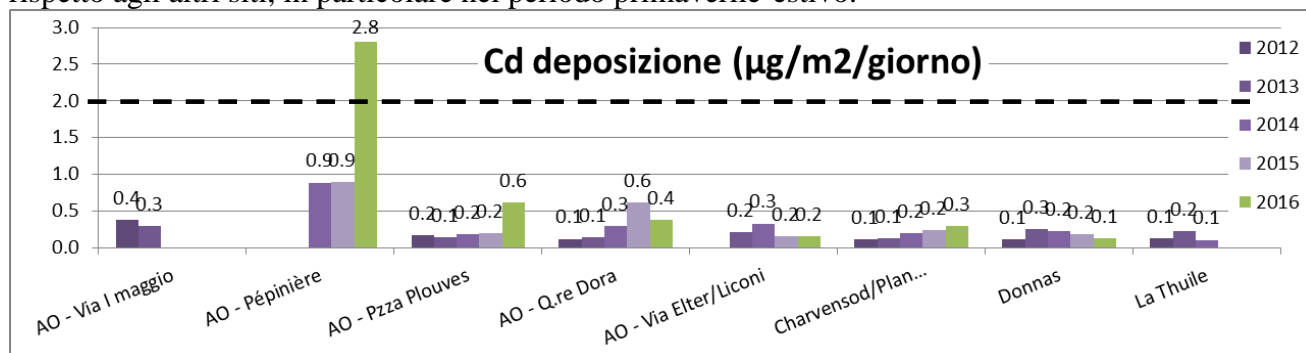


Figura 21 - Valori medi annuali di cadmio nelle deposizioni espressi in µg/m<sup>2</sup>/giorno misurati in Valle d'Aosta. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia di 2 µg/m<sup>2</sup>/giorno previsto da normative nazionali in vigore in altri paesi europei. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 3.10.3 Piombo

Nella figura seguente vengono riportati i valori di piombo nel PM10.

I valori misurati nel 2016 sono in linea con quelli degli anni precedenti e risultano ampiamente inferiori al valore obiettivo di 500 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010.

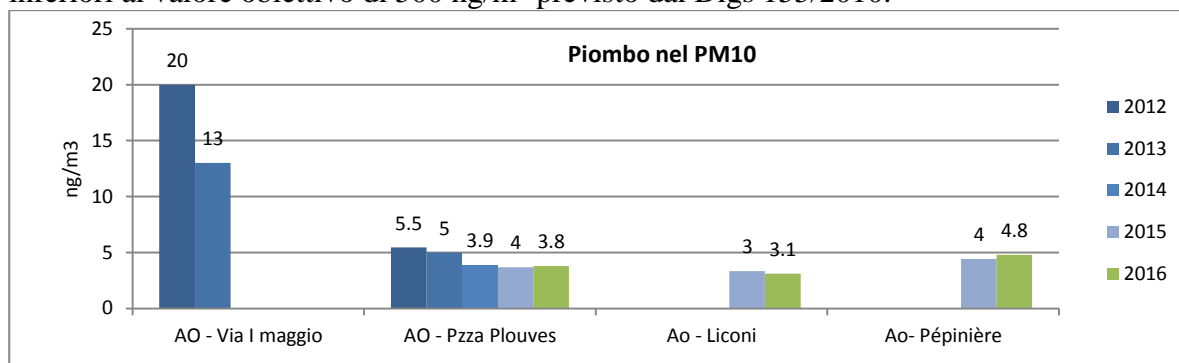


Figura 22 – Valori medi annuali di Piombo nel PM10 degli ultimi anni nelle stazioni di Aosta. Il valore limite non è indicato in figura ed è pari a 500 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII (in verde i dati relativi al 2016)

Nella figura seguente vengono riportati i valori medi annuali di piombo nelle deposizioni atmosferiche. I valori misurati risultano ampiamente inferiori al valore soglia di 100 µg/m<sup>2</sup>/giorno previsto da normative nazionali in vigore in altri paesi europei (Germania, Svizzera, Croazia).

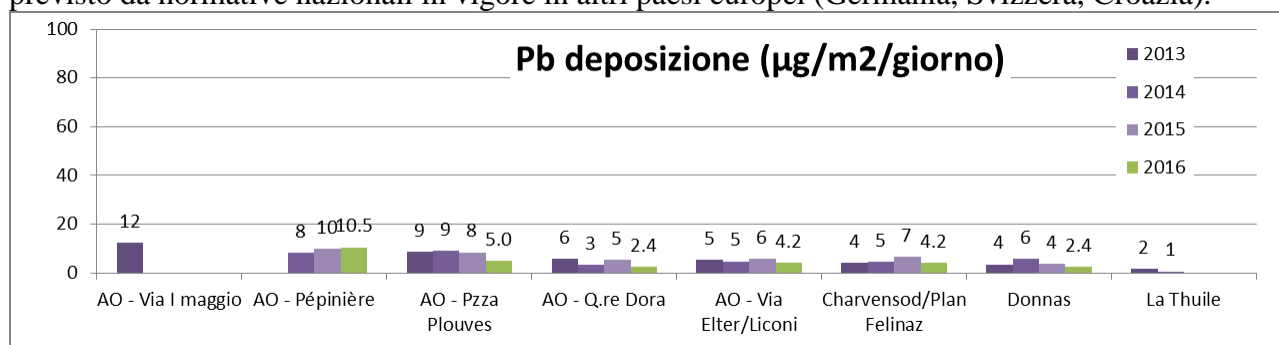


Figura 23 – Valori medi di piombo nelle deposizioni misurati in Valle d' Aosta. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia di 2 µg/m<sup>2</sup>/giorno previsto da normative nazionali in vigore in altri paesi europei. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 3.10.4 Arsenico

Per quanto riguarda le misure di arsenico nel PM10, pur valutando che non si tratta di un inquinante critico per la qualità dell'aria in Aosta in quanto non sono presenti fonti di emissione rilevanti di tale metallo, dal 2014 anche la misura di arsenico viene condotta con la stessa copertura temporale degli altri metalli. Il valore medio annuo per ogni sito è riportato nel grafico seguente e tutti risultano molto inferiori al limite normativo pari a  $6 \text{ ng/m}^3$ .

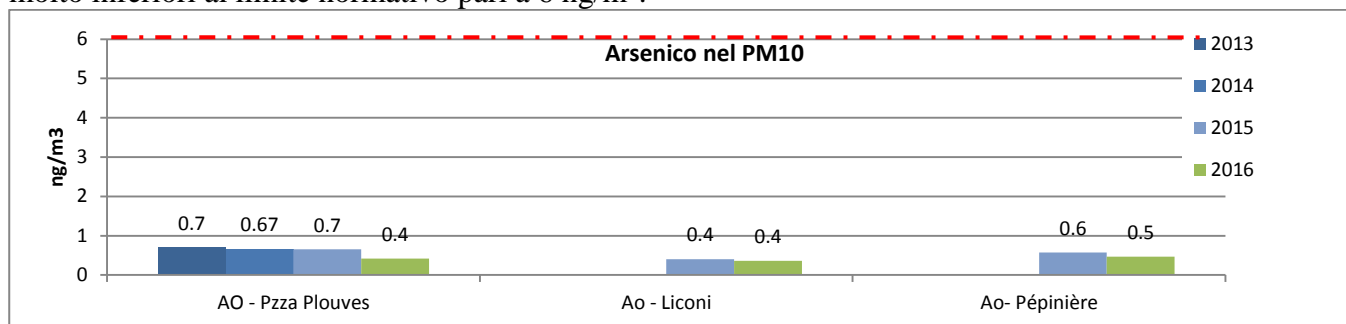


Figura 24 – Valori medi annuali di Arsenico nel PM10 degli ultimi anni misurati ad Aosta. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a  $6 \text{ ng/m}^3$  previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII (in verde i dati relativi al 2016)

Nella figura seguente vengono riportati i valori medi annuali di arsenico nelle deposizioni atmosferiche. I valori misurati nel 2016 sono in linea con quelli dell'anno precedente ad eccezione del sito industriale dove si registra un evidente aumento dovuto ad un valore particolarmente elevato registrato nel mese di maggio 2016.

Complessivamente risultano comunque tutti inferiori ai valori soglia previsti da alcune normative nazionali come ad esempio quelle in vigore in Croazia e Germania ( $4 \text{ } \mu\text{g/m}^2/\text{giorno}$ ).

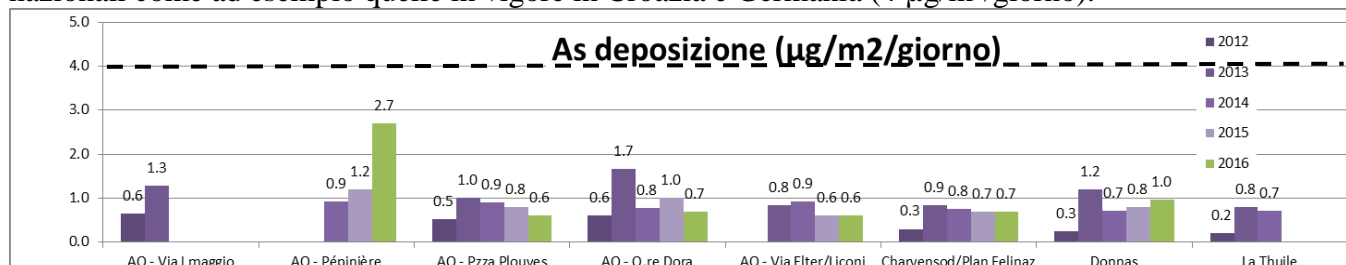


Figura 25 – Valori medi annuali di arsenico nelle deposizioni espressi in  $\mu\text{g/m}^2/\text{giorno}$ . In verde i valori relativi all'ultimo anno

### 3.10.5 Cromo

Nella Figura 26 seguente vengono presentati i valori medi annui di cromo nel PM10 misurati stazioni di Aosta negli ultimi anni.

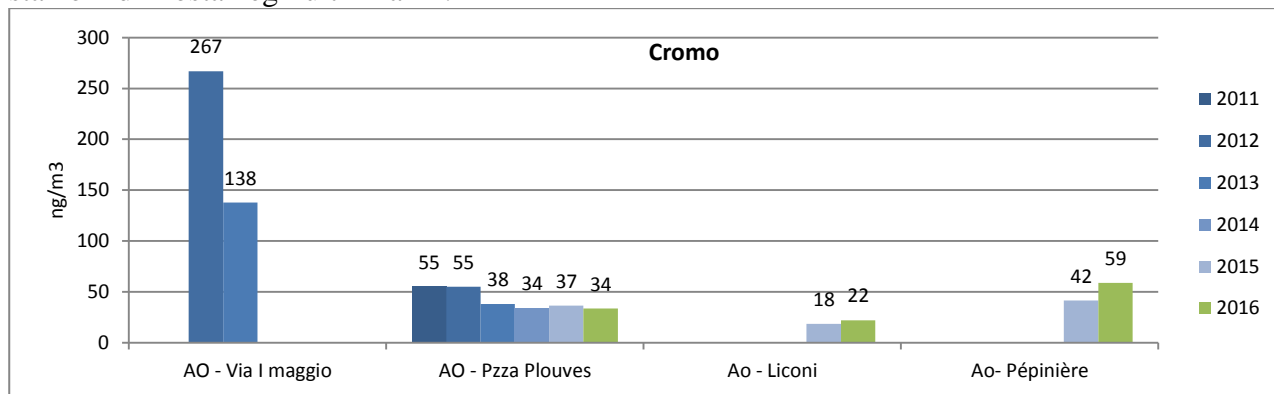


Figura 26 – Valori medi annuali di cromo nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Nella Figura 27 seguente vengono rappresentati i valori di cromo nelle deposizioni misurati nei siti della Valle d'Aosta negli ultimi anni.

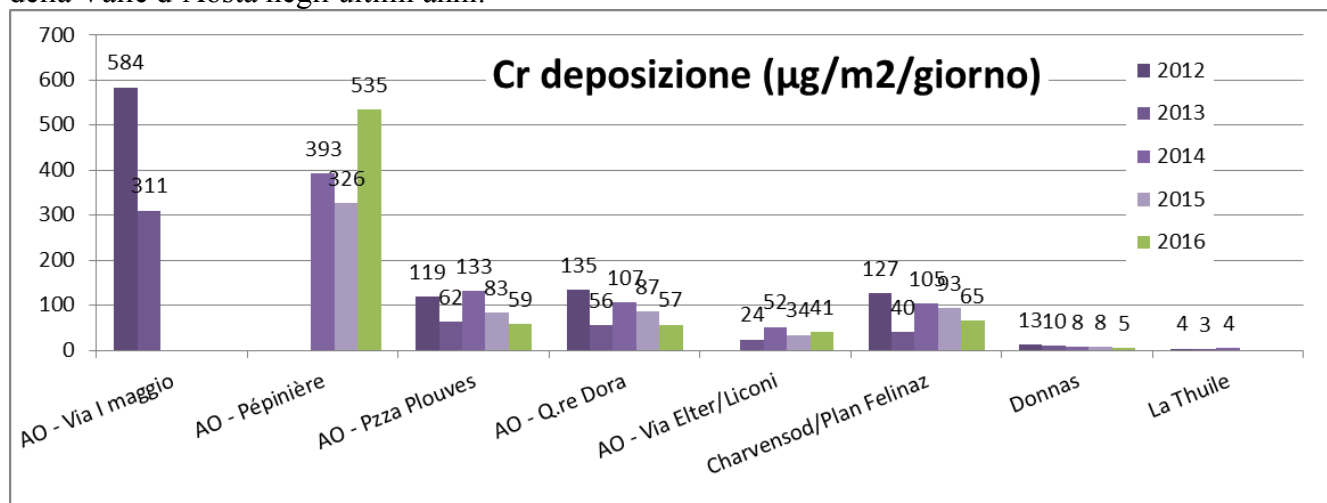


Figura 27 – Valori medi di cromo nelle deposizioni misurati in Valle d'Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Come per il nichel, anche il cromo misurato nei siti di via Col du Mont e quello di via Liconi hanno evidenziato un aumento delle concentrazioni medie annue in aria ambiente rispetto a quanto rilevato nel primo anno di misure (2015).

E' in corso una valutazione delle possibili cause che possono aver portato a tale aumento delle concentrazioni di nichel in aria ambiente.

### 3.10.6 Zinco

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di zinco nel PM10 misurati stazioni di Aosta negli ultimi.

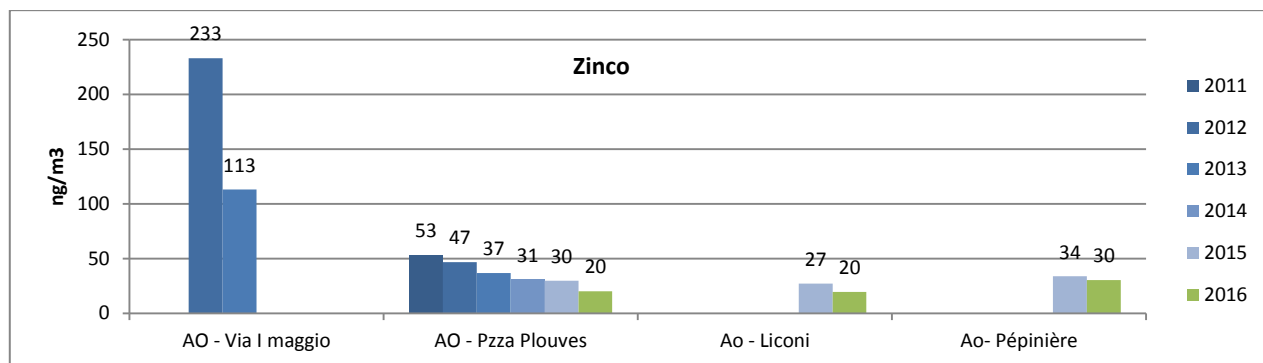


Figura 28 – Valori medi annuali di zinco nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Nella figura seguente vengono rappresentati i valori di zinco nelle deposizioni misurati nei siti di Aosta negli ultimi anni. I valori risultano inferiori al valore soglia di 400 µg/m<sup>2</sup>/giorno previsto dalla normativa in vigore in Svizzera.

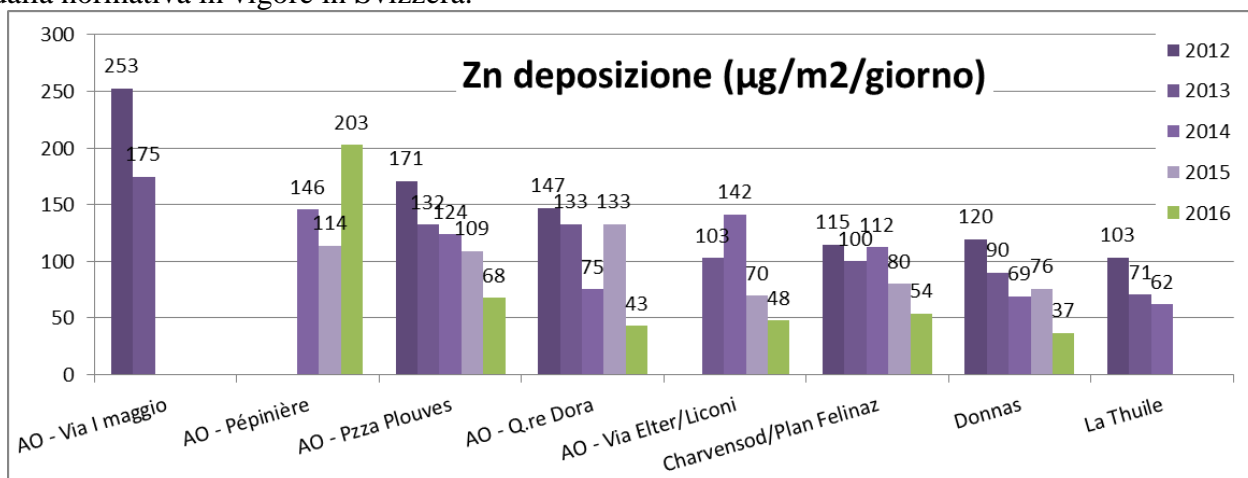


Figura 29 – Valori medi di zinco nelle deposizioni misurati in Valle d'Aosta. Il valore soglia di 400 µg/m<sup>2</sup>/giorno previsto da normative nazionali in vigore in altri paesi europei non viene mai superato. In verde i dati relativi all'ultimo anno (dati 2016 non definitivi)

### 3.10.7 Manganese

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di manganese nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta negli ultimi anni.

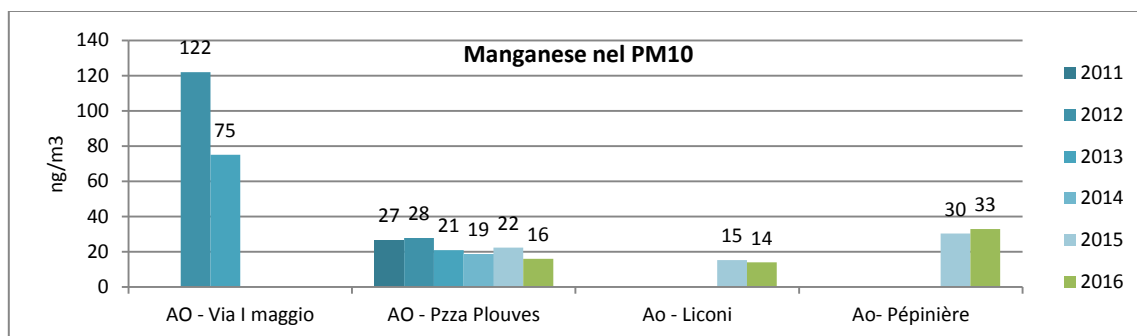


Figura 30 – Valori medi annuali di manganese nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Nella figura seguente vengono rappresentati i valori di manganese nelle deposizioni misurati nei siti di Aosta negli ultimi anni.

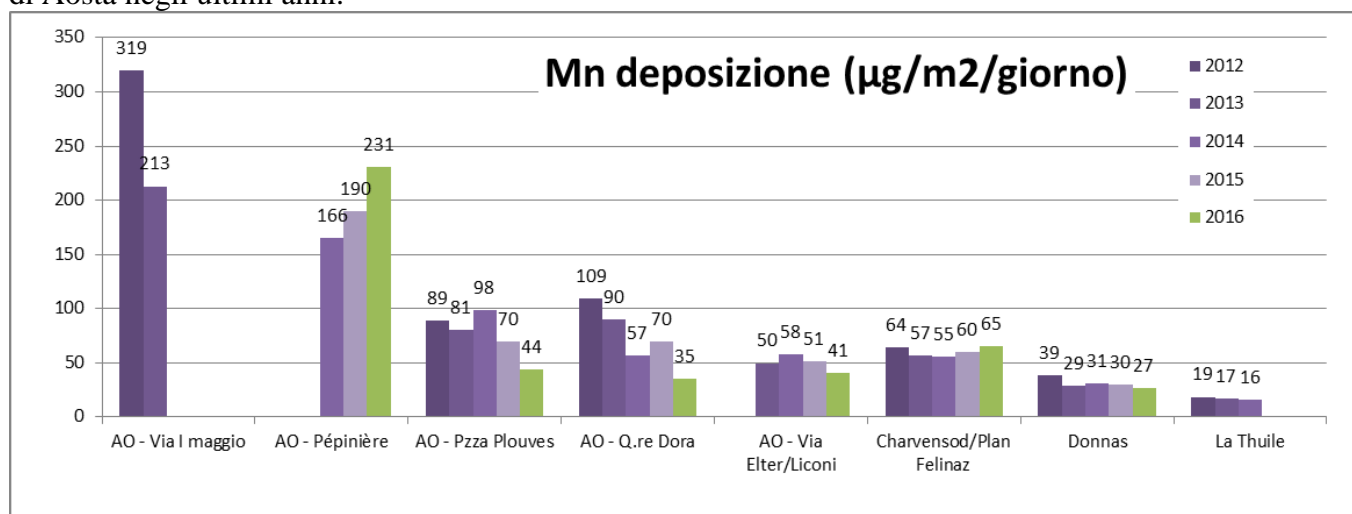


Figura 31 – Valori medi di manganese nelle deposizioni misurati in Valle d'Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 3.10.8 Ferro

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di ferro nel PM10 misurati negli ultimi anni nelle stazioni della piana di Aosta.

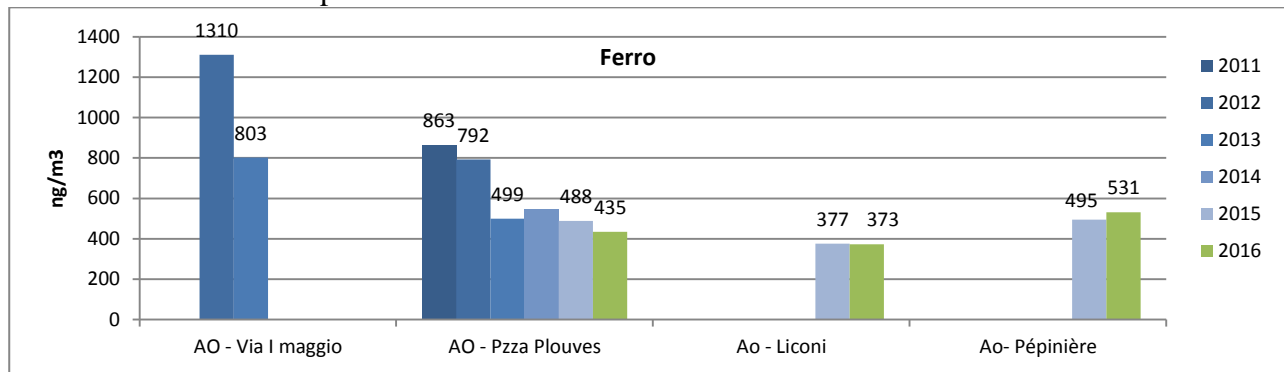


Figura 32 – Valori medi annuali di ferro nel PM10 misurati ad Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Nella Figura 33 seguente vengono rappresentati i valori di ferro nelle deposizioni misurati nei siti della Valle d' Aosta negli ultimi anni.

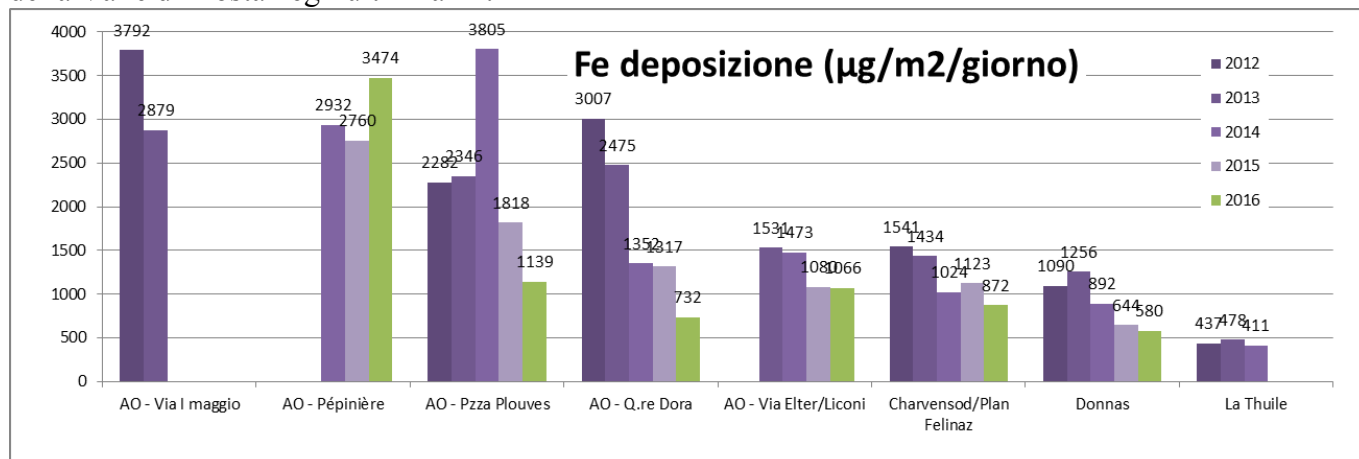


Figura 33 – Valori medi di ferro nelle deposizioni misurati in Valle d'Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

In generale le concentrazioni dei metalli nelle deposizioni mostrano una diminuzione in tutti i siti di misura ad eccezione del sito di Aosta –Pépinière.

## 4 Simulazioni modellistiche

In parallelo all'attività di misura degli inquinanti attraverso la rete di monitoraggio della qualità dell'aria, e in accordo con le indicazioni del DLgs. 155/2010, ARPA utilizza un sistema modellistico per simulare le dinamiche di dispersione e trasformazione chimica degli agenti inquinanti atmosferici nello spazio e nel tempo.

I dati di ingresso utilizzati per le simulazioni modellistiche sono le stime delle emissioni di inquinanti nel territorio (date da trasporti, riscaldamento, industria, ecc.) desunte dall'Inventario regionale delle emissioni ed i parametri meteorologici che determinano il loro trasporto nell'aria.

I risultati modellistici trovano generalmente un buon accordo con i dati delle misure e comunque all'interno del range di accettabilità previsto dalla normativa.

Vengono di seguito riportate le mappe regionali delle concentrazioni medie annuali degli ossidi d'azoto e del particolato PM10 riferite all'ultimo aggiornamento svolto, il 2016.

Nella scala cromatica le zone rosse rappresentano aree di superamento del limite normativo.

La simulazione di calcolo annuale riporta per i due inquinanti valori più elevati lungo l'asse della valle principale ed in particolare nella Plaine di Aosta.

Le concentrazioni risultano comunque per entrambi gli inquinanti inferiori al limite normativo.

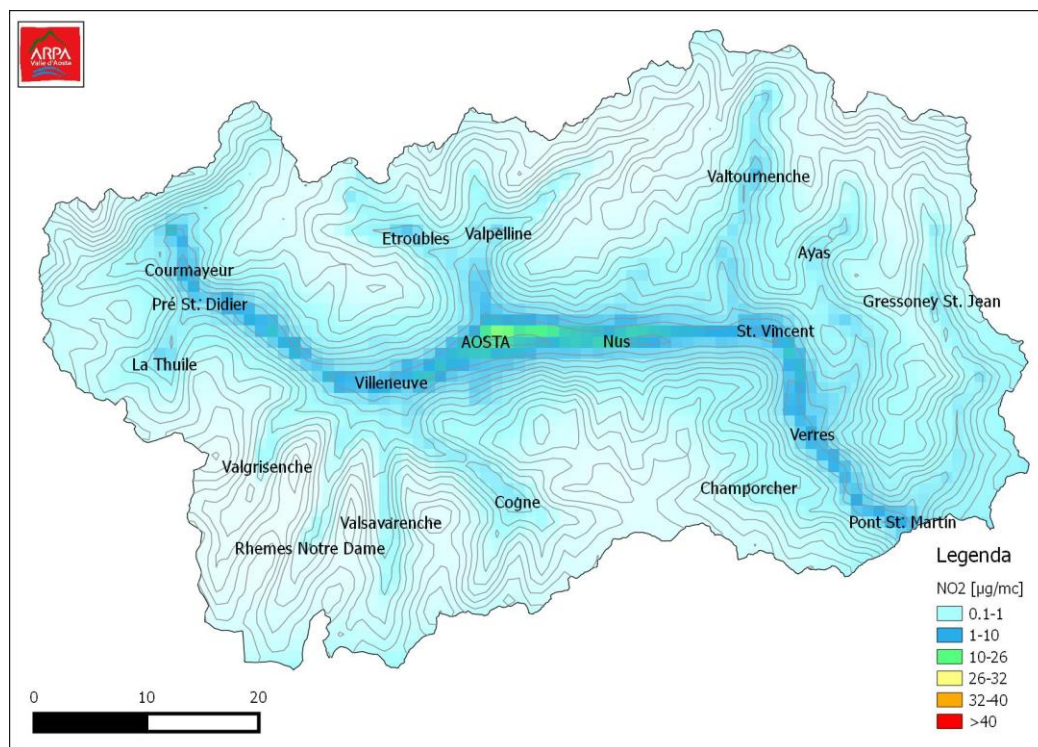


Figura 34 – Concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub> (Inventario emissioni 2015 e meteorologia del 2016)





Regione Autonoma Valle d'Aosta  
**Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente**  
Région Autonome Vallée d'Aoste  
**Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement**



---

ARPA VALLE D'AOSTA  
Loc. Grande Charrière 44 - 11020 Saint-Christophe (AO)  
tel. 0165 278511 - fax 0165 278555 - cod. fisc. e p.iva 00634260079  
www.arpa.vda.it - arpa@arpa.vda.it - PEC: [arpavda@cert.legalmail.it](mailto:arpavda@cert.legalmail.it)



Management  
System  
ISO 9001:2008

www.tuv.com  
ID 9105083827

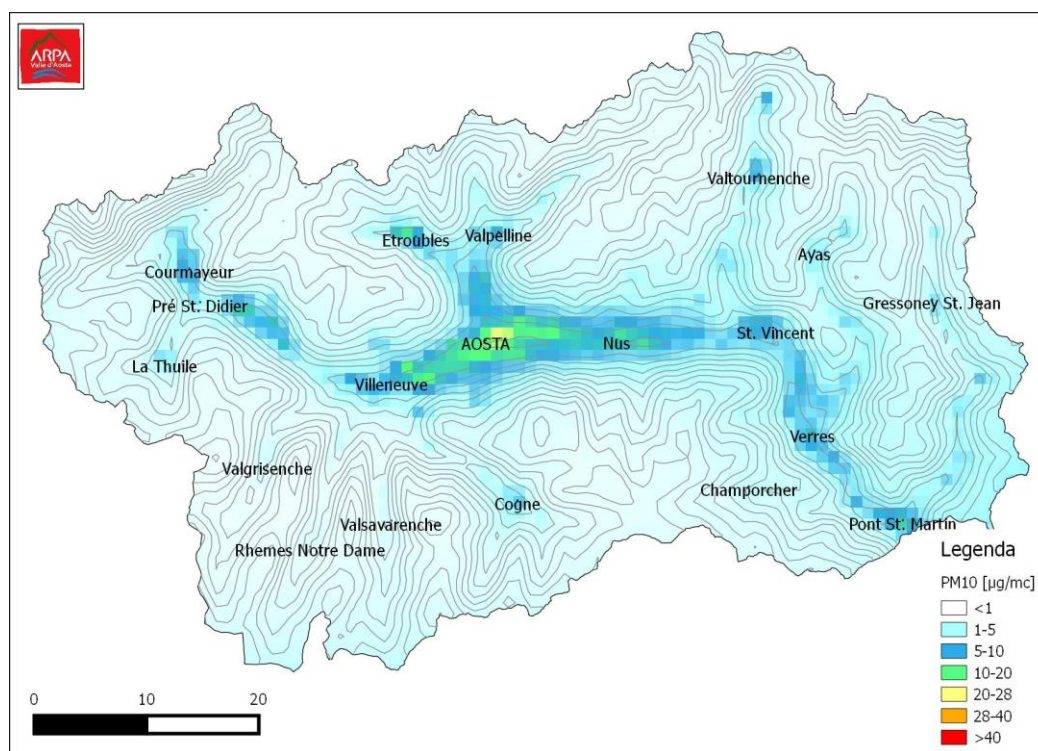


Figura 35 – Concentrazioni medie annuali di PM10 (Inventario emissioni 2015 e meteorologia del 2016)

Con l'utilizzo degli strumenti modellistici sono stati stimati i contributi alle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera dovuti sia ai diversi settori emissivi presenti in regione sia all'apporto da fonti esterne al territorio regionale.

Nelle figure seguenti sono riportati in percentuale i contributi dei diversi settori alle concentrazioni di biossido di azoto e di polveri PM10 per alcuni siti valdostani.

Si può osservare come i contributi cambino a seconda delle caratteristiche geografiche, economiche, antropiche ed insediative della località.

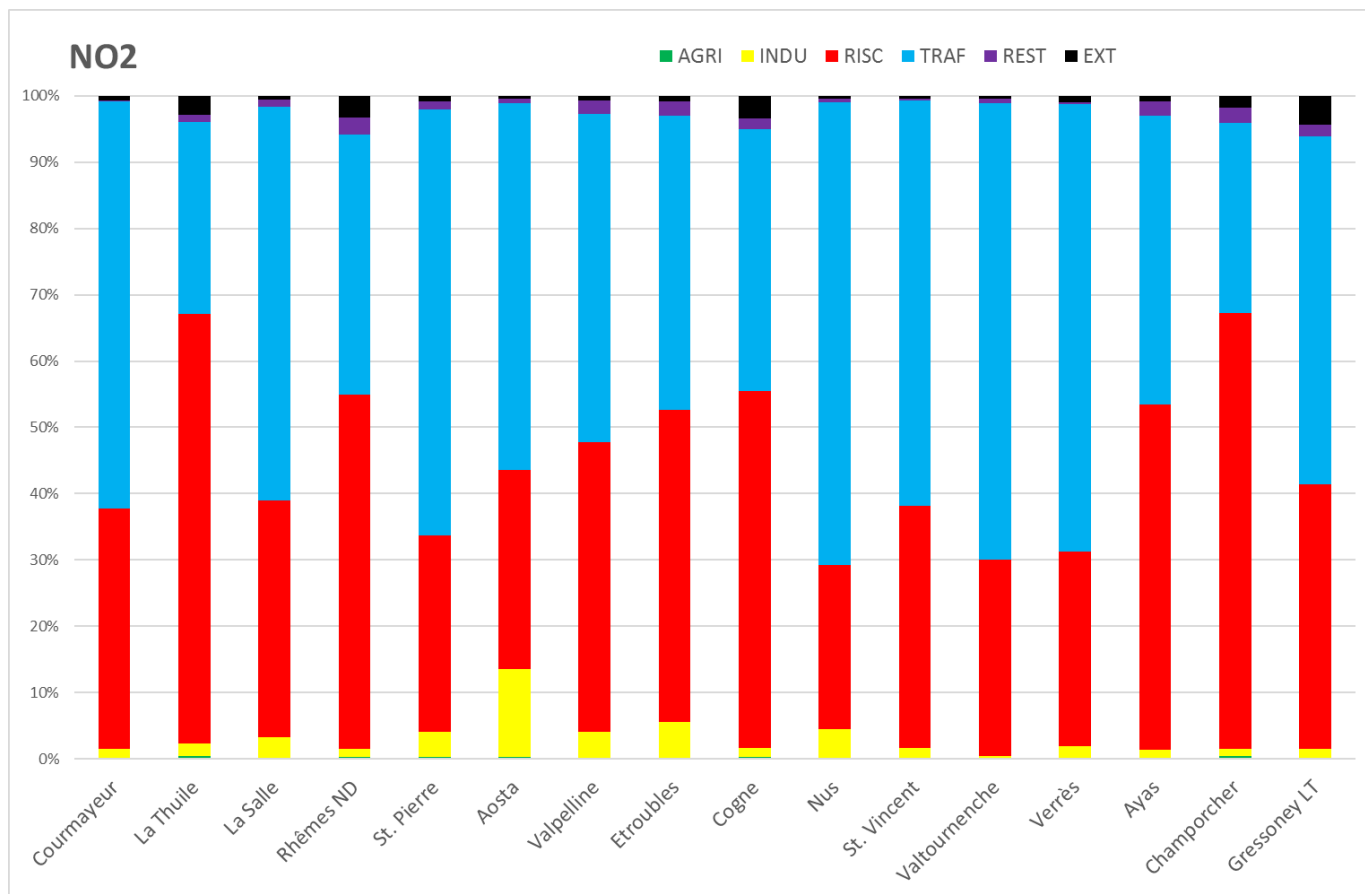


Figura 36 – Contributi delle principali fonti di emissione di NO<sub>2</sub> presso alcune località

(AGRI = agricoltura e allevamento, INDU = industria, RISC = riscaldamento edifici, TRAF = trasporti, REST = altre fonti, EXT = fonti di regioni confinanti)

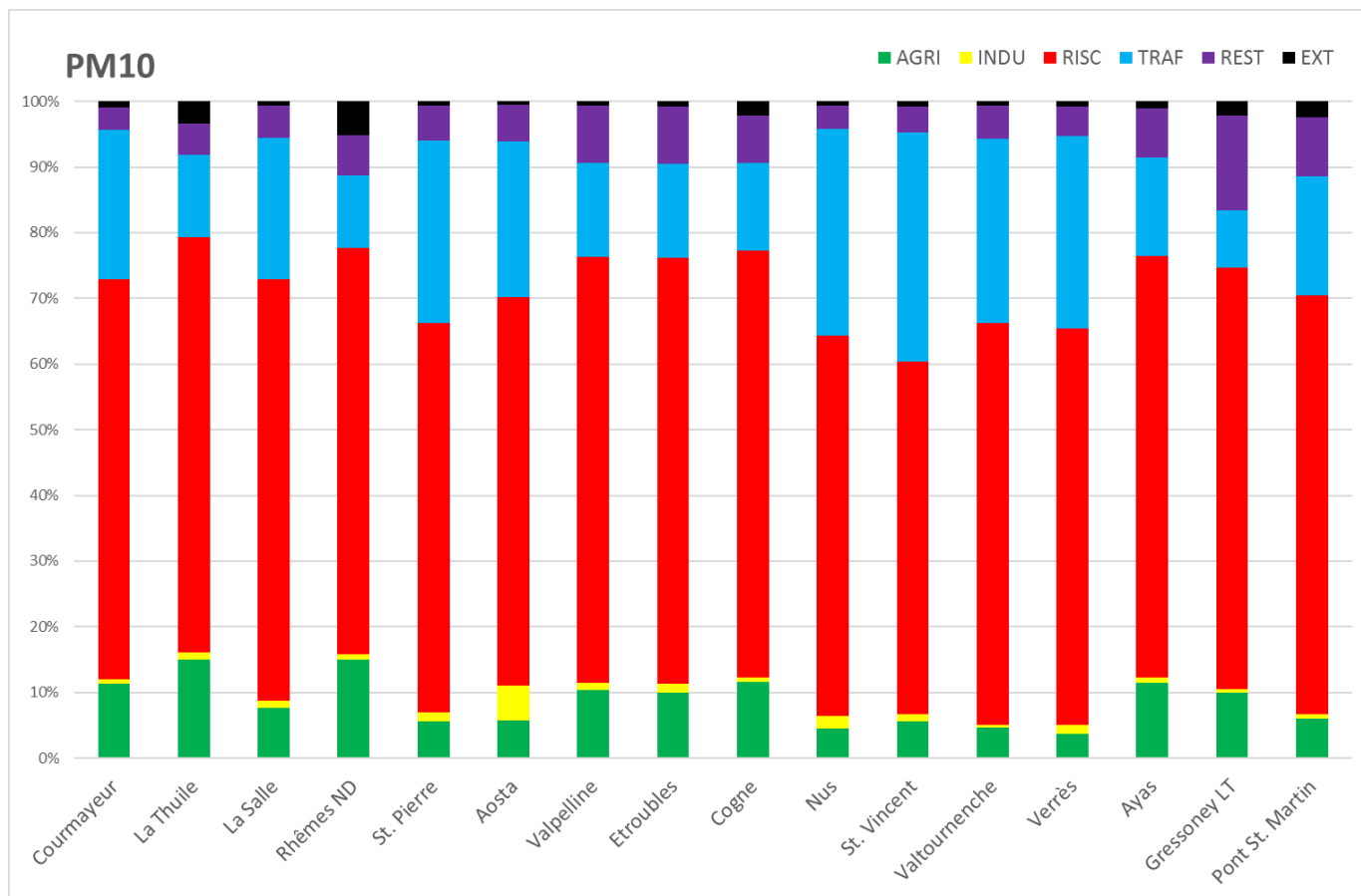


Figura 37 – Contributi delle principali fonti di emissione PM10 presso alcune località  
 (AGRI = agricoltura e allevamento, INDU = industria, RISC = riscaldamento edifici, TRAF = trasporti, REST = altre fonti, EXT = fonti di regioni confinanti)