



Saint-Christophe, 15 Luglio 2019 – Aggiornamento relativo alle misure di metalli

## **Qualità dell'aria in Valle d'Aosta** Aggiornamento a 31 dicembre 2018

### **Sommario**

Premessa.....	3
1.1 Risultati di sintesi 2018 .....	3
1.2 Le emissioni in atmosfera: inventario regionale .....	4
1.3 La modellistica di dispersione .....	4
1.4 Reti di misura: .....	5
1.4.1 La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria - RMQA.....	5
1.4.2 La rete di misura dei metalli nelle deposizioni atmosferiche totali .....	6
2 Gli inquinanti .....	6
2.1 Polveri PM10 e PM2.5 .....	6
2.1.1 Inventario delle emissioni .....	7
2.1.2 Livelli di riferimento .....	7
2.1.3 Metodo di misura .....	8
2.1.4 Siti di misura .....	8
2.1.5 Risultati delle misure .....	8
2.1.6 Risultati da modellistica di dispersione .....	12
2.2 Metalli pesanti nelle polveri PM10 .....	13
2.2.1 Livelli di riferimento .....	13
2.2.2 Metodi di misura .....	13
2.2.3 Siti di misura .....	13
2.2.4 Risultati delle misure dei metalli nel PM10 (Aggiornamento del 30/06/2019).....	14
2.3 Metalli nelle deposizioni atmosferiche.....	16
2.3.1 Livelli di riferimento .....	16
2.3.2 Metodo di misura .....	17
2.3.3 Siti di misura .....	17
2.3.4 Risultati delle misure dei metalli nelle deposizioni (Aggiornamento del 30/06/2019).....	18
2.4 IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici : Benzo(a)Pirene.....	20
2.4.1 Inventario delle emissioni .....	21
2.4.2 Livelli di riferimento .....	22

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

2.4.3	Metodi di misura .....	22
2.4.4	Siti di misura .....	22
2.4.5	Risultati delle misure .....	22
2.4.6	Influenza delle condizioni meteorologiche .....	23
2.4.7	Risultati da modellistica di dispersione .....	24
2.5	Biossido d'Azoto .....	25
2.5.1	Inventario delle emissioni .....	25
2.5.2	Livelli di riferimento .....	26
2.5.3	Metodi di misura .....	26
2.5.4	Siti di misura .....	26
2.5.5	Risultati delle misure .....	26
2.5.6	Risultati da modellistica di dispersione .....	29
2.6	Ozono .....	29
2.6.1	Livelli di riferimento .....	30
2.6.2	Metodi di misura .....	31
2.6.3	Siti di misura .....	31
2.6.4	Risultati delle misure .....	31
2.6.5	Risultati da modellistica di dispersione .....	33
2.7	Biossido di zolfo.....	33
2.7.1	Inventario delle emissioni .....	34
2.7.2	Valori di riferimento .....	35
2.7.3	Metodi di misura .....	35
2.7.4	Siti di misura .....	35
2.7.5	Risultati delle misure .....	35
2.7.6	Risultati da modellistica di dispersione .....	37
2.8	Monossido di Carbonio .....	37
2.8.1	Inventario delle emissioni .....	38
2.8.2	Livelli di riferimento .....	38
2.8.3	Metodi di misura .....	39
2.8.4	Siti di misura .....	39
2.8.5	Risultati delle misure .....	39
2.9	Benzene .....	40
2.9.1	Livelli di riferimento .....	40

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

2.9.2	Metodi di misura .....	40
2.9.3	Siti di misura .....	40
2.9.4	Inventario delle emissioni .....	40
2.9.5	Risultati delle misure .....	41
2.9.6	Risultati da modellistica di dispersione .....	42

## **Premessa**

La valutazione della qualità dell'aria, che consiste nel determinare le concentrazioni degli inquinanti atmosferici e nel confrontare i valori ottenuti con i riferimenti normativi al fine di evidenziare eventuali criticità, è fatta utilizzando un sistema integrato le cui componenti sono:

- le misure strumentali della rete di monitoraggio
- i dati dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera
- i risultati prodotti dai modelli di qualità dell'aria

Solo considerando questi tre insiemi di dati come parte di un sistema è possibile arrivare ad una valutazione della qualità dell'aria che fornisca informazioni non solo sullo stato della qualità dell'aria, ma anche su quali sono i principali responsabili dell'inquinamento ed è in questo modo che si possono definire gli ambiti di intervento per il miglioramento della qualità dell'aria.

La presente relazione fornisce una descrizione dello stato della qualità dell'aria aggiornata al 2018 e della sua evoluzione nel corso degli ultimi 10 anni sulla base dei dati rilevati attraverso le attività di monitoraggio; inoltre, sono presentati i risultati della modellistica di dispersione degli inquinanti applicata all'intero territorio regionale per il 2018.

I risultati sono esposti analizzando singolarmente ogni inquinante.

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

- principali caratteristiche ed effetti sulla salute umana e sull'ambiente
- indicazione delle principali sorgenti emissive, suddivise per categorie, come stimato nell' inventario regionale
- metodi di misura utilizzati
- indicatori statistici di sintesi ottenuti con misure strumentali
- mappe di concentrazione annuali risultanti dalle simulazioni modellistiche.

I valori misurati di concentrazione degli inquinanti vengono riportati mediante indicatori di sintesi che permettono un confronto con i limiti previsti dalla vigente normativa. Qualora questi non siano presenti, il paragone viene fatto con riferimenti vigenti in altri paesi oppure indicati da enti internazionali per la tutela della salute umana che, costituiscono comunque un utile termine di confronto per apprezzare l'entità del valore fornito.

Nella presente relazione sono riportati i valori della concentrazione di tutti gli inquinanti previsti dalla normativa, ad eccezione dei metalli pesanti contenuti nel particolato fine e nelle deposizioni atmosferiche.

## **1.1 Risultati di sintesi 2018**

La valutazione della qualità dell'aria, nel complesso, si può definire molto buona.

*C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera*

Si sottolinea una generale diminuzione delle concentrazioni di tutti gli inquinanti che risulta particolarmente significativa per il benzo(a)pirene.

Questi valori sono fortemente influenzati dalle condizioni meteorologiche del periodo invernale. In particolare i mesi di gennaio e dicembre 2018 hanno registrato temperature superiori alle medie del periodo. Permane un'unica criticità legata all'ozono, inquinante secondario e soggetto a fenomeni di trasporto a scala sovregionale.

## **1.2 Le emissioni in atmosfera: inventario regionale**

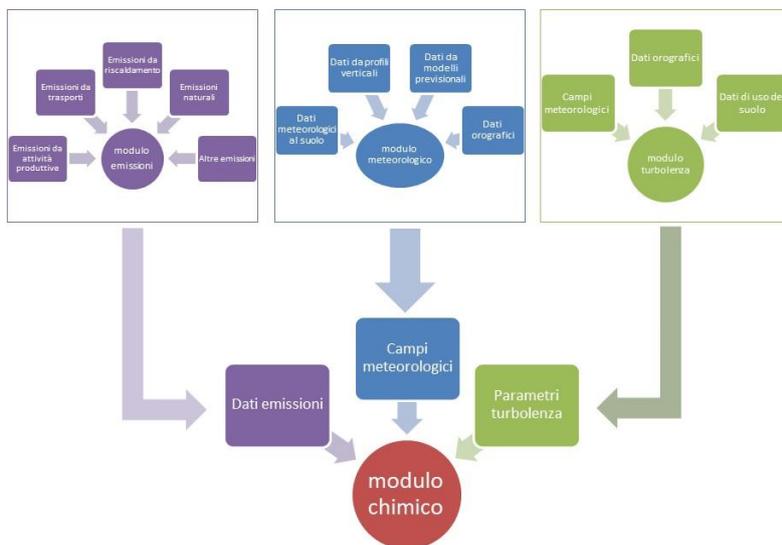
Le sostanze inquinanti emesse da una fonte antropica o naturale in atmosfera si indicano genericamente con il termine di emissioni in atmosfera. La conoscenza delle fonti di emissione è fondamentale per comprendere i fenomeni di inquinamento e per la definizione di azioni per il miglioramento della qualità dell'aria. In Valle d'Aosta, l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è stato creato e viene periodicamente aggiornato da ARPA. Si tratta di una serie organizzata di dati relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e da attività antropiche: esso contiene informazioni non solo sulla quantità ma anche sulla distribuzione spaziale e temporale delle emissioni prodotte. L'ultimo aggiornamento disponibile è relativo al 2017.

## **1.3 La modellistica di dispersione**

I modelli matematici che simulano il comportamento degli inquinanti in atmosfera sono strumenti molto complessi in quanto devono riprodurre i principali processi subiti dagli inquinanti in aria: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche. Le elaborazioni prodotte dal sistema modellistico permettono:

- di estendere l'informazione sulle concentrazioni di inquinanti in aria a tutto il territorio regionale (anche dove non sono presenti siti di misura);
- di formulare ipotesi di scenari emissivi e di simularne gli effetti sulla qualità dell'aria, a scala regionale o locale;
- di valutare gli impatti di una particolare sorgente emissiva sulla qualità dell'aria a scala locale o a microscala;
- di prevedere lo stato della qualità dell'aria;
- di valutare i contributi delle diverse sorgenti emissive alle concentrazioni di inquinanti in aria (*source apportionment*).

Il sistema modellistico è costituito da diversi codici di calcolo integrati tra di loro: i dati in ingresso (gli inventari delle emissioni, i dati geografici necessari alla descrizione dell'orografia, della topografia, dell'uso del suolo e del dettaglio urbano, i dati meteorologici e quelli chimici) vengono elaborati in modo da produrre tutte le informazioni necessarie al modello chimico di qualità dell'aria, in grado di ricostruire i campi tridimensionali di concentrazione dei diversi inquinanti.



Le mappe presentate in questa relazione sono state prodotte utilizzando, come dati di ingresso al modello chimico, i dati meteorologici misurati nel 2018 nelle stazioni della rete meteorologica regionale, in modo da riprodurre le reali condizioni meteorologiche dell'anno considerato, ed i dati di emissione elaborati a partire dal più recente aggiornamento dell'inventario regionale, ovvero quello del 2017.

## 1.4 Reti di misura:

### 1.4.1 La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria - RMQA

La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, operante dagli anni '90, è uno strumento conoscitivo pensato per fornire informazioni relative allo stato generale della qualità dell'aria sull'intero territorio regionale e non finalizzato esclusivamente alla verifica del rispetto dei limiti di legge.

La configurazione della rete, nel corso degli anni, è stata modificata sulla base delle nuove richieste normative nonché sull'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	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AOSTA Mont Fleury (fino a 2018)	FS		X				X			
AOSTA Via I° Maggio 2007- primi mesi 2014 riavviata dal 01/2018	I		X	X				X		X
AOSTA Qre Dora 2005 - 2014	FU		X					X		2006 fino al 2010
AOSTA via Col du Mont (Pépinière) da 02/2014-31/12/18	I		X					X		X

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



AOSTA via. Liconi dal 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 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

In aggiunta alla rete di monitoraggio di qualità dell'aria prevista dalla normativa europea e italiana, in considerazione sia delle peculiarità del contesto emissivo (presenza di una acciaieria nel contesto urbano), sia dell'evoluzione della domanda conoscitiva, è stata nel tempo avviata una rete di misura relativa alle deposizioni atmosferiche.

#### 1.4.2 La rete di misura dei metalli nelle deposizioni atmosferiche totali

La rete di misura delle deposizioni nella città di Aosta è concentrata intorno allo stabilimento siderurgico e fornisce l'informazione relativa alle concentrazioni di metalli pesanti presenti nelle deposizioni rilevate nel corso di ogni mese.

Nel 2018 i punti di misura di cui essa è costituita sono i seguenti :

- Aosta:
  - Piazza Plouves (fondo urbano),
  - Via Liconi (fondo urbano),
  - Pépinière (industriale suburbano)
  - Cas Ovest (all'interno dello stabilimento CAS)
  - I Maggio

## 2 **Gli inquinanti**

### 2.1 **Polveri PM10 e PM2.5**

Si definisce PM10 il particolato solido o liquido sospeso in atmosfera che è composto da particelle con un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (1 µm=0,001mm) e PM2.5 quello costituito da 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 le misure selettive del PM10 e del PM2.5, stabilendo per esse specifici valori di riferimento.

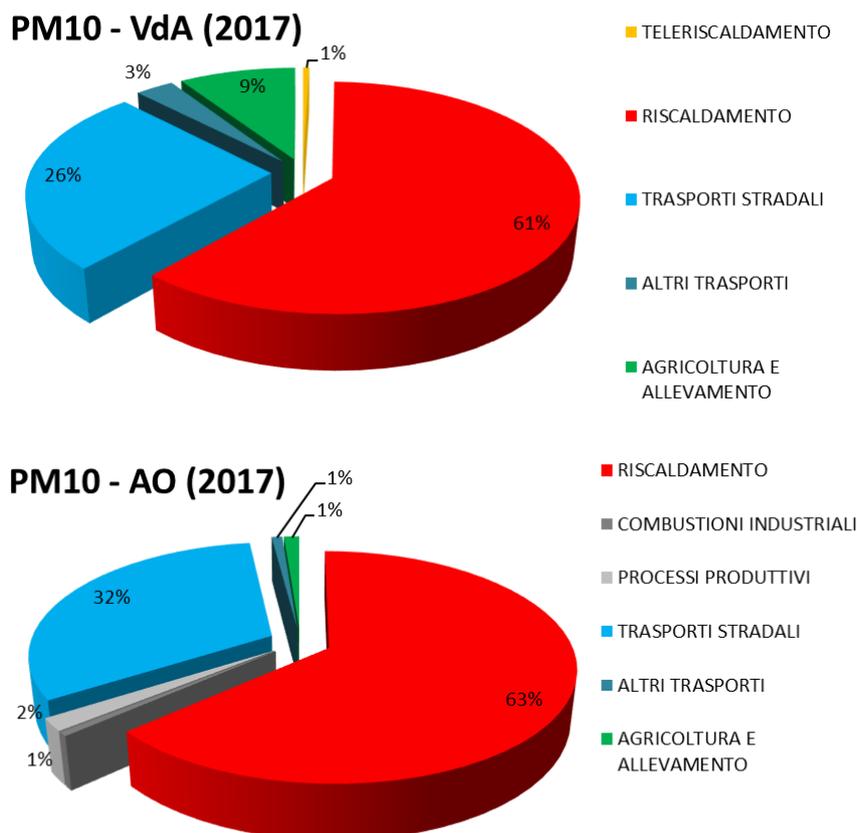
Più le particelle sono fini, più i tempi di permanenza in atmosfera diventano lunghi e possono, quindi, essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione.

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).

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### 2.1.1 Inventario delle emissioni

Considerando l'insieme delle fonti che originano l'emissione di particolato a livello regionale, si osserva che il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile legnoso, risulta esserne il principale responsabile.



### 2.1.2 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 il D.Lgs. prevede la valutazione della sola media annuale imponendo per essa 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>

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

### 2.1.3 Metodo di misura

Le misure di PM10 e PM2.5 sono state condotte secondo il metodo UNI EN 12341:2014, previsto dal DLgs 155/2010 o equivalenti nel rispetto della UNI EN 16450:2017. La copertura temporale delle misure di PM10 realizzate nei siti urbani della città di Aosta è quasi pari al 100%.

### 2.1.4 Siti di misura

Nel 2018 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 - Pépinière, situata in via Col du Mont (industriale suburbano) – PM10;
- Aosta – I Maggio (industriale suburbano) – PM10;
- Donnas (fondo rurale) - PM10;
- La Thuile (fondo remoto rurale) – Misura effettuata con metodo automatico (TEOM) non più rispondente ai criteri di equivalenza richiesti dalla normativa vigente - PM10.
- Courmayeur – Entrèves (traffico) – La misura effettuata fino al 2017 con metodo automatico (TEOM), nel 2018 è stata sostituita con un nuovo strumento ottico, rispondente ai criteri previsti dalla normativa vigente.

### 2.1.5 Risultati delle misure

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

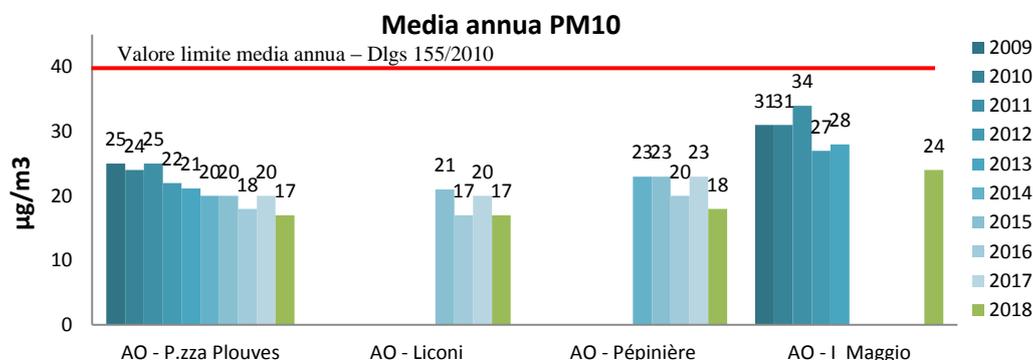


Figura 1 – Valori medi annuali di PM10 misurati sul territorio regionale negli ultimi 10 anni: nel primo grafico i valori relativi alle stazioni di Aosta. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

In ogni sito di misura regionale i valori medi annuali sono ampiamente inferiori al valore limite previsto dalla normativa pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media annua).

Nel 2018, in tutti i siti, le concentrazioni medie si sono attestate intorno a valore inferiori a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 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 confrontabile 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 risultano essere molto inferiori al limite normativo.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

Nel sito industriale di Ao - via I Maggio le concentrazioni medie annue sono maggiori che in area urbana, presumibilmente a causa del risollevarimento di polveri provenienti da emissioni fuggitive depositate sui tetti dello stabilimento industriale.

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

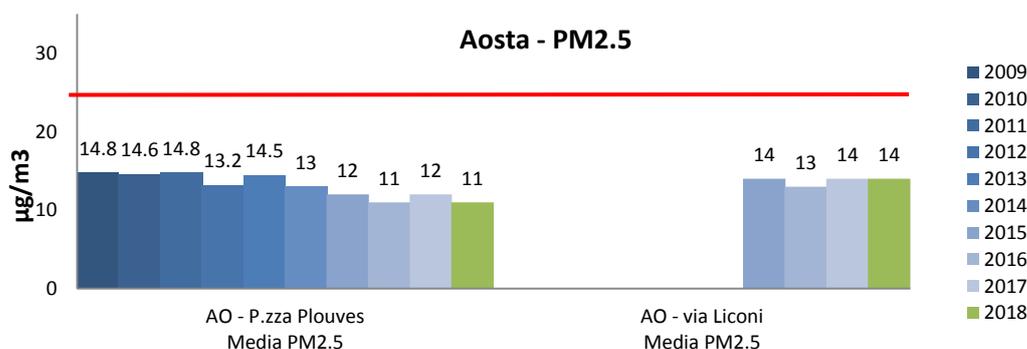


Figura 2 – Valori medi annuali di PM2.5 misurati nella stazione di Aosta- Piazza Plouves e nella stazione di Aosta-Liconi. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

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.

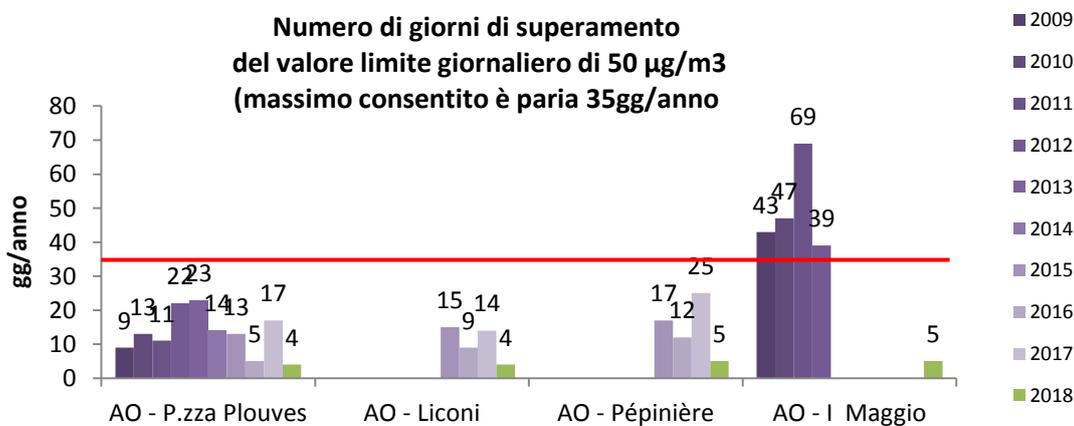


Figura 3 – Numero di giorni di superamento della media giornaliera di PM10 pari a 50 µg/m<sup>3</sup> negli ultimi 10 anni nelle stazioni di Aosta. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Nel 2018 i dati di polveri mostrano una diminuzione per quanto riguarda la media annuale e il numero di giorni di superamento delle concentrazioni di PM10 e, mentre il valore medio di PM2.5 rimane costante. In particolare si osserva che il numero di giorni di superamento nella stazione industriale di via I Maggio è notevolmente diminuito rispetto ai valori misurati prima del 2013, attestandosi su valori comparabili con quelli dei siti urbani.

Nel grafico sottostante sono riportate le concentrazioni medie mensile del 2018 misurate nelle 4 stazioni di Aosta.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

### PM10 media mensile 2018 - Stazioni di Aosta

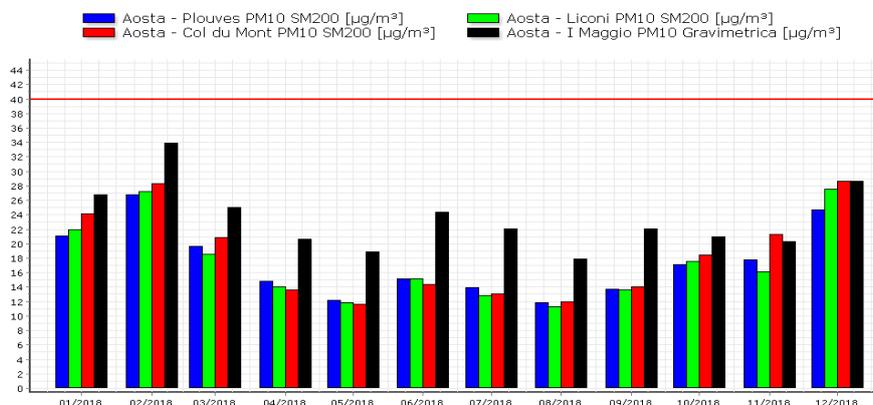


Figura 4 – Stazioni di Aosta: concentrazioni medie mensili di PM10 nel 2018. La linea orizzontale rossa rappresenta il valore limite annuale.

Il grafico evidenzia come le concentrazioni maggiori sono state registrate nella stagione fredda, durante la quale aumenta la pressione emissiva inquinante (si aggiunge il riscaldamento alle sorgenti di traffico e industria) e sono più frequenti le condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo degli stessi in aria (inversione termica).

E' interessante notare che nella stazione industriale di via I Maggio, le concentrazioni medie risultano più elevate rispetto a quelle misurate negli altri siti, in particolare durante i mesi primaverili/estivi.

L'aumento della ventilazione in questo periodo può generare il risollevarsi di polveri provenienti da emissioni fuggitive depositate sui tetti dello stabilimento industriale, andando ad aumentare le concentrazioni di PM10 nelle vicinanze del punto di emissione.

Nel 2019, per verificare che effettivamente l'aumento delle concentrazioni sia dovuto a particelle grossolane, è stato installato, nella stazione di Aosta I Maggio, un misuratore di polveri in grado di misurare contemporaneamente sia il diametro che la massa delle particelle che contribuiscono alla concentrazione misurata. I primi dati sembrano confermare l'ipotesi che il maggior contributo alla concentrazione misurata sia effettivamente dovuto a particelle con diametri "grandi" (>2.5µm).

Nei grafici sottostanti sono riportati gli andamenti delle polveri misurate nelle altre stazioni del territorio regionale.

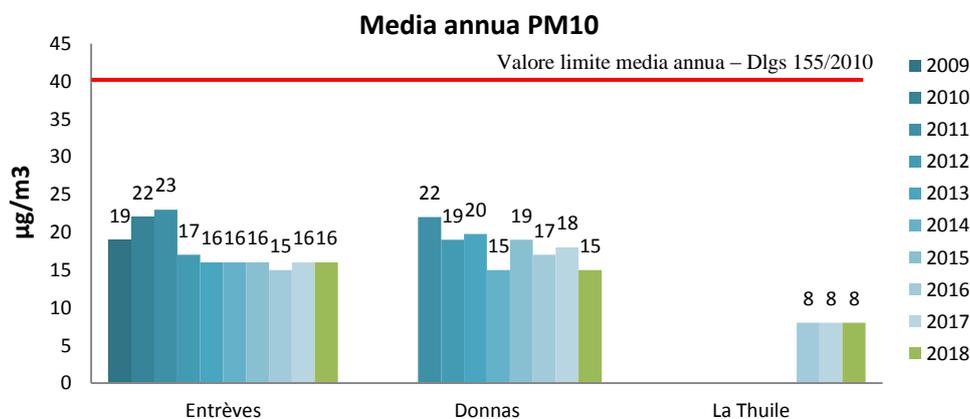


Figura 5 – Valori medi annuali di PM10 misurati sul territorio regionale negli ultimi 10 anni (esclusa Aosta). In verde i valori relativi all'ultimo anno.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

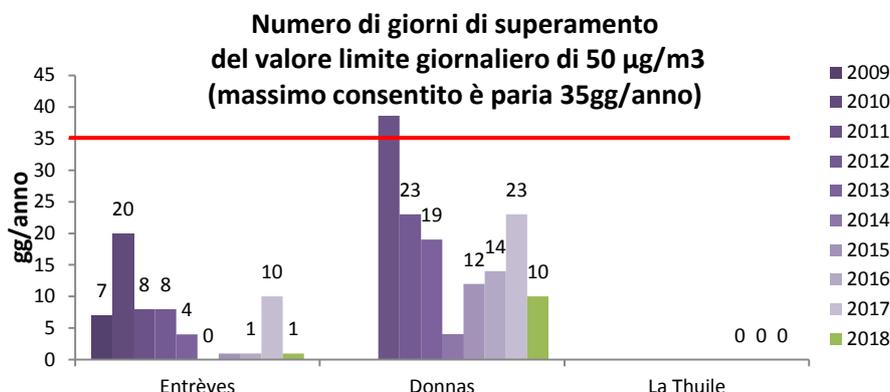


Figura 6 – Numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero di PM10 di 50 µg/m<sup>3</sup> misurati sul territorio regionale negli ultimi 10 anni (esclusa Aosta) . In verde i valori relativi all'ultimo anno.

La media annua di PM10 nel sito di **Donnas** è pari a 15 µg/m<sup>3</sup>, inferiore a quella misurata ad Aosta, mentre il numero di giorni di superamento nel 2018 è pari a 10 giorni, 7 registrati nei mesi di gennaio e febbraio e 3 a dicembre, dovuti anche al contributo di masse d'aria cariche di polveri provenienti dalla pianura padana, fenomeno che interessa in modo più marcato la Bassa Valle d'Aosta a causa della sua prossimità al bacino padano. Nei siti urbani di **Aosta** invece i superamenti sono stati 4.

Per quanto riguarda il rispetto della normativa, il numero di superamenti della media giornaliera di PM10 di 50 µg/m<sup>3</sup>, risulta, nel 2018, ampiamente inferiore alla soglia di 35 in tutti i siti regionali

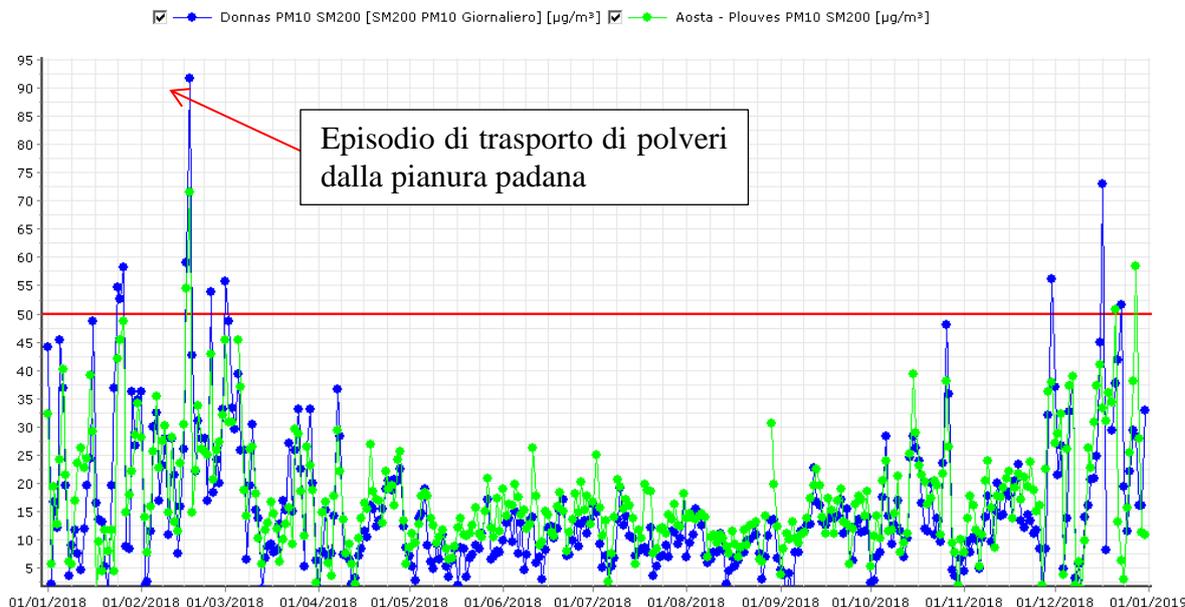


Figura 7 –Media giornaliera di PM10 misurate nel 2018 nelle stazioni di Ao-piazza Plouves (verde) e Donnas(blu).

E' da evidenziare che le fonti di emissioni locali (trasporto, riscaldamento, industria), non sono sufficienti per dare spiegazione ad alcuni episodi interessanti che richiedono di considerare anche fenomeni di più ampia scala e dinamiche esterne al territorio regionale.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

Ad esempio, si osserva a fine febbraio una giornata con valori particolarmente elevati che si discostano sensibilmente dall'andamento del periodo. Tale evento sembra riconducibile ad un fenomeno di avvezione (trasporto) di masse d'aria dalla pianura Padana cariche di particolato, avvenuto intorno al 17 febbraio 2018 quando le concentrazioni medie giornaliere di PM10 sono quasi raddoppiate (circa 100 µg/m<sup>3</sup>) rispetto ai valori medi del periodo. All'ingresso della Valle (nella stazione di Donnas) sono stati misurati i valori più elevati, 92 µg/m<sup>3</sup>, mentre ad Aosta sono stati misurati 71.5µg/m<sup>3</sup>. Il metodo che permette di individuare gli episodi di avvezione consiste nell'utilizzo combinato di diverse informazioni:

- i giorni che presentano misure di PM10 non in linea con l'andamento "tipico" del periodo;
- il confronto tra i dati misurati "a terra" dalla rete di monitoraggio con quelli ottenuti mediante il Lidar (LIght Detection And Ranging) – ceilometer che offre preziose informazioni relative alla distribuzione verticale (profilo) dell'aerosol e contribuisce alla comprensione delle dinamiche di trasporto di masse d'aria su scale spaziali di centinaia di chilometri;
- la provenienza delle masse d'aria mediante l'analisi dei dati meteorologici misurati e calcolati con un modello meteorologico;
- l'analisi della composizione chimica e granulometrica del particolato stesso.

Quando si è in presenza di trasporto di masse d'aria, provenienti ad esempio dalla pianura padana, le caratteristiche del particolato atmosferico cambiano rispetto a quelle tipiche regionali: il profilo verticale mostra la presenza di grandi quantità di particolato fine anche a quote elevate e, comunque, a quote superiori a quelle tipiche dell'accumulo dovuto a sorgenti locali. La granulometria (la dimensione delle particelle che compongono le polveri) è, inoltre, generalmente molto piccola, <2.5µm e anche la composizione chimica cambia rispetto a quella tipica del particolato emesso localmente.

### 2.1.6 Risultati da modellistica di dispersione

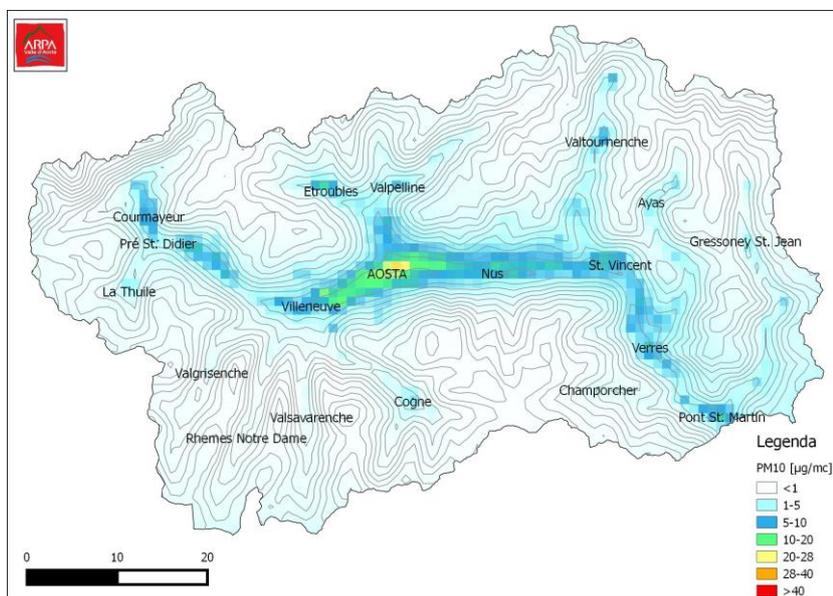


Figura 8 - La simulazione modellistica annuale della qualità dell'aria rileva concentrazioni medie annuali di polveri PM10 inferiori al limite normativo. Le polveri PM10 risultano maggiormente presenti in corrispondenza dei centri abitati valdostani.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

## 2.2 Metalli pesanti nelle polveri PM10

Nell'aria ambiente, i metalli sono presenti come frazione del particolato. Sebbene i metalli rappresentino una frazione minima<sup>1</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 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). 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.

### 2.2.1 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

### 2.2.2 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 realizzate nei siti urbani della città di Aosta è intorno al 60%, con i giorni distribuiti in maniera uniforme nell'arco dell'anno.

### 2.2.3 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 comunque ben rappresentate dai valori 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 2018, è stata condotta nei seguenti siti:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano);
- Aosta via Liconi (fondo urbano);

<sup>1</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.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

- Aosta – via Col du Mont/Pépinière (industriale);
- Aosta – via I Maggio (industriale).

Nel 2017 sono terminati i lavori di costruzione del parcheggio multipiano di via I Maggio e la stazione che era presente nel 2013 è stata riposizionata indicativamente nella stessa posizione in cui si trovava. A partire dal 2018 sono attivi gli strumenti di misura per la determinazione di PM10, metalli e IPA su PM10 e NO<sub>2</sub>. Alla luce dei livelli di nichel misurati nel 2016 (durante il quale si è superato il valore obiettivo) nella stazione di Pépinière/via Col du Mont, si è deciso di mantenere ancora attiva la stazione per tutto il 2018, al fine di permettere un confronto significativo sullo stesso periodo di misura con i dati misurati nella stazione di via I Maggio.

#### 2.2.4 Risultati delle misure dei metalli nel PM10 (Aggiornamento del 30/06/2019)

Nel presente paragrafo vengono riportati i livelli di metalli nel PM10 e nelle deposizioni atmosferiche misurati nel 2018 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).

##### 2.2.4.1 Nichel

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

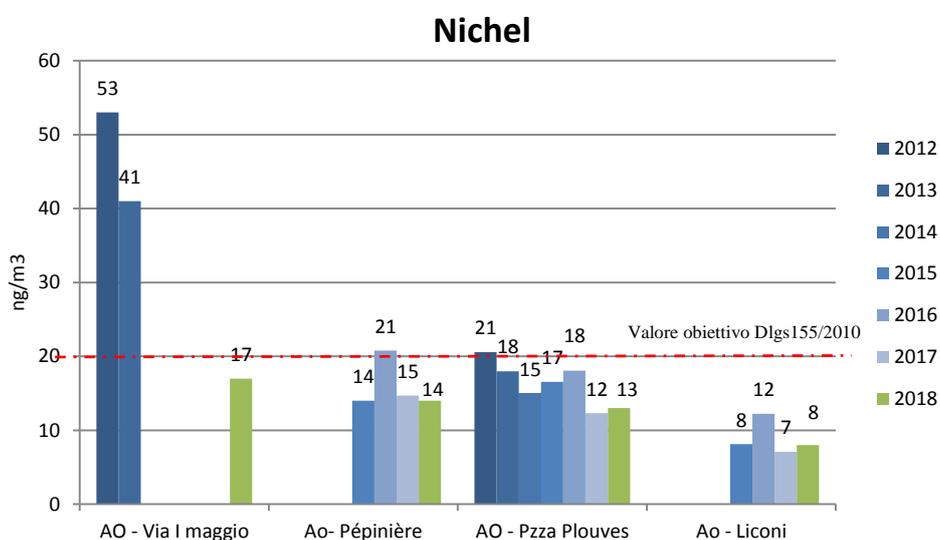


Figura 9: Valori medi annuali di nichel nel PM10 degli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 20 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno

##### 2.2.4.2 Cadmio

Nella figura seguente vengono riportati i valori di **cadmio nel PM10**. I valori misurati nel 2018 in tutti i siti di Aosta sono pari a 0.1 ng/m<sup>3</sup>.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

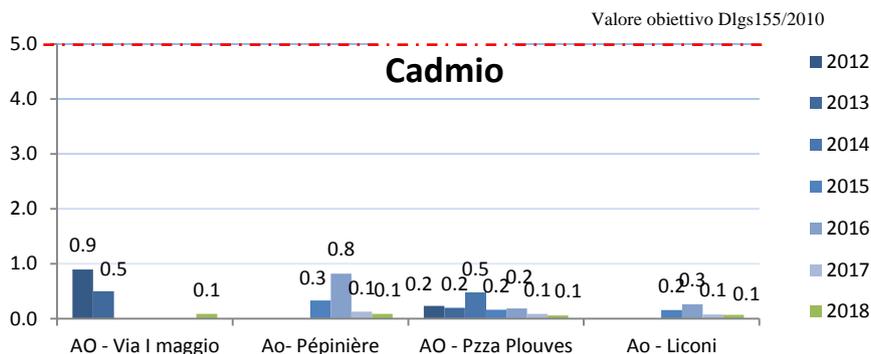


Figura 10: Valori medi annuali di cadmio nel PM10 degli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 5 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 2.2.4.3 Arsenico

L'arsenico non è di un inquinante critico per la qualità dell'aria in Aosta in quanto non sono presenti fonti di emissione rilevanti di tale metallo. Il valore medio annuo di **arsenico nel PM10** per ogni sito è riportato nel grafico seguente e risulta molto inferiore al limite normativo pari a 6 ng/m<sup>3</sup>.

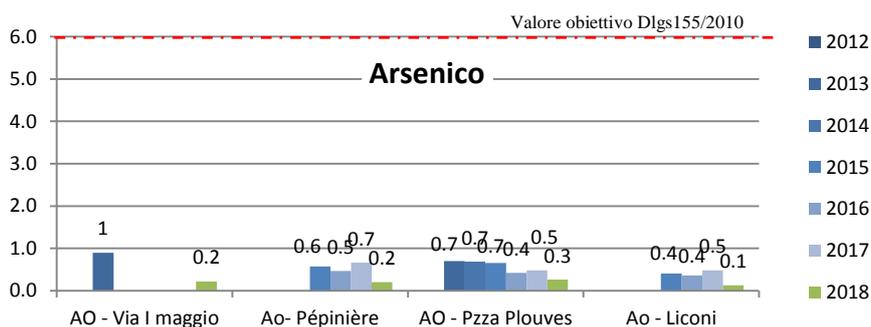


Figura 11: Valori medi annuali di arsenico nel PM10 degli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 6 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 2.2.4.4 Piombo

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

I valori misurati nel 2018 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.

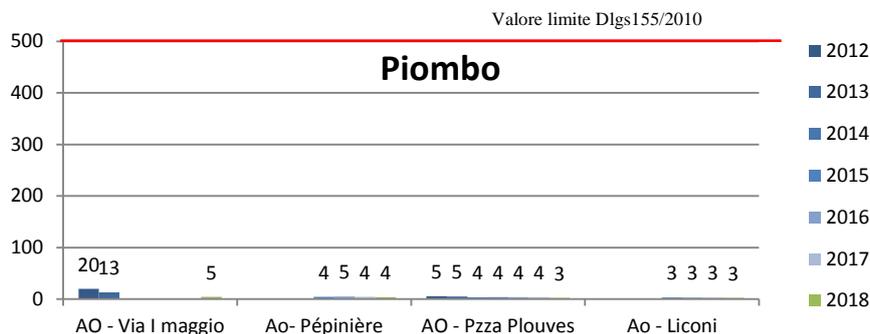


Figura 12 Valori medi annuali di cadmio nel PM10 degli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 5 ng/m3 previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno.

### 2.3 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.

L’attività di monitoraggio delle deposizioni in Valle d’Aosta viene attualmente condotta con l’obiettivo principale della caratterizzazione e della valutazione delle ricadute delle emissioni diffuse di polveri dello stabilimento CAS. Lo scopo è quello di monitorare l’andamento dei livelli di deposizione nel tempo in relazione alle azioni di mitigazione e contenimento delle emissioni diffuse messe in atto dall’azienda nell’ambito dell’Autorizzazione Integrata Ambientale.

L’analisi dei metalli nelle deposizioni è mirata alla ricerca dei traccianti riconducibili al ciclo produttivo dello stabilimento:

- nichel, cromo, molibdeno, manganese, cobalto, vanadio, che sono costituenti degli acciai prodotti;
- calcio e magnesio, che sono costituenti della scoria utilizzata per la produzione dell’acciaio;
- arsenico, cadmio, piombo, che sono possibili contaminanti del rottame avviato alla fusione.

A partire dal 2016 è stata introdotta anche l’analisi della deposizione totale, che consiste nella determinazione gravimetrica dell’intero materiale solido presente nel campione di deposizione sia in forma sospesa che disciolta.

#### 2.3.1 Livelli di riferimento

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

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

Tuttavia, alcuni stati europei, quali Germania, Svizzera, Belgio e Croazia hanno introdotto per alcuni metalli dei valori soglia (Figura 13). 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 13 – Valori limite di metalli nelle deposizioni atmosferiche in vigore in alcuni paesi europei

### 2.3.2 Metodo di misura

Il campionamento delle deposizioni viene condotto utilizzando un deposimetro di tipo bulk, costituito da un imbuto e da un contenitore di capacità pari a 10 litri collegati tra loro, entrambi in polietilene HDPE ad alta densità (Figura 14).



Figura 14– Deposimetro

Per il campionamento e per l'analisi dei metalli viene adottato il metodo UNI EN 15841:2010, recepito dal Dlg 155/2010 e s.m.i., che disciplina le modalità di valutazione della qualità dell'aria. Per la determinazione della deposizione totale viene adottato un metodo analitico interno, messo a punto dal laboratorio della nostra Agenzia sulla base della tecnica analitica adottata per la determinazione dei solidi sospesi totali nelle acque.

La durata di campionamento delle deposizioni è mensile e la copertura temporale dell'anno è pari al 100%.

### 2.3.3 Siti di misura

I punti di misura sono stati scelti in relazione alla posizione delle sorgenti di emissione diffusa dello stabilimento, costituite principalmente dal reparto acciaieria e dal reparto scorie, e individuando le zone di ricaduta mediante uno studio modellistico di dispersione nell'atmosfera e successiva deposizione delle polveri emesse da tali sorgenti (Figura 15).



Figura 15– Siti di misura del monitoraggio delle deposizioni atmosferiche (anno 2018).

Il monitoraggio delle deposizioni di metalli nel 2018 è stato condotto nei seguenti siti di misura del territorio regionale:

- AO - Piazza Plouves (fondo urbano) è un sito di fondo urbano che risente in misura significativa delle emissioni dello stabilimento;
- AO – I Maggio (industriale suburbano) è un sito, prossimo allo stabilimento che risente principalmente delle emissioni diffuse del reparto acciaieria;
- AO – via Col du Mont/Pépinère (industriale suburbano), è un sito posto a pochi metri dal confine dello stabilimento che risente sia delle emissioni del reparto acciaieria che del reparto scorie;
- AO - Liconi, a nord-ovest dell'acciaieria in un sito di fondo urbano, dove è presente la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria, meno influenzato dalle emissioni dell'acciaieria.

Un altro punto di misura localizzato nel sito rurale di Donnas, in bassa Valle al confine con il Piemonte, che si considera “bianco”, cioè sito che non risente della presenza dell'acciaieria, ma rappresentativo dei valori di fondo ambientale regionali. Tale sito è stato attivo fino al 2017, fornendo sempre valori pressochè costanti.

### 2.3.4 Risultati delle misure dei metalli nelle deposizioni (Aggiornamento del 30/06/2019)

#### 2.3.4.1 *Nichel*

I valori di deposizione di nichel misurati nei siti di fondo urbano di Aosta Piazza Plouves e Aosta via Liconi risultano molto prossimi al valore soglia di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$  previsto dalle normative in vigore in Germania e in Croazia.

Nel caso del sito industriale di Pépinère in via Col du il valore misurato risulta molto superiore rispetto al valore soglia di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ .

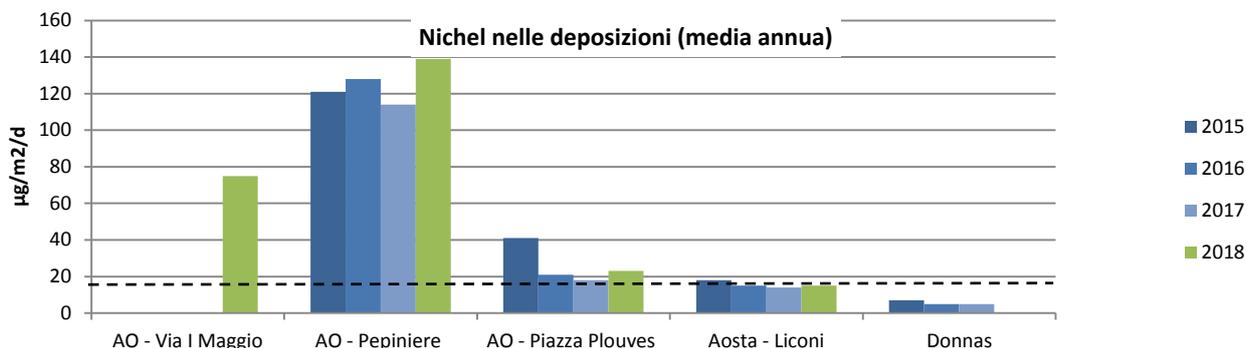


Figura 16 – Valori medi annuali di nichel nelle deposizioni misurati negli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore di riferimento pari a 15 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e Croazia

#### 2.3.4.2 Cadmio

I valori di deposizione di cadmio misurati nei siti di fondo urbano di Aosta - piazza Plouves e Aosta - Liconi risultano sensibilmente inferiori al valore soglia di 2 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania, Croazia e Svizzera.

Nel 2018 il valore medio di cadmio misurato nel sito industriale di Aosta Pépinière è risultato leggermente superiore a quello dei siti di fondo urbano, ma comunque sensibilmente inferiore al valore di riferimento.

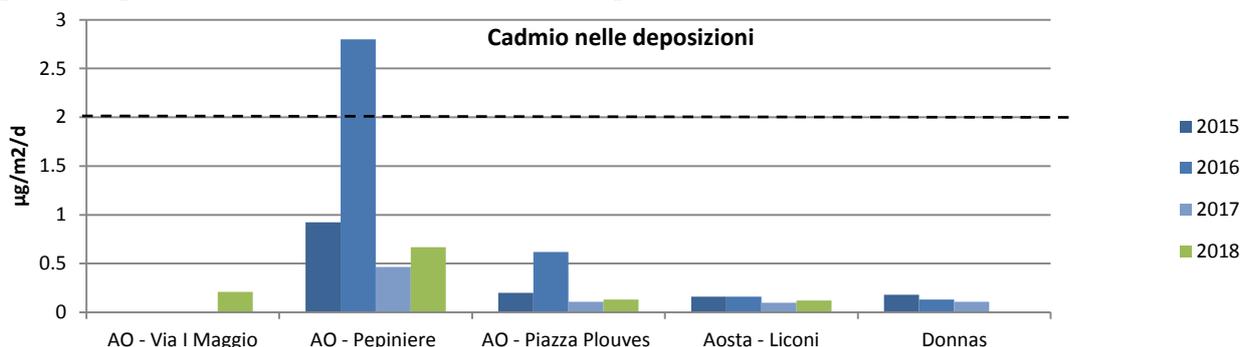


Figura 17 – Valori medi annuali di cadmio nelle deposizioni misurati negli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia pari a 2 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania, Croazia e Svizzera

Nel corso del 2017 i valori di deposizione di cadmio si sono confermati in linea con quelli degli ultimi mesi del 2016, in cui era stata osservata una progressiva diminuzione dei valori rispetto al periodo febbraio-luglio 2016, durante il quale erano stati rilevati valori sensibilmente più elevati degli anni precedenti. Tale fenomeno è stato ricondotto all'utilizzo accidentale di una partita di rottame contaminato nel ciclo di fusione dello stabilimento CAS.

#### 2.3.4.3 Arsenico

I valori di deposizione di arsenico misurati nei siti di fondo urbano di Aosta - piazza Plouves e Aosta - Liconi sono molto inferiori al valore soglia di 4 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e in Croazia.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

I valori misurati nel sito industriale di Aosta Pépinère, pur risultando superiori a quelli dei siti di fondo urbano, sono comunque inferiori al valore di riferimento.

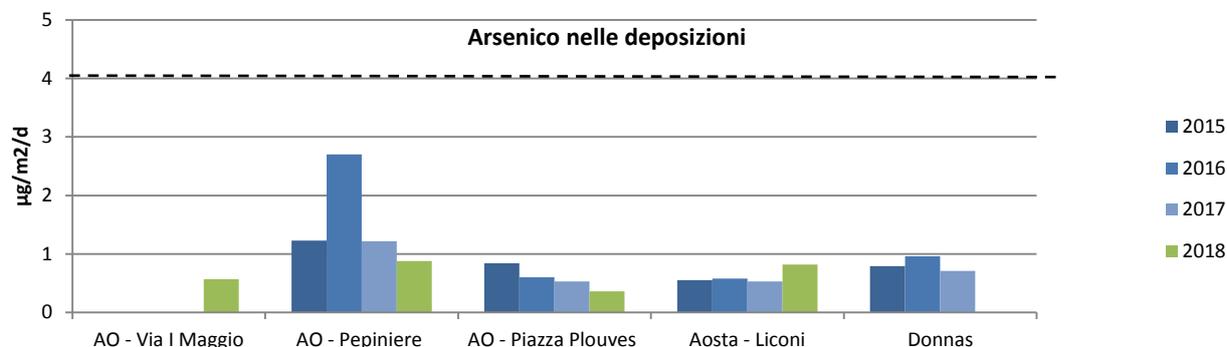


Figura 18 – Valori medi annuali di arsenico nelle deposizioni misurati negli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia pari a 4 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e Croazia

#### 2.3.4.4 Piombo

I valori di deposizione di piombo misurati nei siti di Aosta nel 2017 sono risultati compresi tra 3 e 5 µg/m<sup>2</sup>/d nei siti di fondo urbano di LIC e PL e pari a circa 6 µg/m<sup>2</sup>/d nel sito industriale di PEP.

Si tratta di valori molto inferiori al valore soglia di 100 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e in Croazia.

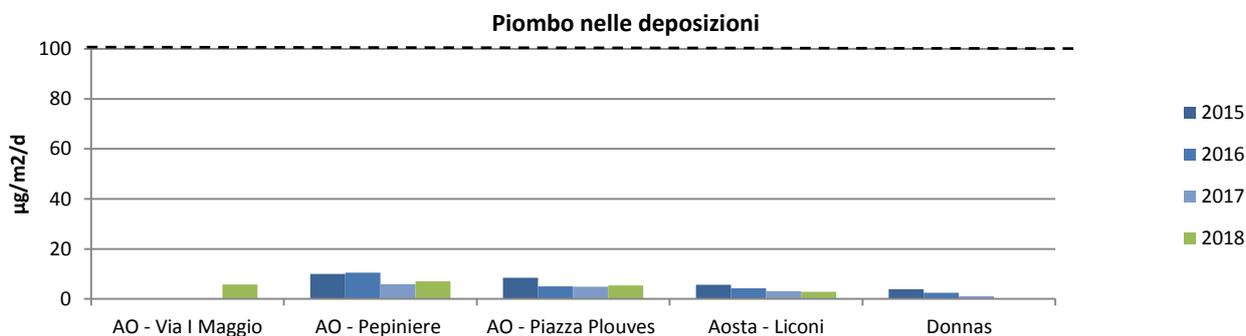


Figura 19 – Valori medi annuali di arsenico nelle deposizioni misurati negli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia pari a 100 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e Croazia

## 2.4 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). Sono, inoltre, 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).

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

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.

Gli IPA, sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano, essi sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e, quindi, in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue ed i tessuti. Sebbene 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 loro tendenza, ad accumularsi in alcuni tessuti degli esseri viventi (bioaccumulo), provocando effetti negativi sulla salute umana.

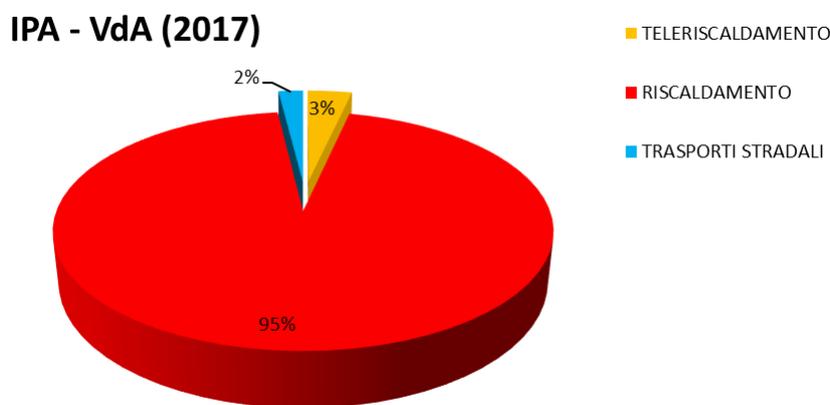
In atmosfera, l'esposizione agli IPA non è mai legata ad un singolo composto ma ad una miscela generalmente adsorbita sul particolato.

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). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra il Benzo(a)Pirene (BaP) e gli altri IPA, detto "profilo IPA", è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

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).

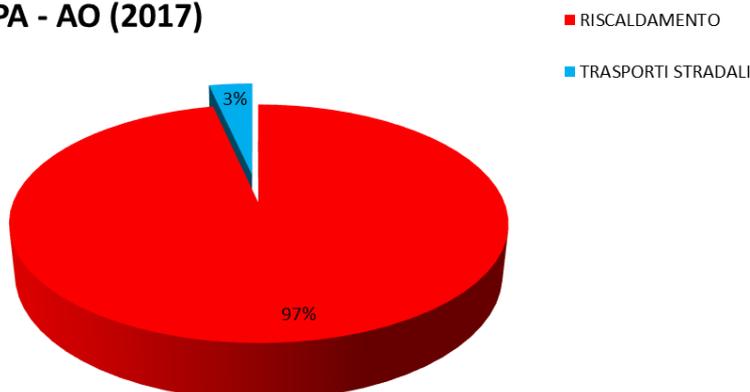
Il Benzo(a)Pirene, oltre che cancerogeno, è ritenuto causa di mutazioni genetiche, infertilità e disturbi dello sviluppo. Per questo motivo la legislazione vigente ha fissato un valore obiettivo per tale composto.

#### 2.4.1 Inventario delle emissioni



<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.  
C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### IPA - AO (2017)



Il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile legnoso, risulta essere il principale emettitore di idrocarburi policiclici aromatici per la Valle d'Aosta ed il suo capoluogo.

#### 2.4.2 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>

#### 2.4.3 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: essa prevede come metodo di riferimento per la misura del Benzo(a)Pirene la norma tecnica 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).

#### 2.4.4 Siti di misura

Il Benzo(a)Pirene viene misurato nei seguenti siti:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta via Liconi (fondo urbano)
- Aosta via Col du Mont/Pépinrière (industriale)
- Aosta Via I Maggio

#### 2.4.5 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 (valori approssimati alla prima cifra decimale, come richiesto dalla normativa):

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

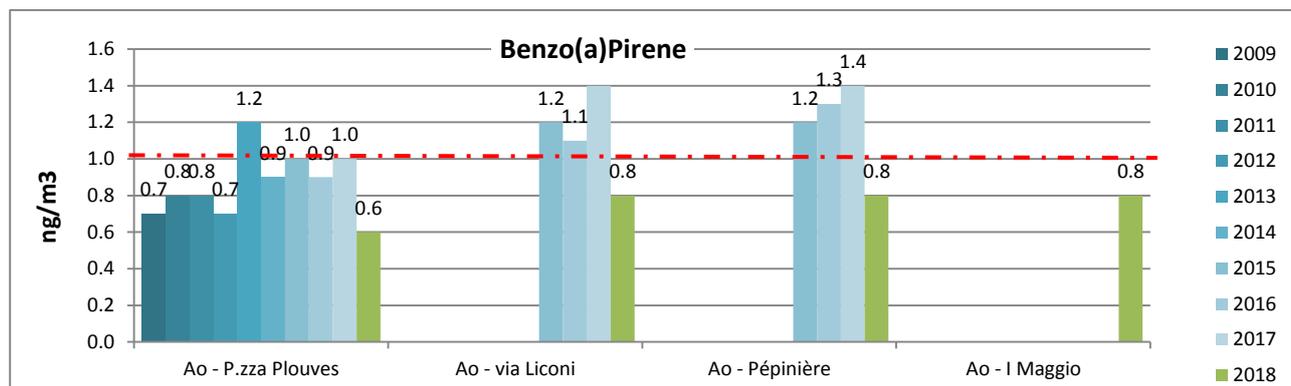


Figura 20 – Serie storica relativa alla media annua. In rosso il valore obiettivo pari a  $1 \text{ ng/m}^3$ . In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Tra il 2007 e il 2012 il valore medio annuo di Benzo(a)Pirene è rimasto sostanzialmente stabile con valori intorno a  $0.8 \text{ ng/m}^3$ , 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  $1.2 \text{ ng/m}^3$ , superiore al valore obiettivo di  $1 \text{ ng/m}^3$ .

Nel 2014, il valore medio registrato è risultato pari a  $0.9 \text{ ng/m}^3$ , 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 è pari al valore obiettivo.

Dal 2015 il BaP viene misurato anche nelle stazioni di Aosta via Liconi e Aosta Col du Mont, dove fino al 2017 è stato superiore al valore obiettivo.

Nell'ultimo anno 2018, le concentrazioni di B(a)P sono nettamente diminuite.

Il superamento del valore obiettivo degli ultimi anni è presumibilmente riconducibile al maggior utilizzo di biomassa legnosa per il riscaldamento domestico che risulta economicamente più conveniente rispetto ai combustibili fossili: l'utilizzo di stufe o caldaie a biomassa legnosa è, infatti, una delle maggiori fonti di emissione di B(a)P in aria, in particolare nelle zone di montagna, dove si hanno basse temperature per molti mesi dell'anno e vi è disponibilità "naturale" di legna.

Un'altra fonte di B(a)P deriva dalla pratica di abbruciamento di sterpaglie e residui agricoli per la pulizia di giardini e dei terreni in area rurale. Tale processo di combustione avviene in maniera non controllata ed è causa dell'emissione di polveri e di microinquinanti tra cui IPA.

#### 2.4.6 Influenza delle condizioni meteorologiche

La principale fonte di emissione di questo inquinante è la combustione della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico: come dimostrato dalle misure, gli impatti sulla qualità dell'aria sono maggiori nei mesi di accensione degli impianti di riscaldamento e i valori misurati in questi mesi (in particolare gennaio e dicembre) sono quelli che determinano il valore della media annua.

### B(a)P - Mese medio calcolato nel periodo 2009-2018 2018 (ng/m<sup>3</sup>)

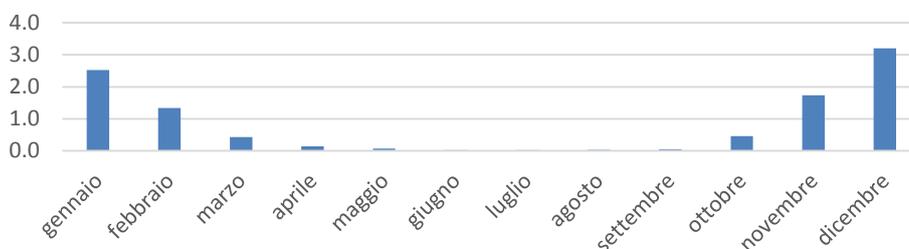


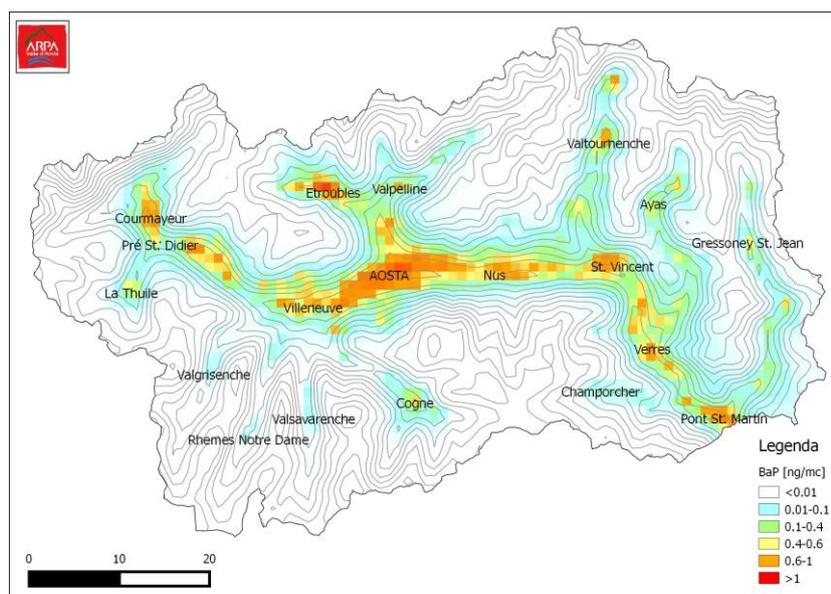
Figura 21: andamento delle concentrazioni medie mensili di B(a)P nel periodo 2009 - 2018 misurate in Aosta – Piazza Plouves

La diminuzione registrata nel 2018 (figura 10) è dovuta a condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli alla dispersione e alla minore emissione degli inquinanti nei mesi invernali.

Le temperature medie dei mesi di gennaio e dicembre sono risultate superiori di 4 -5 °C rispetto alle media degli stessi mesi calcolata sugli ultimi dieci anni. Inoltre il mese di gennaio ha presentato una piovosità particolarmente elevata.

Queste condizioni presumibilmente hanno comportato un minor utilizzo degli impianti di riscaldamento e in particolare di quelli a legna di frequente uso complementare. La forte piovosità ha certamente prodotto un dilavamento delle particelle in atmosfera e ridotto la risospensione dal suolo.

#### 2.4.7 Risultati da modellistica di dispersione



C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

La simulazione modellistica per il 2018 ha stimato concentrazioni medie annuali di Benzo(a)Pirene vicine al limite normativo, con valori più elevati in corrispondenza dei centri abitati, in coerenza con quanto misurato nei siti di monitoraggio.

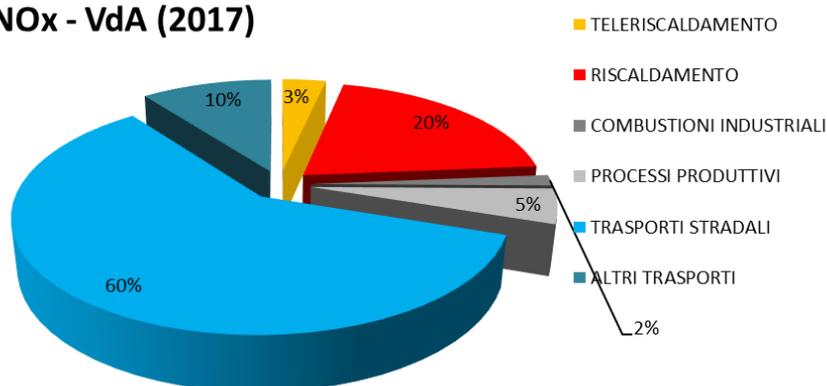
## 2.5 Biossido d'Azoto

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.

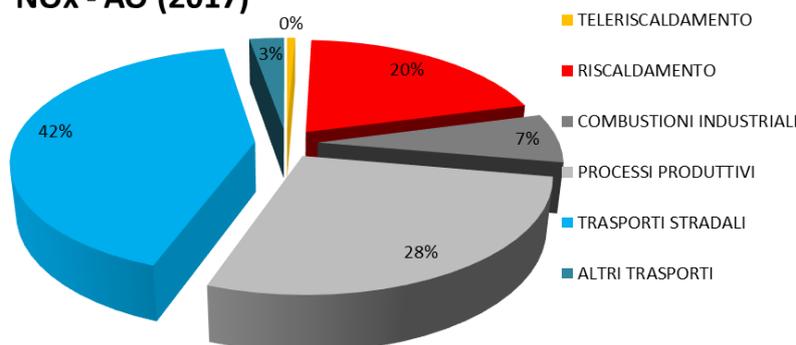
Il biossido di azoto è un inquinante ad ampia diffusione che ha effetti negativi sulla salute umana, causa eutrofizzazione e piogge acide. Esso, insieme al monossido di azoto, contribuisce ai fenomeni di smog fotochimico: è precursore per la formazione di inquinanti secondari quali l'ozono troposferico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

### 2.5.1 Inventario delle emissioni

**NOx - VdA (2017)**



**NOx - AO (2017)**



L'Inventario regionale delle emissioni in atmosfera stima che i trasporti stradali siano la maggior sorgente emettitrice di ossidi d'azoto in Valle d'Aosta e nel suo capoluogo.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### 2.5.2 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>

### 2.5.3 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".

### 2.5.4 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 - via Liconi (fondo urbano – attivata a gennaio 2015)
- Aosta - Mt Fleury (fondo suburbano)
- Aosta - via I Maggio (industriale suburbana – disattivata nel periodo 2014-2017, riattivata nel 2018)
- Aosta Col du Mont- area 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) – Stazione privata, gestita da ARPA.

### 2.5.5 Risultati delle misure

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

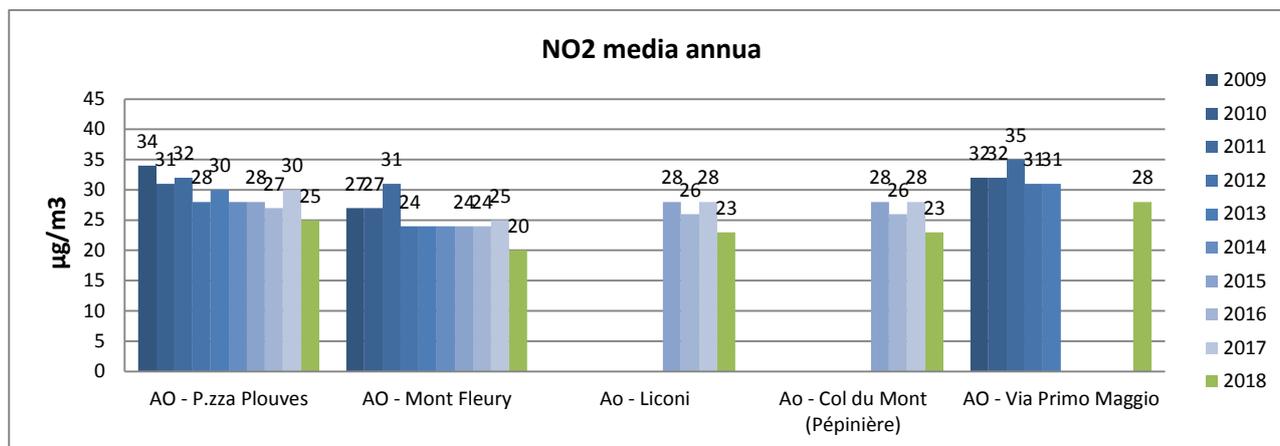


Figura 22 – Serie storica relativa alla media annua nelle stazioni di Aosta. In rosso il valore limite previsto pari a 40µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Il valore limite nell'area di Aosta viene rispettato da molti anni, in particolare nel 2018 i livelli misurati ad Aosta sono compresi tra 20-25 µg/m<sup>3</sup>, nettamente inferiori agli anni precedenti e ampiamente inferiori al valore limite.

La stazione di Ao – Col du Mont (Pépinère) registra valori medi annui in linea con i livelli urbani, mentre la stazione di Ao-I Maggio ha valori leggermente più elevati.

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

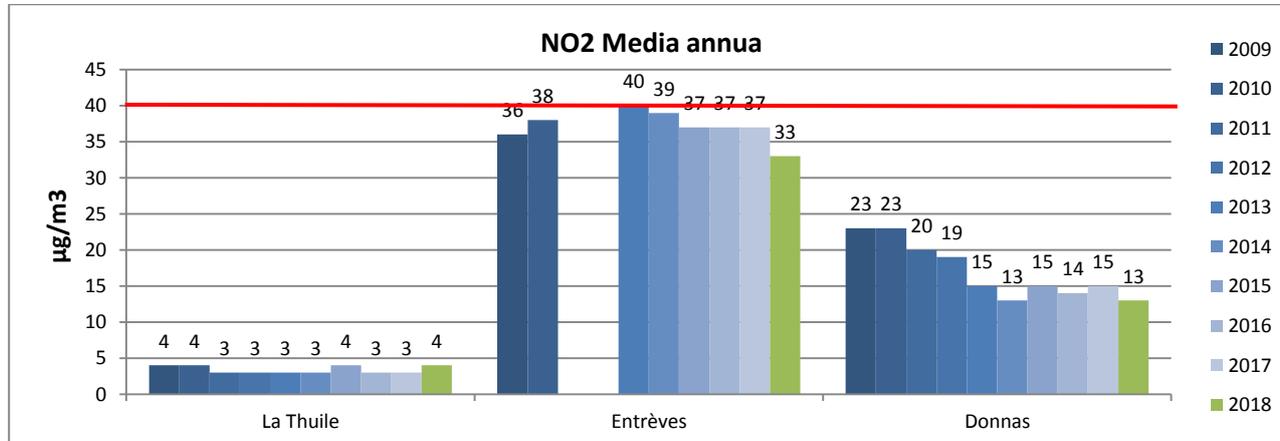


Figura 23 – Serie storica relativa alla media annua delle stazioni del restante territorio regionale. La linea rossa indica il valore limite previsto dalla normativa ( pari a 40 µg/m<sup>3</sup>). In verde i valori relativi all'ultimo anno.

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, in particolare nell'ultimo anno è nettamente diminuito, attestandosi a 33µg/m<sup>3</sup>.

Il secondo indicatore statistico previsto dalla normativa è il numero di superamenti del valore limite orario (pari a 200µg/m<sup>3</sup>). Da molti anni, nelle stazioni di monitoraggio della nostra regione, il valore limite orario non viene raggiunto.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

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

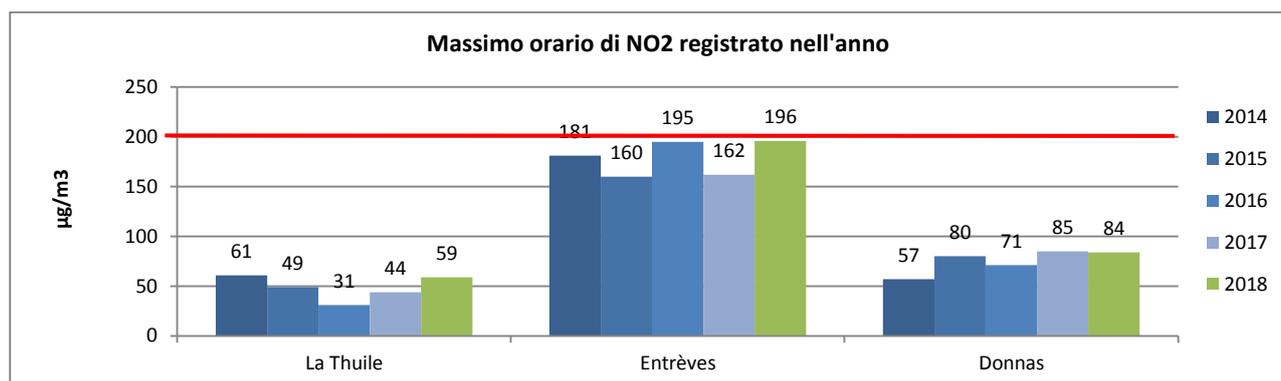
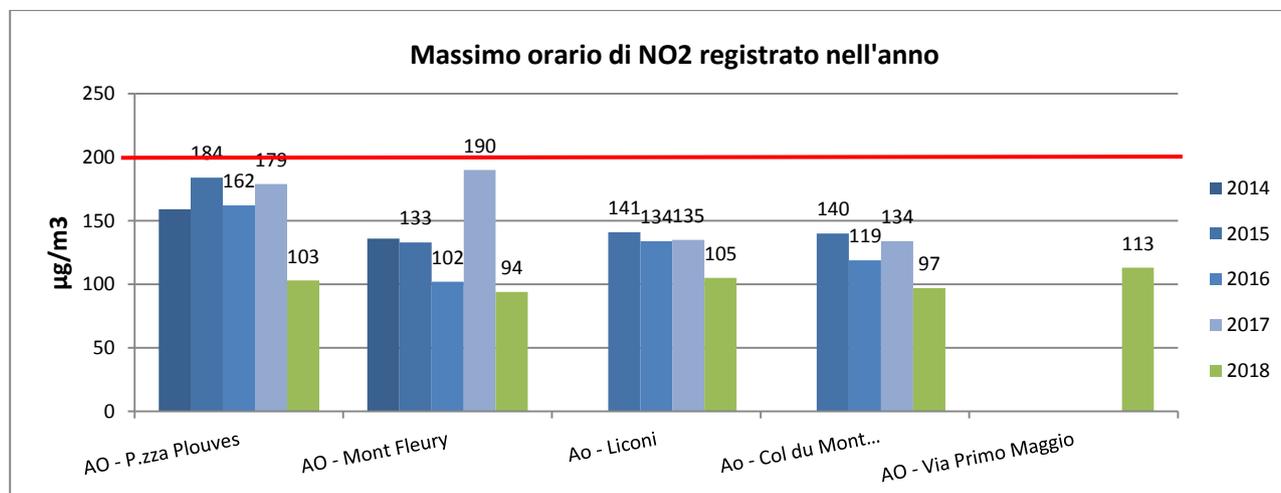
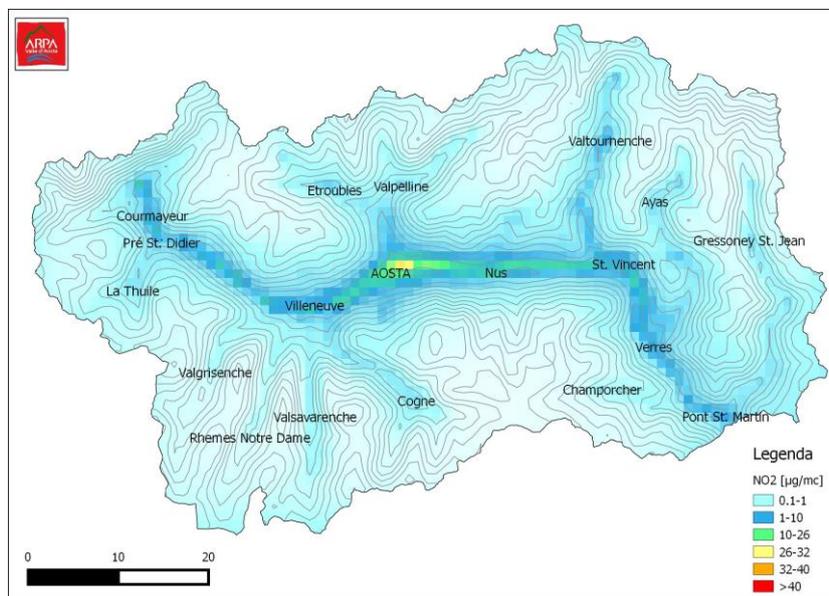


Figura 24 – Serie storica relativa al massimo orario registrato per ciascun anno civile nelle stazioni del territorio regionale. In rosso è rappresentato il valore limite previsto per la media oraria (pari a 200 µg/m<sup>3</sup>).

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 µg/m<sup>3</sup>).

La normativa prevede un livello critico annuale per gli NO<sub>x</sub> per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m<sup>3</sup>. 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 NO<sub>x</sub> registrata nel 2018 è pari a 5 µg/m<sup>3</sup> molto inferiore al valore critico.

## 2.5.6 Risultati da modellistica di dispersione



La simulazione modellistica annuale della qualità dell'aria mostra concentrazioni medie annuali di biossido d'azoto inferiori al limite normativo. Le aree maggiormente interessate da questo inquinante sono il fondovalle principale ed in particolare il bacino di Aosta. Si tratta delle aree più antropizzate del territorio regionale e attraversate dalle principali arterie di traffico (strade statali, autostrada, ferrovia...)

## 2.6 Ozono

L'ozono ( $O_3$ ) è un gas presente naturalmente nella stratosfera (dai 15 a 60 Km di altezza) dove costituisce un'importante fascia protettiva in grado di schermare 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 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).

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

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.

### 2.6.1 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 µg/m<sup>3</sup>\*h) definito come la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup>\*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.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

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.

### 2.6.2 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.

### 2.6.3 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)

### 2.6.4 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.

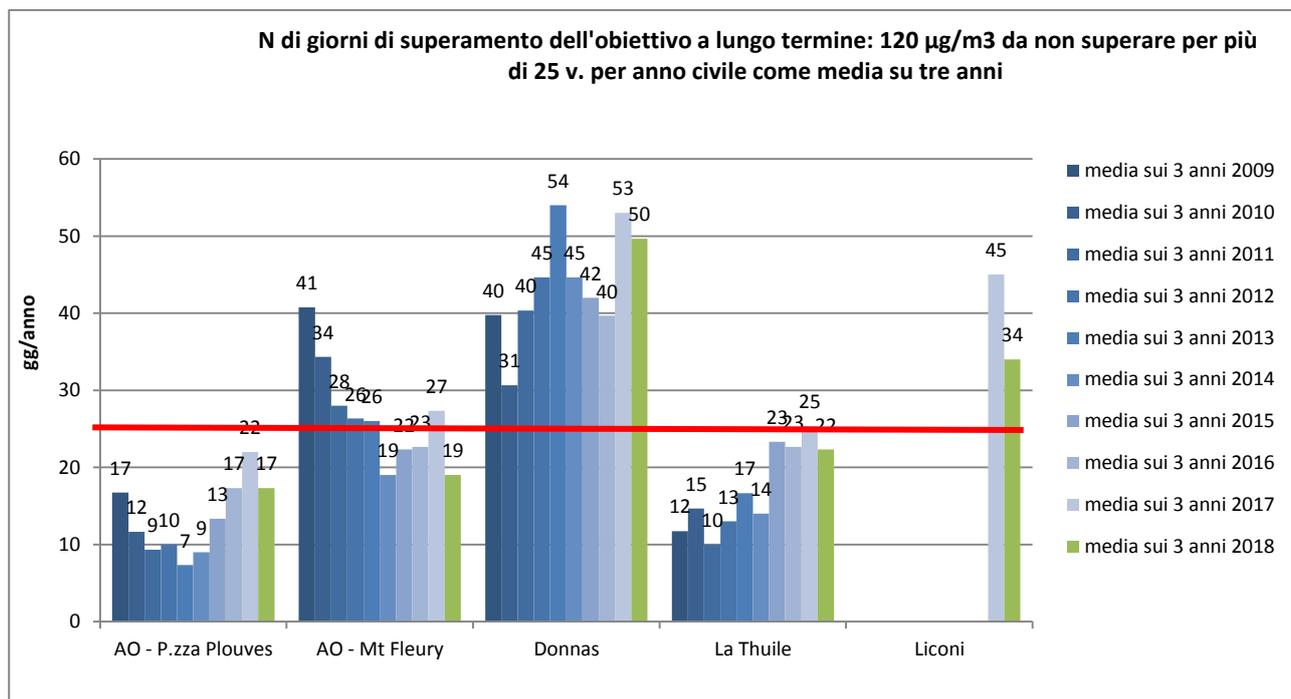
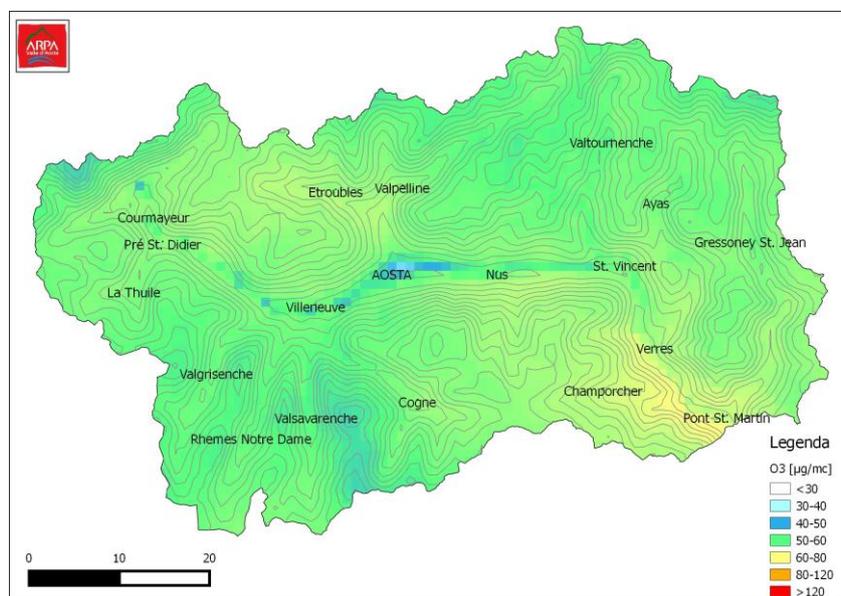


Figura 25 – Serie storica relativa al numero di giorni di superamento del valore obiettivo pari a 120µg/m<sup>3</sup> calcolato come massimo della media mobile su 8h e mediato sugli ultimi 3 anni. In rosso il numero massimo di giorni di superamento consentito pari a 25. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Nel 2018 si osserva (colonnina verde di Figura 25) che, i giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana, sono inferiori al massimo consentito in Aosta - piazza Plouves, Aosta - Mt Fleury, e a La Thuile. Presso le centraline di Donnas e Aosta-Liconi le giornate in cui il valore obiettivo viene superato sono rispettivamente 50 e 34.

Nelle aree 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 (quando non vi è irraggiamento solare) 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 come è ben evidenziato dai valori misurati nella stazione di Donnas.

## 2.6.5 Risultati da modellistica di dispersione



Le concentrazioni medie annuali simulate di ozono presentano i valori più bassi nei fondovalle, dove sono presenti le sorgenti di quegli inquinanti primari che sono responsabili della formazione di ozono in presenza di sole, ma contemporaneamente ne sono i distruttori al venir meno dell'insolazione e tipicamente di notte. I valori di ozono sono in crescita salendo nelle aree remote di alta montagna dove l'insolazione è maggiore. Inoltre si evidenziano valori più alti nella bassa Valle, soggetta all'influenza del trasporto di ozono dal vicino Bacino Padano.

## 2.7 Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) 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.

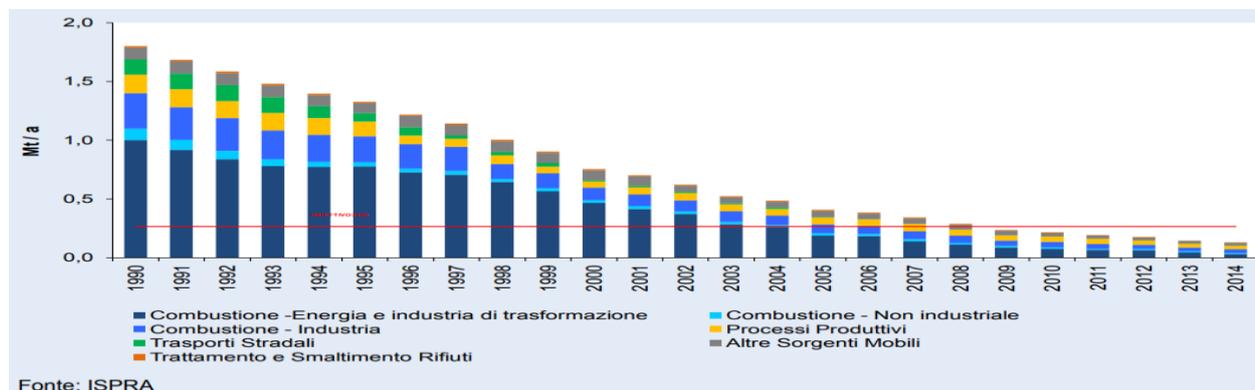
Le principali sorgenti sono costituite dagli impianti di produzione di energia, dagli impianti termici di riscaldamento, da alcuni processi industriali e, in minor misura, dal traffico veicolare. L' $\text{SO}_2$  è un inquinante nocivo per la salute umana e per l'ambiente.

A causa dell'elevata solubilità in acqua, l' $\text{SO}_2$  viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio. In atmosfera, l' $\text{SO}_2$ , 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.

Nella figura sotto riportata sono presentate le emissioni in Mega tonnellate di ossidi di zolfo in Italia per anno.

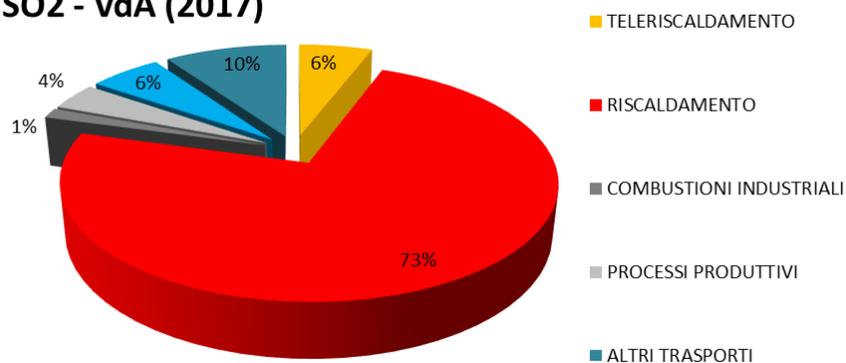
C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera



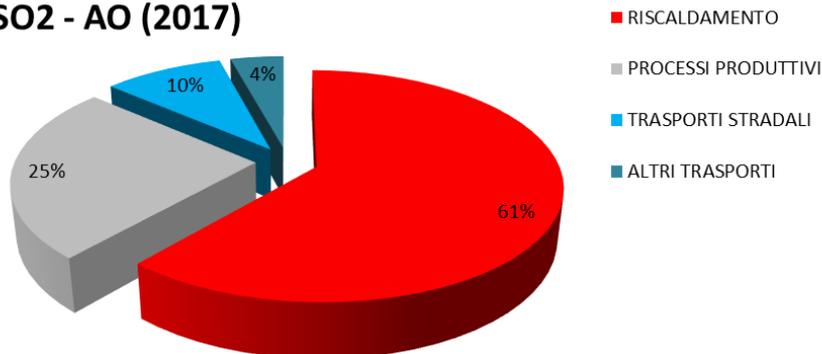
Fonte: ISPRA

### 2.7.1 Inventario delle emissioni

#### SO2 - VdA (2017)



#### SO2 - AO (2017)



Il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile fossile, risulta essere il principale emettitore di biossido di zolfo per la Valle d'Aosta.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### 2.7.2 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

	<b>RIFERIMENTO</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>VALORE LIMITE Dlgs.155/2010</b>
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>

### 2.7.3 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.

### 2.7.4 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-oggi
- La Thuile (alta valle) 2016-7 (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 di SO<sub>2</sub> è stato sospeso per manutenzione allo strumento, pertanto nei grafici riportati nel seguente paragrafo manca il dato relativo a quel anno.

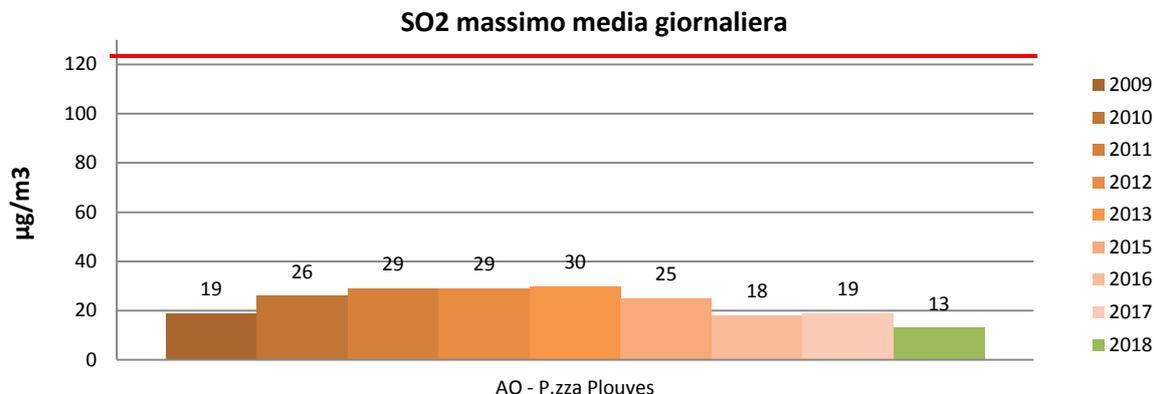
Nel 2015 la misura di SO<sub>2</sub> è stata riattivata nel sito di Aosta Piazza Plouves.

Nel 2016 è stata attivata la misura di SO<sub>2</sub> nel sito si La Thuile per la valutazione della qualità dell'aria ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi che è stata disattivata nel 2018 a fronte delle bassissime concentrazioni misurate ai fini del rispetto della normativa.

### 2.7.5 Risultati delle misure

Negli ultimi 10 anni non è stato mai superato né il valore limite per la protezione della salute umana orario, né quello giornaliero.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



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.

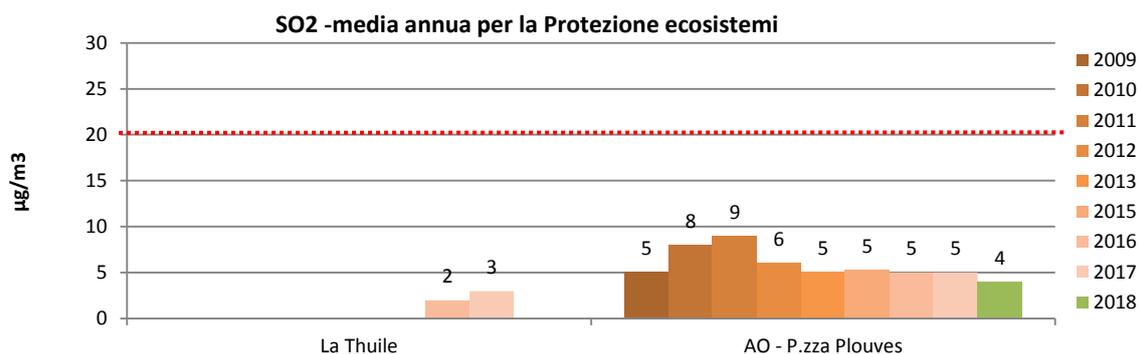
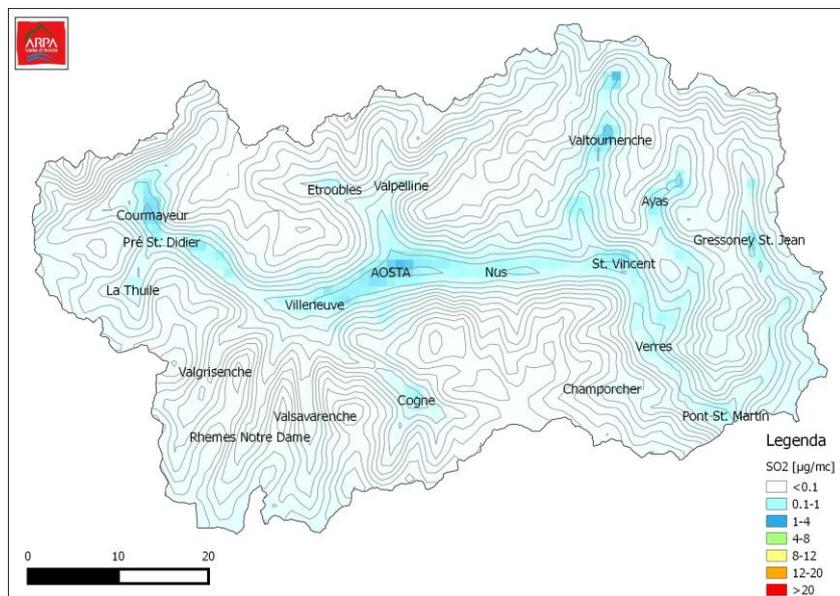


Figura 26 – Serie storica relativa alla media annua nelle stazioni di La Thuile (inizio misure 2016) e Aosta - Piazza Plouves. In rosso il livello critico pari a 20 µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

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

## 2.7.6 Risultati da modellistica di dispersione



La simulazione modellistica rileva concentrazioni medie annuali molto inferiori al limite normativo per il biossido di zolfo su tutto il territorio valdostano. I valori maggiori si riscontrano in corrispondenza dei centri abitati.

## 2.8 Monossido di Carbonio

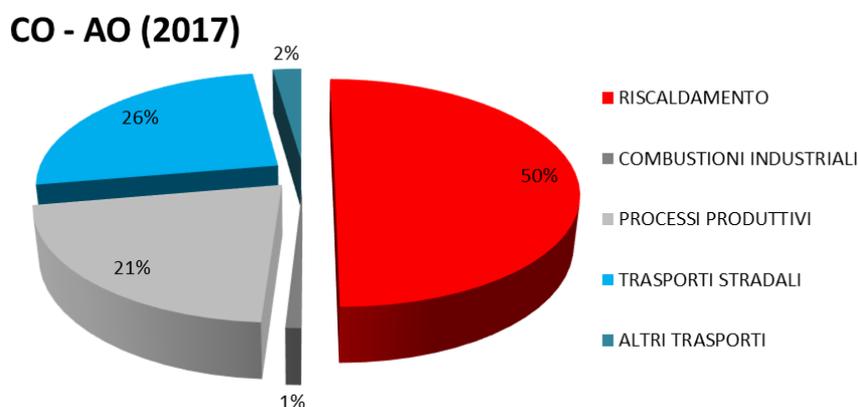
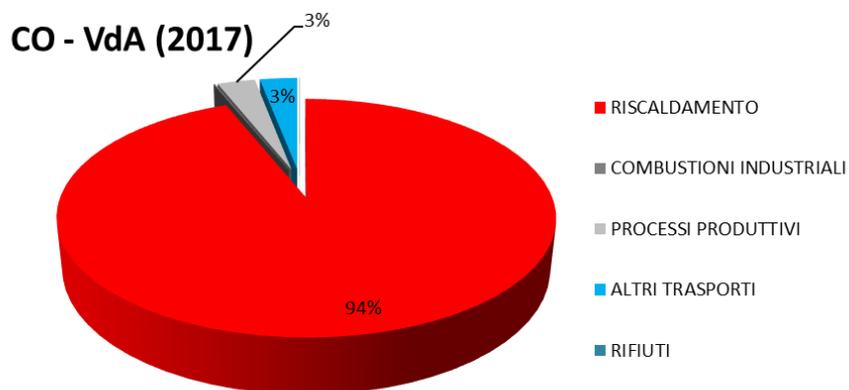
Il monossido di carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Proviene dalla combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più 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 carbossemoglobina 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.

### 2.8.1 Inventario delle emissioni



Il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile legnoso, risulta essere il principale emettitore di monossido di carbonio per la Valle d'Aosta.

### 2.8.2 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>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>

<sup>3</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 C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### 2.8.3 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".

### 2.8.4 Siti di misura

Il monossido di carbonio viene misurato nei siti di:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta I Maggio (industriale suburbana)
- Aosta Col du Mont/ Pépinière (industriale suburbana)
- Morgex (fondo suburbano)

### 2.8.5 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:

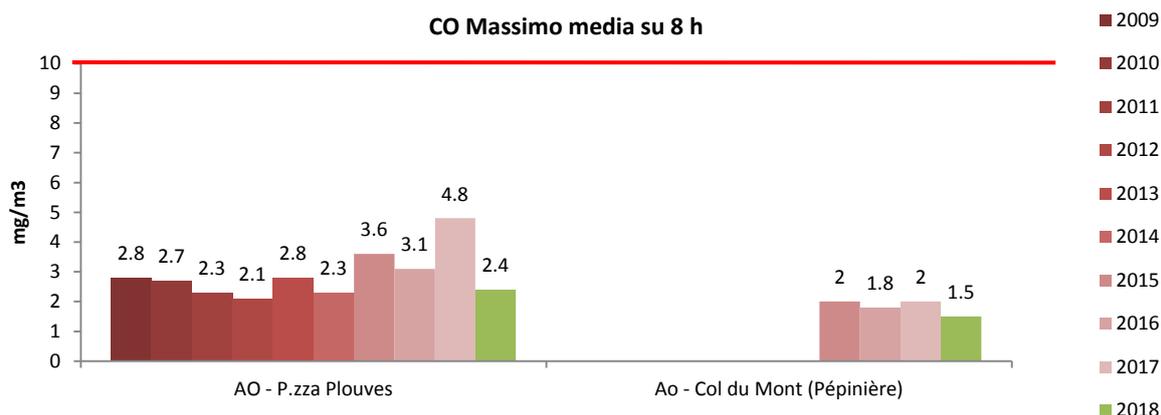


Figura 27 – Serie storica relativa al massimo della media mobile calcolata su 8h. In rosso il valore limite previsto pari a 10 mg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

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, è stata 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.

massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

## 2.9 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.

### 2.9.1 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>

### 2.9.2 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.

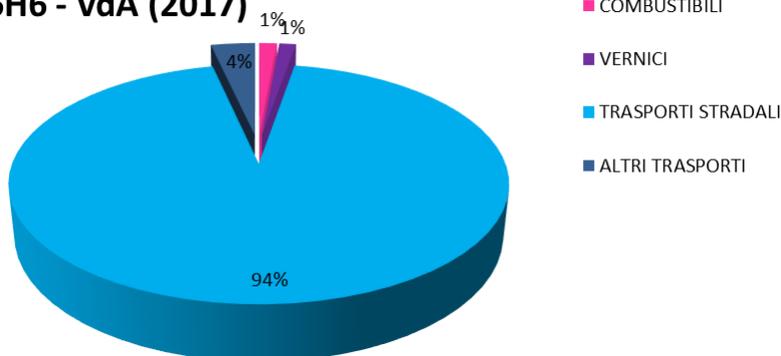
### 2.9.3 Siti di misura

Il Benzene viene misurato nel sito di:

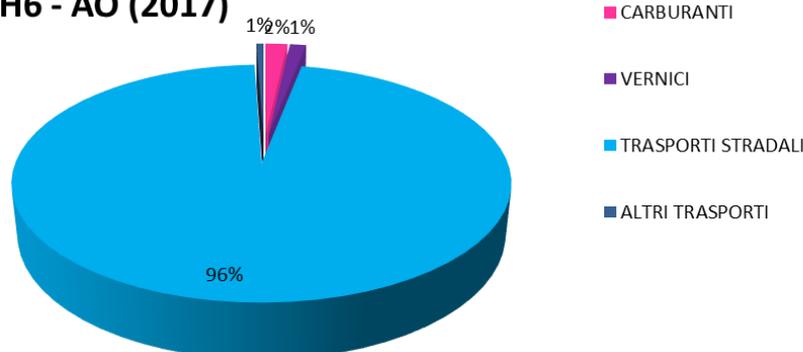
- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)

### 2.9.4 Inventario delle emissioni

**C6H6 - VdA (2017)**



**C6H6 - AO (2017)**



L'Inventario regionale delle emissioni in atmosfera stima che i trasporti stradali siano la maggior sorgente emettitrice di benzene.

### 2.9.5 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:

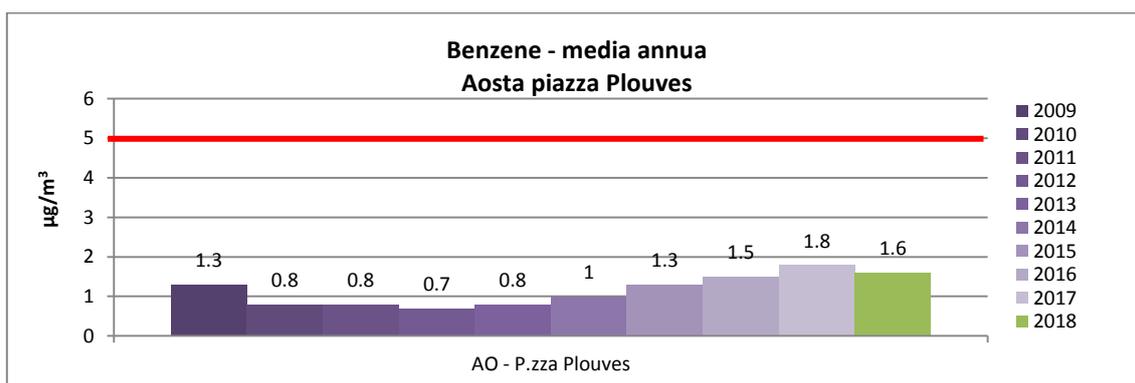
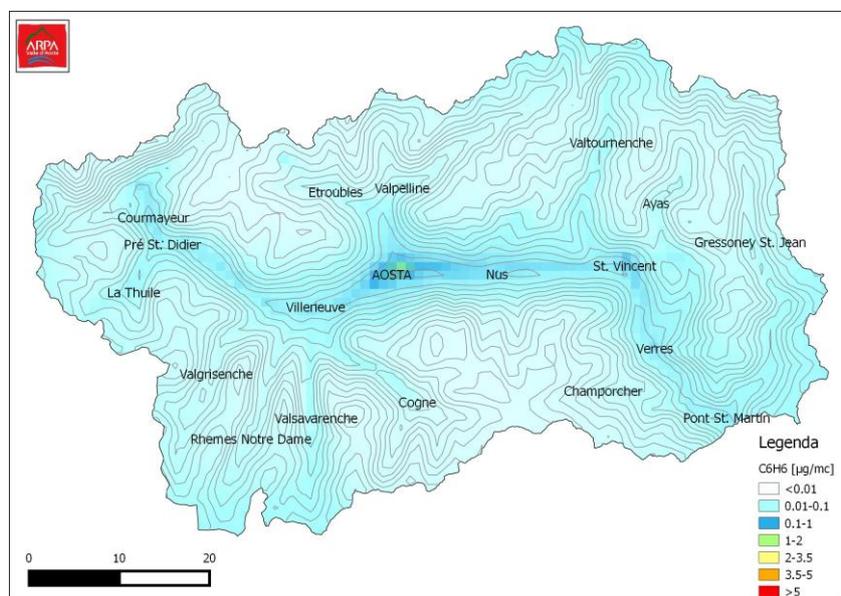


Figura 28 – Serie storica relativa alla media annua di Benzene. In rosso il valore limite previsto pari a 5 µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Negli ultimi anni il valore di concentrazione di benzene è in continuo aumento, pur rimanendo sempre molto inferiore al limite previsto dalla normativa.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

## 2.9.6 Risultati da modellistica di dispersione



La simulazione modellistica rileva delle concentrazioni medie annuali di benzene inferiori al limite normativo con area a maggior impatto corrispondente al bacino orografico di Aosta.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera