



TRENTINO

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

**Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente**

**Settore tecnico per la tutela dell'ambiente**

**U.O. aria, agenti fisici e bonifiche**

Via Mantova, 16 – 38122 Trento

**T** +39 0461 494795

**F** +39 0461 497759

**pec** suolo.appa@pec.provincia.tn.it

**@** ariaagfsuolo.appa@provincia.tn.it

**web** www.appa.provincia.tn.it



## INDAGINE AMBIENTALE

# LEDRO

**30/01/2019 – 09/04/2019**





## **Indice**

1 Introduzione.....	1
2 Descrizione siti di campionamento.....	2
3 Risultati del rilevamento.....	5
3.1 Polveri sottili PM10.....	6
3.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	9
3.3 Metalli.....	11
4 Valutazioni finali e conclusioni.....	13
Allegato 1: Normativa di riferimento.....	15
Allegato 2: Descrizione dei parametri rilevati.....	16
Allegato 3: Riferimenti bibliografici.....	18

## **1 Introduzione**

Il presente lavoro descrive i risultati dell'indagine sulla qualità dell'aria effettuata nel comune di Ledro, nel periodo 30 gennaio - 9 aprile 2019.

La campagna di rilevamento è stata condotta utilizzando 2 campionatori per polveri sottili PM10 a basso volume, con raccolta di 1 campione ogni 24 ore per ciascun campionatore. Le caratteristiche della strumentazione utilizzata soddisfano quanto richiesto in materia dalla norma europea EN 12341:2014. I campioni raccolti sono stati analizzati per determinare il contenuto di metalli ed IPA nel PM10.

I rilievi, l'elaborazione dei dati e la valutazione dei risultati sono stati eseguiti secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.*

## 2 Descrizione siti di campionamento

Sono stati individuati 2 siti di campionamento (Tab. 2.1 e Fig. 2.1) nel comune di Ledro, all'interno delle frazioni di Molina di Ledro (Fig. 2.2 e Fig. 2.3) e Tiarno di Sopra (Fig. 2.4 e Fig. 2.5).

In base alla localizzazione geografica ed al posizionamento rispetto alla presenza di fonti inquinanti, i siti sono classificati come “di fondo<sup>1</sup> suburbano”.

**Tab. 2.1: Localizzazione dei siti di campionamento.**

	<b>Molina di Ledro</b>		<b>Tiarno di Sopra</b>	
<b>Coordinate ETRS89</b>	637685	N	629543	N
	5081218	E	5083040	E
	Parcheeggio antistante chiesa		Cortile scuola materna	
<b>Altitudine</b>	1013 m s.l.m.		963 m s.l.m.	



**Fig. 2.1: Localizzazione dei siti di campionamento.**

<sup>1</sup> *Stazioni di misurazione di fondo*: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito (D. Lgs. 155/2010 Allegato III).



Fig. 2.2: Sito Molina di Ledro.



Fig. 2.3: Strumentazione a Molina di Ledro.

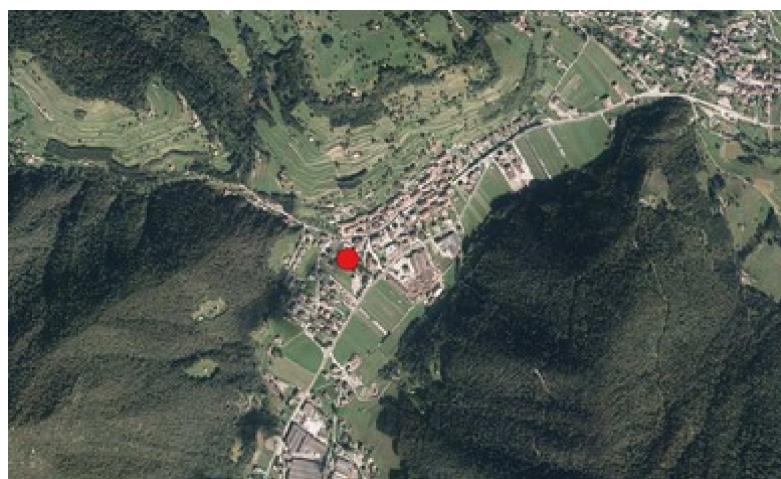


Fig. 2.4: Sito Tiarno di Sopra.

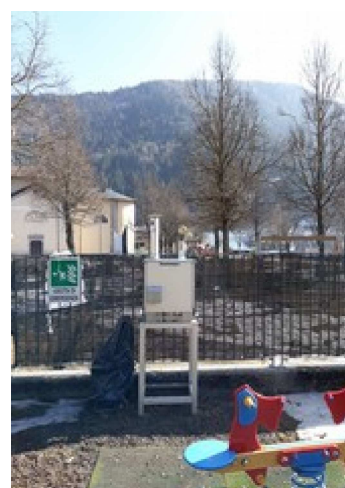


Fig. 2.5: Strumentazione a Tiarno di Sopra.

La campagna di rilevamento è stata condotta utilizzando 2 campionatori per polveri sottili PM10, con raccolta di 1 campione ogni 24 ore. Le caratteristiche della strumentazione utilizzata soddisfano quanto richiesto in materia dalla norma europea EN 12341:2014. I campioni raccolti sono stati analizzati per determinare il contenuto di metalli ed IPA nel PM10. La descrizione dettagliata dei parametri è riportata nell'*Allegato 2: Descrizione dei parametri rilevati*.

Coerentemente e secondo i criteri fissati dalla normativa, in Trentino i dati di qualità dell'aria disponibili hanno consentito la definizione di 2 zone "omogenee", comuni a tutti gli inquinanti, ad eccezione dell'ozono: la prima, denominata *IT0403 "fondovalle"*, comprende le aree dove vi sono le maggiori emissioni di inquinanti e la presenza della quasi totalità della popolazione; la seconda, denominata *IT0404 "montagna"*, corrisponde al territorio in cui le emissioni di inquinanti e la popolazione sono presenti in modo non significativo.

In base a tale classificazione, i siti di campionamento rientrano quindi nella zona *IT0403* di fondovalle.

La distribuzione delle concentrazioni del particolato sottile PM10 all'interno di una stessa valle o di uno stesso bacino aereologico presenta caratteristiche spesso omogenee, anche se è comunque possibile riscontrare la presenza di "hot spot", ovvero zone di dimensioni circoscritte con concentrazioni più elevate della media di particolato e di altri inquinanti.

In ragione di tale considerazione, oltre alla valutazione dei dati raccolti nei 2 siti di Ledro ed al loro confronto con i relativi limiti, di particolare interesse è il confronto con i dati contemporaneamente raccolti dalle stazioni di misurazione di fondo della rete fissa di monitoraggio dislocate nei maggiori centri del Trentino, ed in particolare con le misure della stazione di Riva del Garda, la più vicina tra quelle esistenti, e di Trento Parco S. Chiara, punto di riferimento provinciale per la misura di metalli ed IPA.

### 3 Risultati del rilevamento

I risultati analitici completi della campagna, in riferimento ai limiti previsti dalla normativa, sono riassunti nelle tabelle seguenti. Data la durata della campagna, circa 2 mesi, non è possibile effettuare un confronto diretto con i limiti normativi, in quanto essi sono riferiti a periodi di campionamento di un anno.

In Tab. 3.1 i risultati vengono confrontati con i valori limite previsti per PM10 e piombo.

In Tab. 3.2 le medie registrate per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene sono confrontate con i valori obiettivo annuali previsti per questi inquinanti.

**Tab. 3.1: Confronto dei risultati della campagna con i limiti imposti dal D. Lgs. 155/2010.**

Inquinante	Parametro	Molina di Ledro	Tiarno di Sopra	Limite
Particelle sospese PM10	Massima media giornaliera rilevata	48 µg/m <sup>3</sup>	38 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
	Superamenti limite media giornaliera	0	0	35 <sup>(1)</sup>
	Media della campagna	19 µg/m <sup>3</sup>	17 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>
Piombo Pb	Media della campagna	3,9 ng/m <sup>3</sup>	4,9 ng/m <sup>3</sup>	500 ng/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Il limite è previsto come media annuale o numero annuale di superamenti di medie orarie/giornaliere

**Tab. 3.2: Confronto dei risultati della campagna con i valori obiettivo imposti dal D. Lgs. 155/2010.**

Inquinante	Media campagna		Valore obiettivo
	Molina di Ledro	Tiarno di Sopra	
Arsenico As	1,5 ng/m <sup>3</sup>	1,5 ng/m <sup>3</sup>	5 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio Cd	1,5 ng/m <sup>3</sup>	1,5 ng/m <sup>3</sup>	6 ng/m <sup>3</sup>
Nichel Ni	0,9 ng/m <sup>3</sup>	1,1 ng/m <sup>3</sup>	20,0 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene B(a)P	1,2 ng/m <sup>3</sup>	1,6 ng/m <sup>3</sup>	1,0 ng/m <sup>3</sup>

Il valore obiettivo è previsto come media annuale

Nei paragrafi successivi viene analizzato l'andamento delle concentrazioni dei singoli inquinanti rilevati, al fine di evidenziare le criticità presenti e gli eventuali superamenti dei valori limite/obiettivo previsti.

Oltre alla valutazione dei dati raccolti a Ledro ed al loro confronto con i relativi limiti, viene proposto il confronto con i dati contemporaneamente raccolti presso le stazioni di monitoraggio di fondo dislocate nei maggiori centri del Trentino ed in particolare con le misure delle stazioni di Riva del Garda (la più vicina geograficamente al comune di Ledro) e Trento Parco S. Chiara (sito di riferimento provinciale per la misura di IPA e metalli).



### 3.1 Polveri sottili PM10

La valutazione delle concentrazioni di particolato fine PM10 prevede il confronto con due limiti, uno di media annuale ed uno di media giornaliera, ma con un conteggio complessivo anch'esso su base annuale. In generale, i dati raccolti in campagne di misura con una durata inferiore all'anno non consentono quindi il confronto immediato con i limiti così definiti, anche perché risultano fortemente influenzati dal periodo dell'anno in cui la campagna viene effettuata.

La campagna condotta a Ledro, della durata di circa 2 mesi, copre la parte finale dell'inverno, stagione in cui la concentrazione di PM10 raggiunge solitamente i propri massimi annuali. Indicazioni significative sui livelli di inquinamento nel comune di Ledro possono essere comunque ricavate attraverso un confronto con quanto contemporaneamente registrato presso i siti fissi di monitoraggio della rete provinciale.

È importante sottolineare che, nel periodo analizzato, presso tali siti sono stati registrati valori di media giornaliera superiori al limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a conferma del fatto che l'intervallo di tempo in cui si è svolta la campagna di Ledro è stato perfettamente all'interno del periodo potenzialmente più critico per la presenza di questo inquinante.

Fatte queste premesse, in entrambi i siti di Ledro i dati misurati di PM10 non hanno evidenziato durante la campagna di misura concentrazioni medie giornaliere superiori al limite normativo (Fig. 3.1).

Nell'intero periodo il valore medio registrato è risultato pari a  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Molina di Ledro e  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Tiarno di Sopra. In entrambi i siti il valore medio è risultato inferiore a quanto contemporaneamente registrato presso nei siti fissi di monitoraggio della rete provinciale.

Osservando l'andamento nel corso dell'intero periodo, si nota come i picchi di concentrazione si siano verificati nelle stesse giornate, a conferma del legame tra la presenza di PM10 in aria ambiente e le condizioni meteorologiche più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti. Tale considerazione risulta essere confortata anche dall'esito delle correlazioni calcolate utilizzando i valori di concentrazione misurati nei vari siti presi a riferimento.

In generale, si nota come i picchi siano meno pronunciati presso il sito di Tiarno di Sopra, mentre a Molina di Ledro sono stati raggiunti valori massimi più prossimi a quanto registrato in media presso i siti di fondo provinciali (Fig. 3.3 e Fig. 3.6).

Per entrambi i siti di Ledro i valori misurati risultano comunque inferiori a quanto contemporaneamente registrato presso il vicino sito di misura di Riva del Garda (Fig. 3.2 e Fig. 3.5).

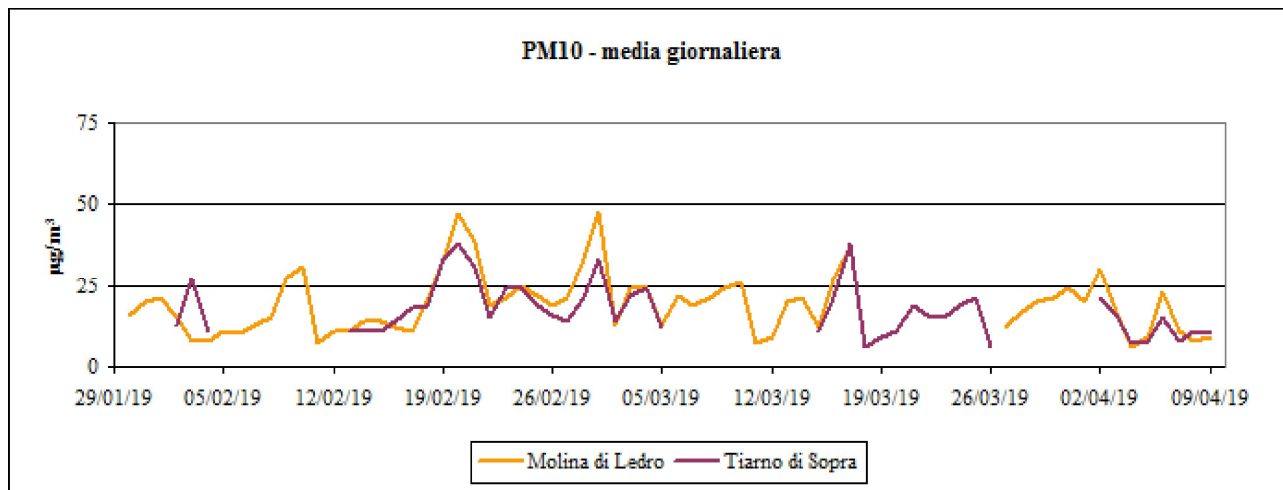


Fig. 3.1: PM10 – Media giornaliera.

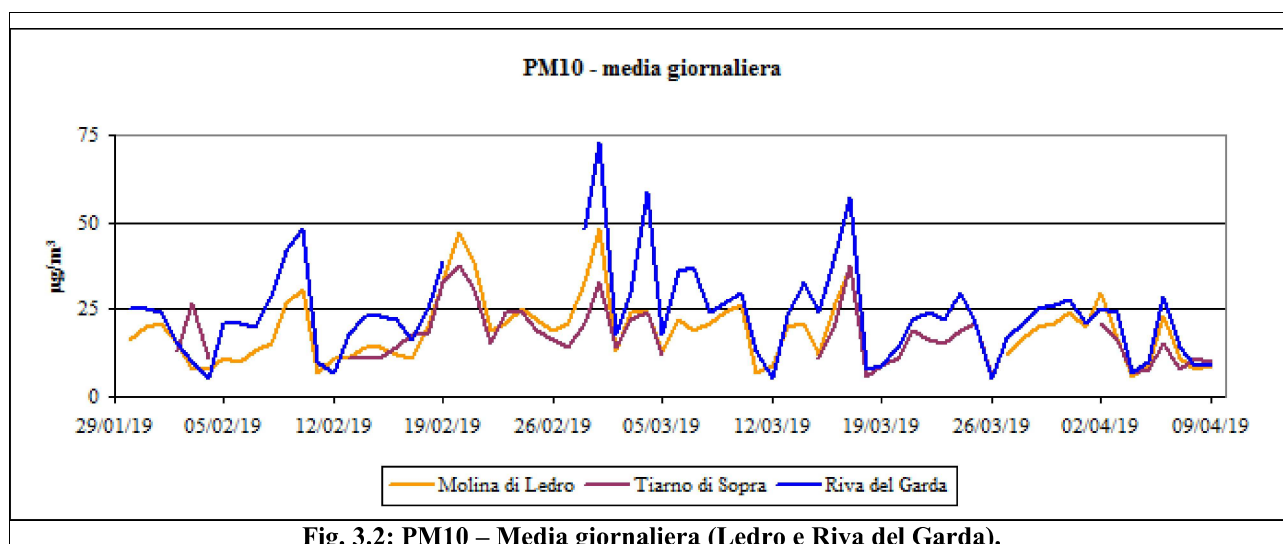


Fig. 3.2: PM10 – Media giornaliera (Ledro e Riva del Garda).

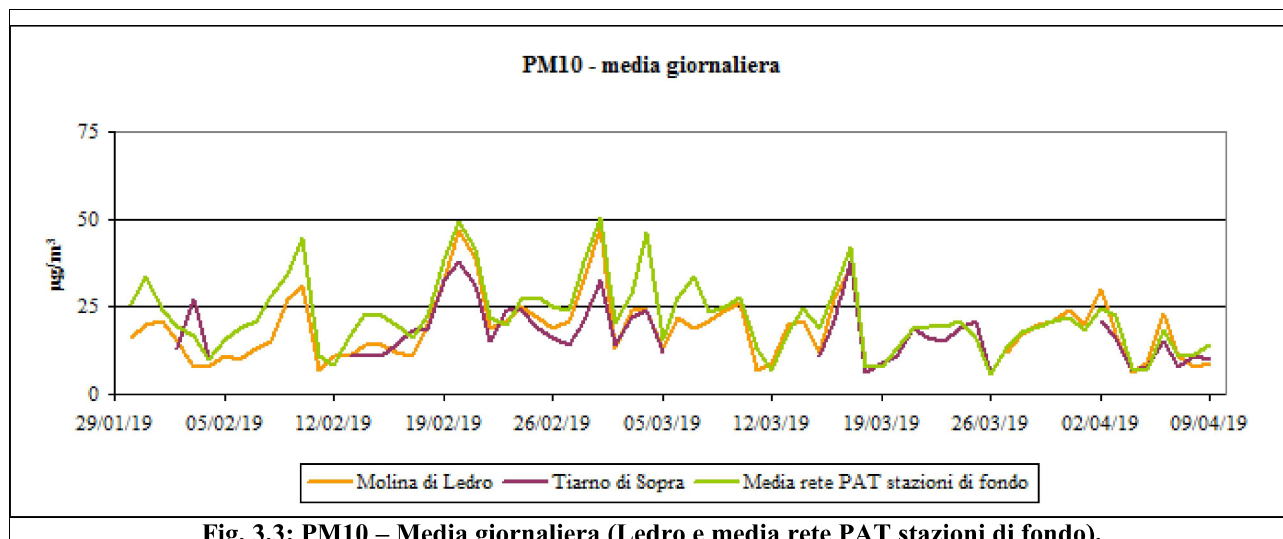


Fig. 3.3: PM10 – Media giornaliera (Ledro e media rete PAT stazioni di fondo).

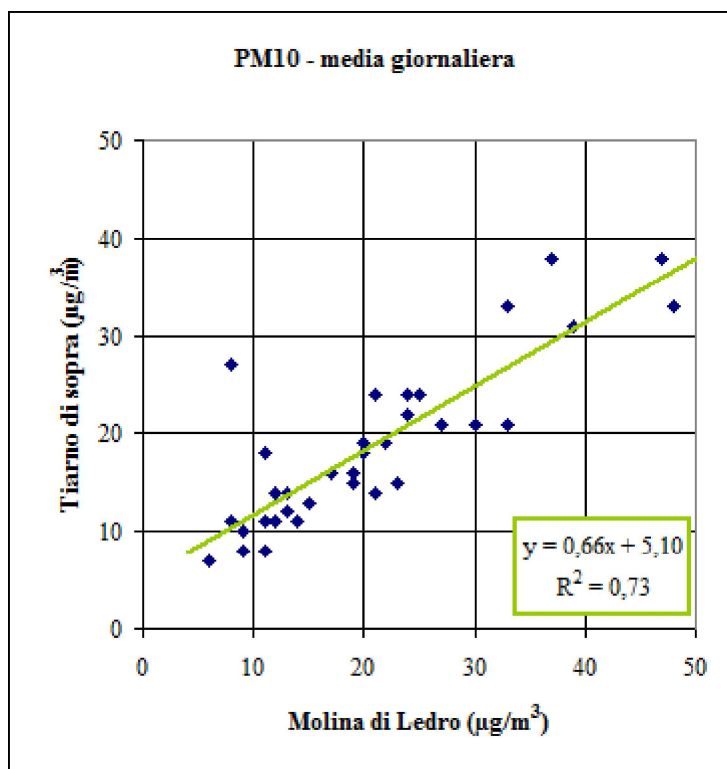


Fig. 3.4: PM10 - Retta di correlazione.

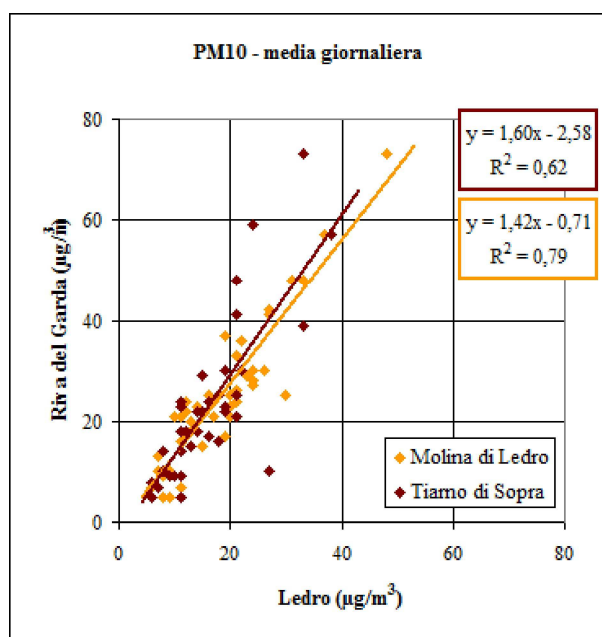


Fig. 3.5: PM10 – Retta di correlazione (Ledro – Riva del Garda).

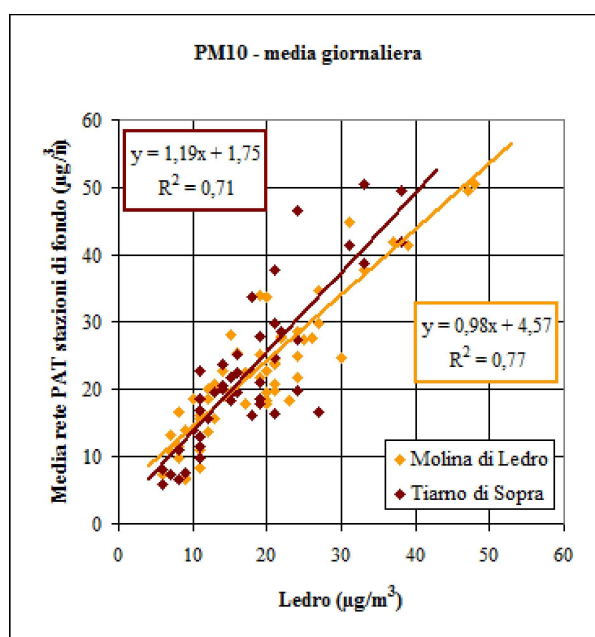


Fig. 3.6: PM10 – Retta di correlazione (Ledro – media PAT stazioni di fondo).

### 3.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Sui campioni gravimetrici di PM10 raccolti durante la campagna sono state effettuate delle analisi per dosare il contenuto dei principali idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (Tab. 3.3).

Tab. 3.3: IPA – valori medi della campagna.

IPA	Media campagna (ng/m <sup>3</sup> )	
	Molina di Ledro	Tiarno di Sopra
benzo(a)antracene	0,59	0,82
<b>benzo(a)pirene</b>	<b>1,17</b>	<b>1,59</b>
benzo(b)fluorantene	1,42	1,64
benzo(g,h,i)perilene	1,32	1,54
benzo(k)fluorantene	0,64	0,77
crisene	0,76	0,95
dibenzo(a,h)antracene	0,12	0,15
fluorantene	0,07	0,02
indeno(1,2,3-c,d)pirene	1,36	1,67
perilene	0,20	0,28
pirene	0,30	0,30

Non esistono ancora, per la quasi totalità degli IPA, veri e propri limiti. Solamente per il benzo(a)pirene, un idrocarburo policiclico aromatico originato in molti processi di combustione e di riconosciuta pericolosità anche a bassi livelli di concentrazione, è fissato un *valore obiettivo* pari ad 1 ng/m<sup>3</sup> come media annuale.

La durata della campagna non permette quindi un confronto diretto con il valore obiettivo. Valutazioni sui livelli di questo inquinante possono essere effettuate quindi solamente attraverso un confronto tra i 2 siti di misura e tra questi e il dato rilevato presso la stazione fissa di monitoraggio di Trento Parco S. Chiara, riferimento provinciale per la misura di IPA e metalli (Fig. 3.7).

L'andamento temporale rilevato è quello tipico di questo inquinante, le cui concentrazioni risultano più elevate nel periodo invernale per poi abbassarsi a valori prossimi allo zero con l'arrivo della stagione più calda.

Nei giorni in cui sono disponibili contemporaneamente i dati di entrambi i siti, si osservano concentrazioni maggiori a Tiarno di Sopra (Fig. 3.7, Fig. 3.8). Il valore medio dell'intera campagna è per entrambi i siti superiore a quanto contemporaneamente misurato a Trento: 1,17 ng/m<sup>3</sup> a Molina di Ledro, 1,59 ng/m<sup>3</sup> a Tiarno di Sopra, 0,92 ng/m<sup>3</sup> a Trento Parco S. Chiara.

Mancando i dati della prima parte del periodo invernale, non è possibile stabilire con certezza se la concentrazione media annua a Ledro sia inferiore o meno al valore obiettivo previsto per il B(a)P. Sebbene negli ultimi 3 anni il valore medio di B(a)P a Trento Parco S. Chiara sia risultato inferiore al valore obiettivo, tale inquinante, associato quasi univocamente alla combustione della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico, rientra, assieme a PM10 e NO<sub>2</sub>, tra quelli per i quali è concreto il rischio di superamento dei limiti indicati.

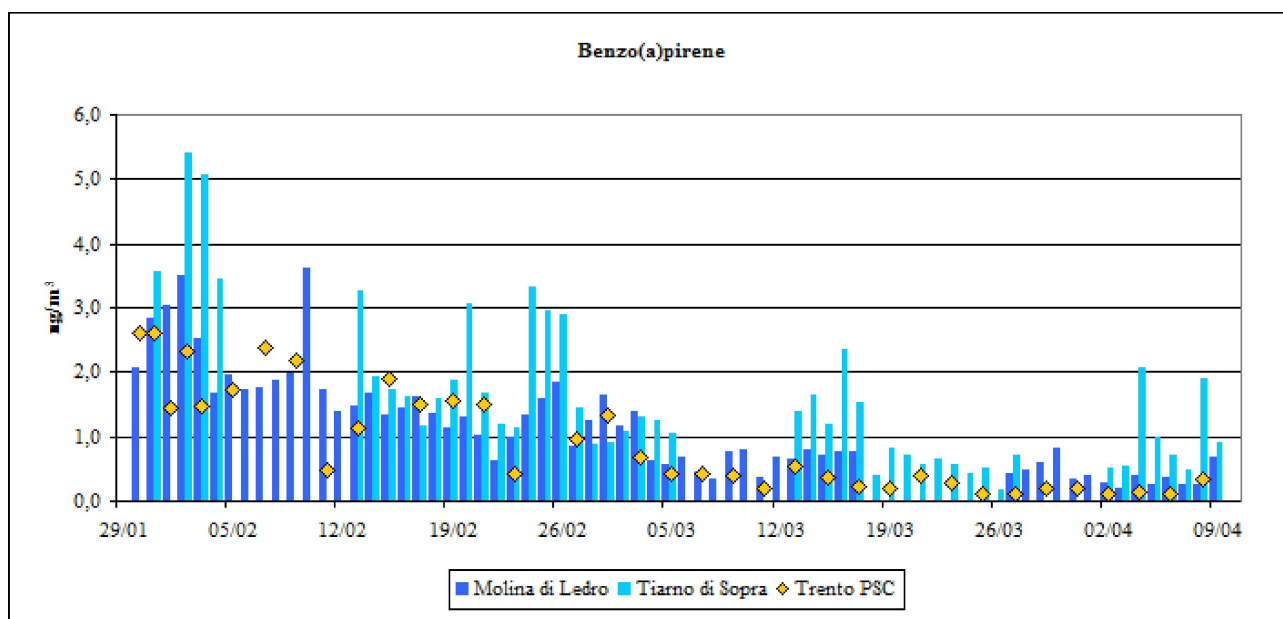


Fig. 3.7: B(a)P - Media giornaliera.

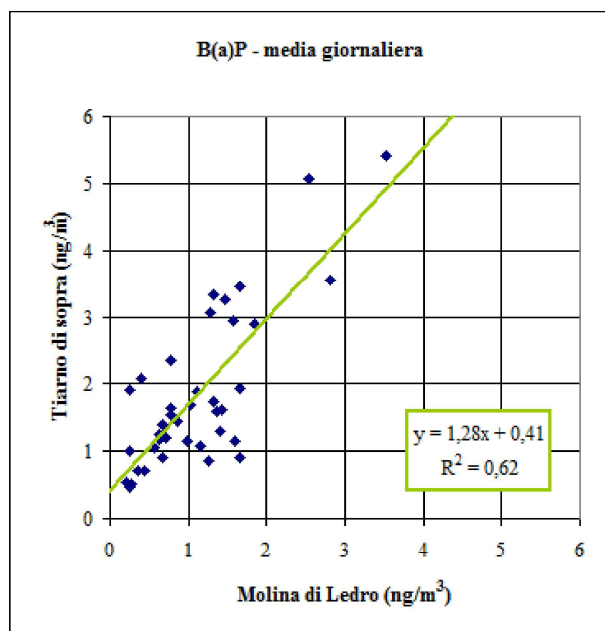


Fig. 3.8: B(a)P - Retta di correlazione.

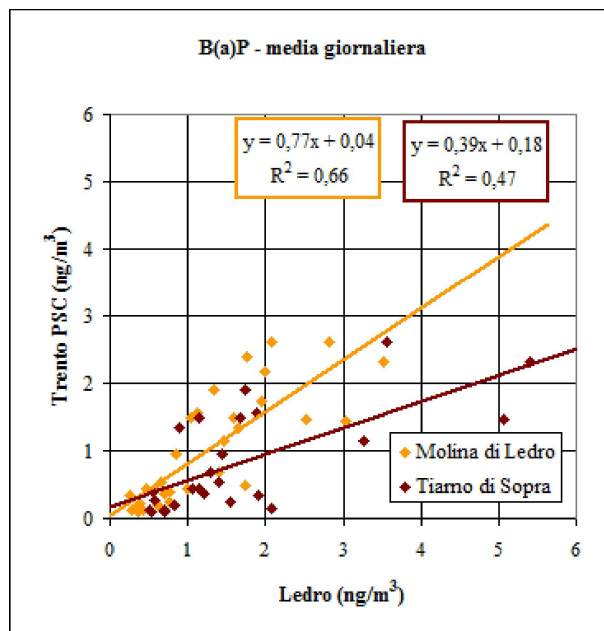


Fig. 3.9: B(a)P - Retta di correlazione (Ledro - Trento PSC).

### 3.3 Metalli

Sui campioni gravimetrici di PM10 raccolti durante la campagna sono state effettuate anche delle analisi per dosare il contenuto di metalli (Tab. 3.4).

**Tab. 3.4: Metalli – valori medi della campagna.**

Metalli	Media campagna	
	Molina di Ledro	Tiarno di Sopra
ALLUMINIO (Al) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,12	0,13
<b>ARSENICO (As) (<math>\text{ng}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>
<b>CADMIO (Cd) (<math>\text{ng}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>
CALCIO (Ca) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,78	0,64
CROMO (Cr) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	1,27	1,29
FERRO (Fe) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,19	0,19
MAGNESIO (Mg) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,11	0,10
MANGANESE (Mn) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	5,43	5,70
<b>NICHEL (Ni) (<math>\text{ng}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>0,94</b>	<b>1,08</b>
<b>PIOMBO (Pb) (<math>\text{ng}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>3,88</b>	<b>4,86</b>
POTASSIO (K) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,45	0,47
RAME (Cu) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	4,48	4,38
SILICIO (Si) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,31	0,32
TITANIO (Ti) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	9,9	10,6
ZINCO (Zn) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	41	75
ZOLFO (S) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,40	0,40

Per le medie annuali sono previsti per il piombo un *valore limite* e per arsenico, cadmio e nichel dei *valore obiettivo* (D. Lgs. 155/2010) (Tab. 3.5).

Per quanto riguarda arsenico e cadmio, tutti i campioni raccolti presentano contenuti inferiori al limite di rivelabilità strumentale ( $3 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), in linea con quanto normalmente rilevato presso il sito fisso di Trento Parco S. Chiara.

Anche per quanto riguarda il nichel, la maggior parte dei campioni presenta contenuti inferiori al limite di rivelabilità strumentale ( $1,7 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), con valori medi dell'intera campagna inferiori a quanto contemporaneamente rilevato presso il sito fisso di Trento Parco S. Chiara.

La concentrazione di piombo risulta anch'essa molto bassa, largamente inferiore al limite previsto per questo inquinante, e in linea con quanto contemporaneamente registrato presso il sito fisso di Trento Parco S. Chiara.

**Tab. 3.5: Metalli – valori limite/obiettivo.**

	Media campagna		Valore limite / obiettivo
	Molina di Ledro	Tiarno di Sopra	
As	1,5 ng/m <sup>3</sup>	1,5 ng/m <sup>3</sup>	6,0 ng/m <sup>3</sup>
Cd	1,5 ng/m <sup>3</sup>	1,5 ng/m <sup>3</sup>	5,0 ng/m <sup>3</sup>
Ni	0,94 ng/m <sup>3</sup>	1,08 ng/m <sup>3</sup>	20,0 ng/m <sup>3</sup>
Pb	0,00388 µg/m <sup>3</sup>	0,00486 µg/m <sup>3</sup>	0,5 µg/m <sup>3</sup>

Sulla base dei valori rilevati presso i siti oggetto della campagna, e dal confronto con quanto contemporaneamente registrato presso il sito fisso di Trento Parco S. Chiara, sito presso il quale le medie annuali di questi inquinanti risultano abbondantemente inferiori a limiti/valore obiettivo, si può affermare che anche a Ledro non sussistano problemi legati alla presenza di arsenico, cadmio, nichel e piombo.

#### 4 Valutazioni finali e conclusioni

La campagna di monitoraggio è stata svolta in 2 siti individuati all'interno del comune di Ledro, nelle frazioni di Molina di Ledro e Tiarno di Sopra. Sono state monitorate le concentrazioni medie giornaliere di PM10, ed il contenuto all'interno del PM10 di metalli ed IPA.

I dati raccolti per il **PM10** non evidenziano nel periodo oggetto d'indagine criticità per la presenza di questo inquinante. Non sono mai stati registrati valori superiori al limite previsto per la media giornaliera, e le concentrazioni medie del periodo sono risultate inferiori a quanto contemporaneamente misurato presso i siti delle rete fissa provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria.

La presenza dei 4 metalli normati, **arsenico, cadmio, nichel e piombo**, è risultata in entrambi i siti bassa, e, in analogia a quanto misurato presso il sito fisso di Trento Parco S. Chiara, in concentrazioni tali da garantire il rispetto dei limiti/valori obiettivo previsti.

La presenza di **benzo(a)pirene**, inquinante associato quasi univocamente alla combustione della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico, risulta leggermente superiore a quanto contemporaneamente rilevato presso il sito fisso di Trento Parco S. Chiara a Trento, con concentrazioni maggiori a Tiarno di Sopra rispetto a Molina di Ledro.

Le concentrazioni giornaliere rilevate sono comprese entro un range di valori tipico dei mesi invernali, con proiezione sul dato medio annuale che, allo stato attuale, pone questo inquinante tra quelli per i quali vi è il rischio di superamento del *valore obiettivo* fissato dalla normativa.

Da rimarcare, a tal proposito, che i valori misurati sono altresì risultati del tutto analoghi e coerenti con quanto si manifesta praticamente in tutti i fondovalle del Trentino.

\*\*\*

Le valutazioni qui esposte hanno valenza principalmente ambientale, ancorché i limiti previsti per i vari inquinanti monitorati siano fissati soprattutto a tutela della salute in delle persone. Si rimanda tuttavia alla competenza sanitaria la formulazione di eventuali altre specifiche valutazioni riguardanti aspetti più strettamente tossicologici ed epidemiologici.



*Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente  
Settore tecnico per la tutela dell'ambiente  
U.O. aria, agenti fisici e bonifiche*

*Esecuzione campagna di monitoraggio e misure:  
ing. Selene Cattani  
ing. Elisa Malloci  
ing. Francesca Rauzi*

*Analisi chimiche:  
Settore Laboratorio APPA*

*Elaborazione dei dati e redazione:  
ing. Elisa Malloci*

*Coordinamento e redazione:  
dott. Gabriele Tonidandel*

\*\*\*\*

*Trento, giugno 2019*

## Allegato 1: Normativa di riferimento

Il quadro normativo di riferimento per la misura della qualità dell'aria ambiente è costituito dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*.

L'allegato XI stabilisce valori limite per Pb e PM10.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite
Piombo	Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
PM10	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>

L'allegato XIII stabilisce i valori obiettivo per As, Cd, Ni, B(a)P.

Inquinante	Valore obiettivo
Arsenico	6,0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	5,0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	20,0 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene	1,0 ng/m <sup>3</sup>

## Allegato 2: Descrizione dei parametri rilevati

### PARAMETRI CHIMICI

PARAMETRO	SIMBOLOGIA	UNITÀ DI MISURA
polveri PM10	PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
IPA	Benzo(a)Pirene ed altri...	$\text{ng}/\text{m}^3$
metalli	As, Cd, Ni, Pb ed altri	$\text{ng}/\text{m}^3$

### POLVERI SOTTILI - PM10

Con il termine polveri atmosferiche, o materiale particellare, si intende un insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, tendono a rimanere sospese in aria. Le singole particelle sono anche molto diverse tra loro per dimensione, forma, composizione chimica e processo di formazione. L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è definito come particolato sospeso P.T.S. (Polveri Totali Sospese) o P.M. (dall'inglese "Particulate Matter", materiale particellare).

Generalmente tali particelle sono costituite da una miscela di elementi quali: Carbonio (organico ed inorganico), fibre, silice, metalli (Ferro, Rame, Piombo, Nichel, Cadmio, ...), nitrati, solfati, composti organici (idrocarburi, acidi organici, I.P.A., ...), materiale inerte (frammenti di suolo, spore, pollini, ...), particelle liquide. Tale composizione dipende essenzialmente dal processo di formazione delle stesse particelle e dalle sostanze con cui sono giunte a contatto nella loro permanenza in atmosfera (ad esempio possono fungere da veicolanti di metalli pesanti).

Il diametro è compreso tra  $0,005 \mu\text{m}$  e  $150 \mu\text{m}$  (lo spessore di un capello umano è di circa  $100 \mu\text{m}$ ); all'interno di questo intervallo le polveri atmosferiche sono suddivise in:

- particelle grossolane: con diametro superiore ai  $10 \mu\text{m}$ ;
- particelle fini (PM10): con diametro inferiore a  $10 \mu\text{m}$ ;
- particelle finissime (PM2,5): con diametro inferiore ai  $2,5 \mu\text{m}$ .

### IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI – IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. In generale si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, sostanze scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta ed altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi. Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene che ha una struttura con cinque anelli aromatici condensati.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli olii combustibili). Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione 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 diesel che benzina). In generale l'emissione di I.P.A. nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.

### METALLI

Nel particolato atmosferico sono presenti metalli di varia natura. I principali sono Cadmio, Zinco, Rame, Nichel, Piombo e Ferro.

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da processi industriali, il rame ed il nichel provengono dalla combustione, il piombo dalle emissioni autoveicolari. Il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo di combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose.

In particolare, il piombo di provenienza autoveicolare è emesso quasi esclusivamente da motori a benzina in cui è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante. Negli agglomerati urbani tale

sorgente rappresenta pressoché la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile (PM10). L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0,013 g/l di Pb) dal 1° gennaio 2002, ha portato una riduzione delle emissioni di Piombo del 97%; in conseguenza di ciò è praticamente eliminato il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

### **Allegato 3: Riferimenti bibliografici**

APPA Trento (2011), *Zonizzazione della provincia di Trento e classificazione delle zone*, Deliberazione di Giunta Provinciale n°1036 del 20/05/2011

APPA Trento (2016), *Classificazione delle zone ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente - aggiornamento 2016*, Deliberazione della Giunta Provinciale n°2338 del 16/12/2016

APPA Trento, (2018), *Piano provinciale di tutela della qualità dell'aria*, Deliberazione della Giunta Provinciale n°1387 del 01/08/2018

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*