

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Alpago

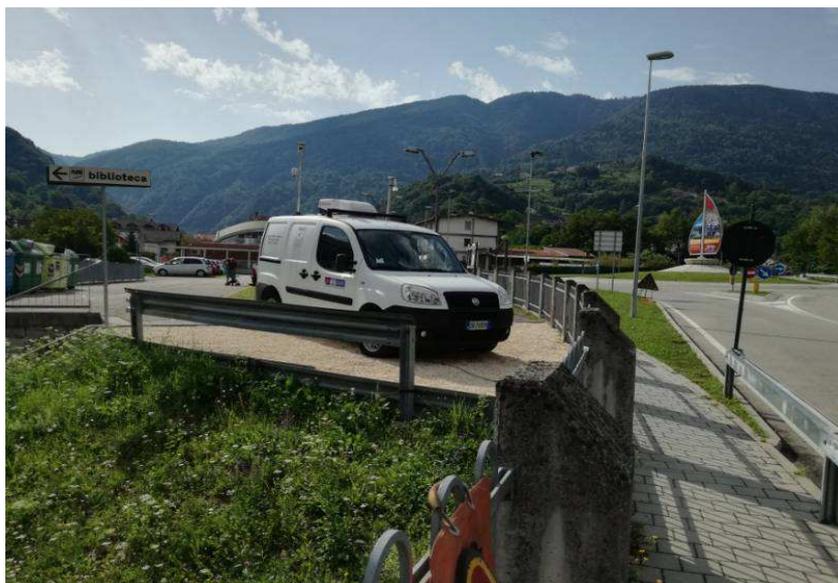
Zona Industriale Paludi

5 aprile – 29 giugno 2017 ---- 3 ottobre 2017 – 10 gennaio 2018



Località Farra D'Alpago

1 luglio – 1 ottobre 2017 ---- 12 gennaio – 12 marzo 2018



Relazione tecnica

ARPAV
Direttore Generale
Nicola Dell'Acqua

Dipartimento Provinciale di Belluno
Anna Favero

Progetto e realizzazione
Servizio Monitoraggio e Valutazioni

Antonella Bortoluzzi

Massimo Simionato

Riccardo Tormen

Con la collaborazione di:

Dipartimento Regionale Laboratori - Servizio Laboratorio di Venezia

**Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio - Servizio Centro
Meteorologico di Teolo - Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

Maria Sansone

Belluno settembre 2018

NOTA: Questa relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento Provinciale ARPAV di Belluno e la citazione della fonte.

INDICE

1 - Introduzione e obiettivi specifici della campagna di monitoraggio.....	4
2 - Caratteristiche del sito e tempistiche di realizzazione.....	4
2.1 Sito di Zona Industriale Paludi	6
2.2 Sito di Farra.....	7
3 - Contestualizzazione meteo climatica	10
3.1 - Sito di Paludi	11
3.2 - Sito di Farra d'Alpago.....	13
4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento.....	14
4.1 Inquinanti monitorati	14
4.2 Normativa di riferimento	22
5 - Strumentazione utilizzata e analisi eseguite.....	25
6 - Efficienza di campionamento.....	26
7 - Analisi dei dati rilevati in loc. Paludi	27
7 - Rappresentazione grafica dei dati.....	30
8- Conclusioni per il monitoraggio svolto in loc. Paludi.....	33
9 - Analisi dei dati rilevati in loc Farra d'Alpago.....	35
9.1 - Rappresentazione grafica dei dati.....	37
10- Conclusioni per il monitoraggio svolto in loc. Farra d'Alpago	39
ALLEGATO 1: GLOSSARIO	41

1 - Introduzione e obiettivi specifici della campagna di monitoraggio

Il Dipartimento ARPAV di Belluno, in accordo con il comune di Alpagò, nel 2017 ha individuato due siti di diversa tipologia nei quali ha effettuato analisi in continuo e campionamenti d'aria ambiente, utilizzando un mezzo mobile in grado di misurare ozono (O_3) e benzene (C_6H_6), e di raccogliere le polveri (PM10). Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a $10 \mu m$) è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Sui filtri campionati sono state successivamente determinate in laboratorio le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e, nel caso del sito industriale, anche quelle di alcuni metalli.

Il primo sito monitorato è collocato in zona industriale nell'area di Paludi, in via dell'Industria, mentre il secondo si trova in area urbana, a ridosso del plesso scolastico di Farra, nel parcheggio adiacente alla rotonda sulla SP423.

La relazione espone l'esito complessivo di entrambe le campagne di monitoraggio, al termine della seconda fase d'indagine: per il sito di Paludi, periodo 5 aprile – 29 giugno 2017 e 3 ottobre 2017 – 10 gennaio 2018; per il sito di Farra d'Alpagò, 1 luglio – 1 ottobre 2017 ---- 12 gennaio – 12 marzo 2018.

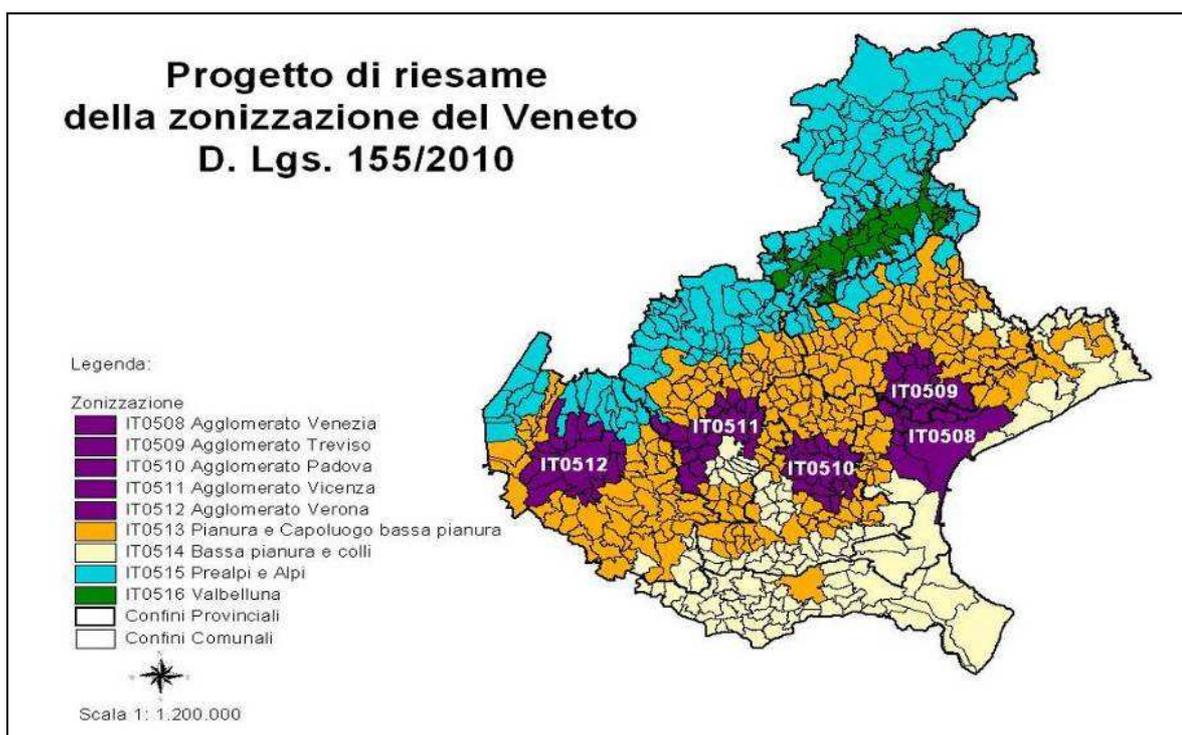
2 - Caratteristiche del sito e tempistiche di realizzazione

In base all'art.1 comma 4 del D.Lgs. 155/2010, di attuazione della direttiva 2008/50/CE, la zonizzazione del territorio nazionale è il presupposto su cui si fonda l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente. A seguito della zonizzazione del territorio, ciascuna zona o agglomerato è stata classificata in base a criteri generali; è seguita una seconda fase di approfondimento sito specifica, mediante misurazioni e mediante altre tecniche, in conformità alle disposizioni del decreto.

La Regione Veneto, con DGR n. 3195/2006, aveva provveduto alla zonizzazione del proprio territorio; tuttavia era necessario un approfondimento mirato, in relazione ai requisiti richiesti dall'appendice I al D.Lgs. 155/2010, in particolare per quanto riguarda le caratteristiche orografiche e meteo climatiche, il carico emissivo e il grado di urbanizzazione del territorio.

La zonizzazione è stata quindi riesaminata da ARPAV per conto della Regione Veneto, con la supervisione del Ministero dell'Ambiente, al fine di ottenere una valutazione omogenea e integrata delle diverse zone a livello sovra regionale.

La nuova zonizzazione del territorio Veneto è stata approvata con Delibera della Giunta Regionale n. 2130/2012, efficace dal gennaio 2013 e, in base ad essa, il Veneto è attualmente suddiviso in 5 agglomerati e 4 zone, di cui due di pianura e due di montagna.



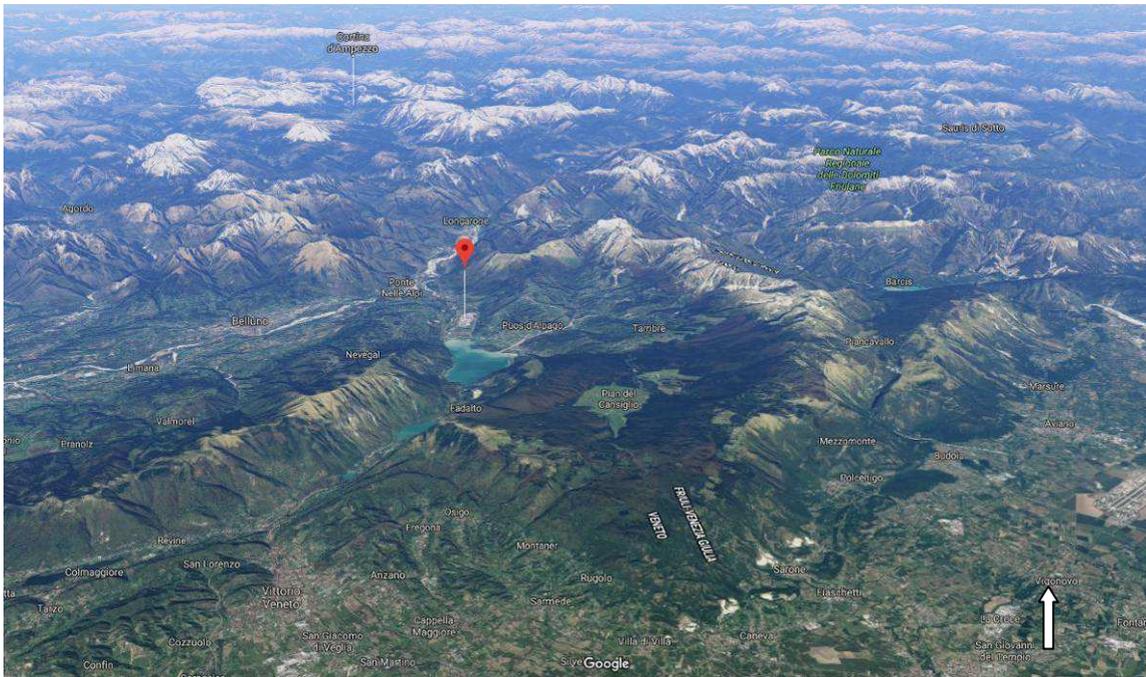
I Comuni della provincia di Belluno ricadono nelle seguenti zone:

Prealpi e Alpi (IT0515). Coincidente con la parte montuosa della regione, comprende i Comuni con altitudine della casa comunale maggiore di 200m, generalmente non interessati dal fenomeno dell'inversione termica, a ridotto contributo emissivo e con basso numero di abitanti.

Val Belluna (IT0516). E' costituita dall'omonima valle in provincia di Belluno, identificata dalla porzione di territorio intercomunale, inferiore all'isolinesa dei 600m di quota, interessata da fenomeni, anche persistenti, di inversione termica, con contributo emissivo significativo ed elevata urbanizzazione nel fondovalle. Interseca 29 Comuni della provincia di Belluno e comprende il Comune Capoluogo.

Il sito della zona industriale di Paludi ha coordinate geografiche 1756845;5116094 UTM Gauss Boaga (geobrowser) e appartiene alla zona Val Belluna (IT0516); mentre il sito in località Farra d'Alpago ha coordinate geografiche 1759383;5112962 UTM Gauss Boaga (geobrowser) e, con un altitudine di 394 m, ricade sempre nella zona Val Belluna (IT0516).

2.1 Sito di Zona Industriale Paludi

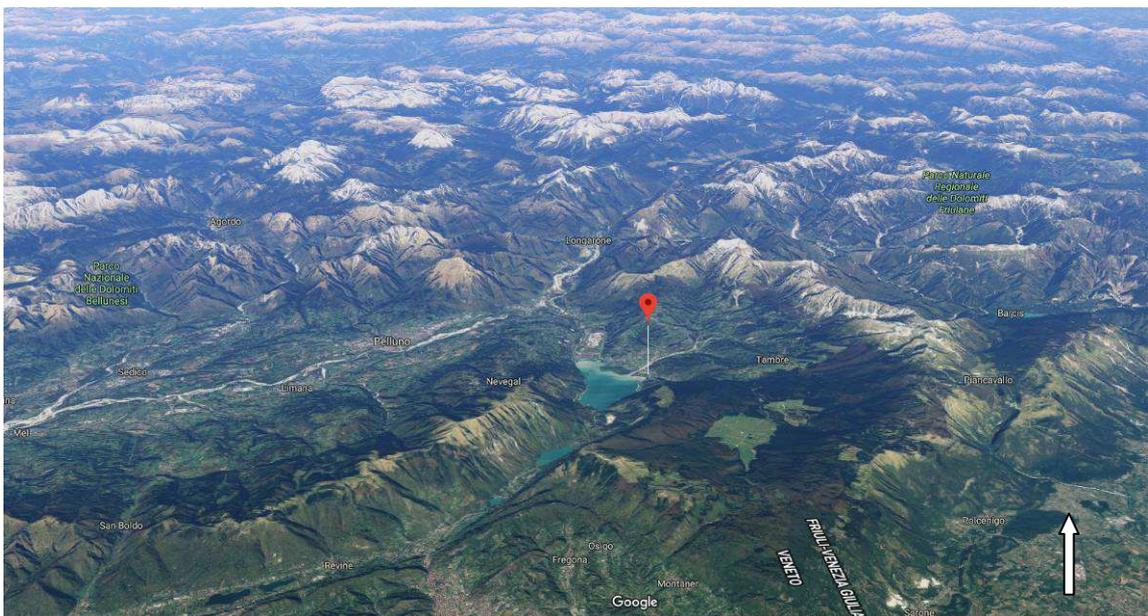


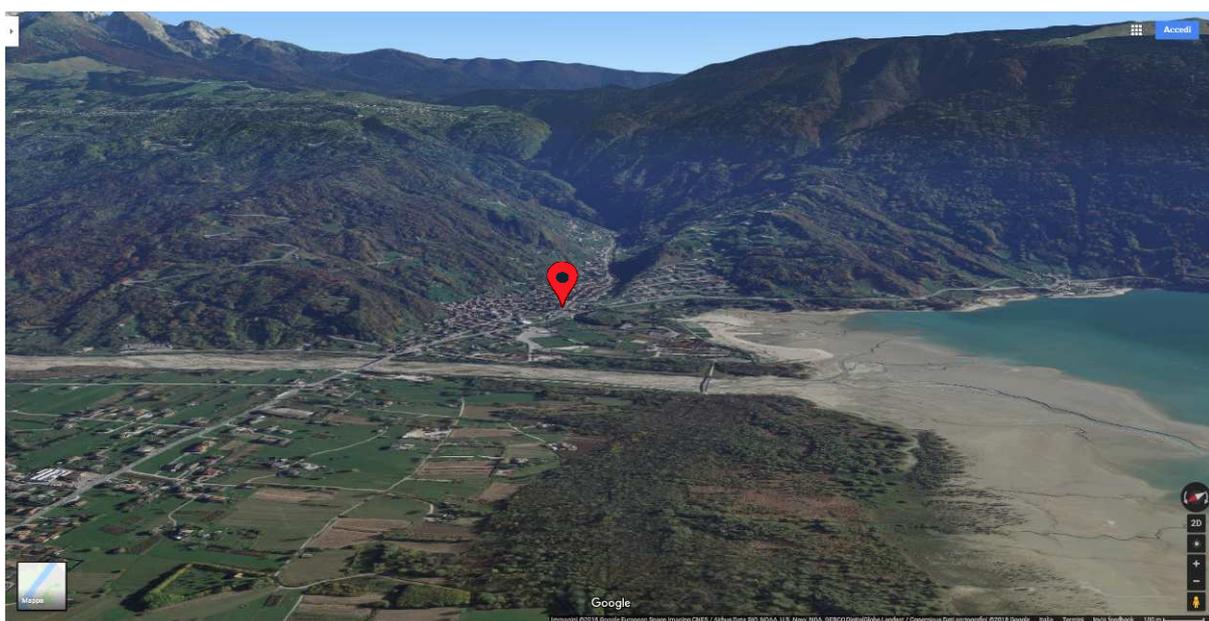
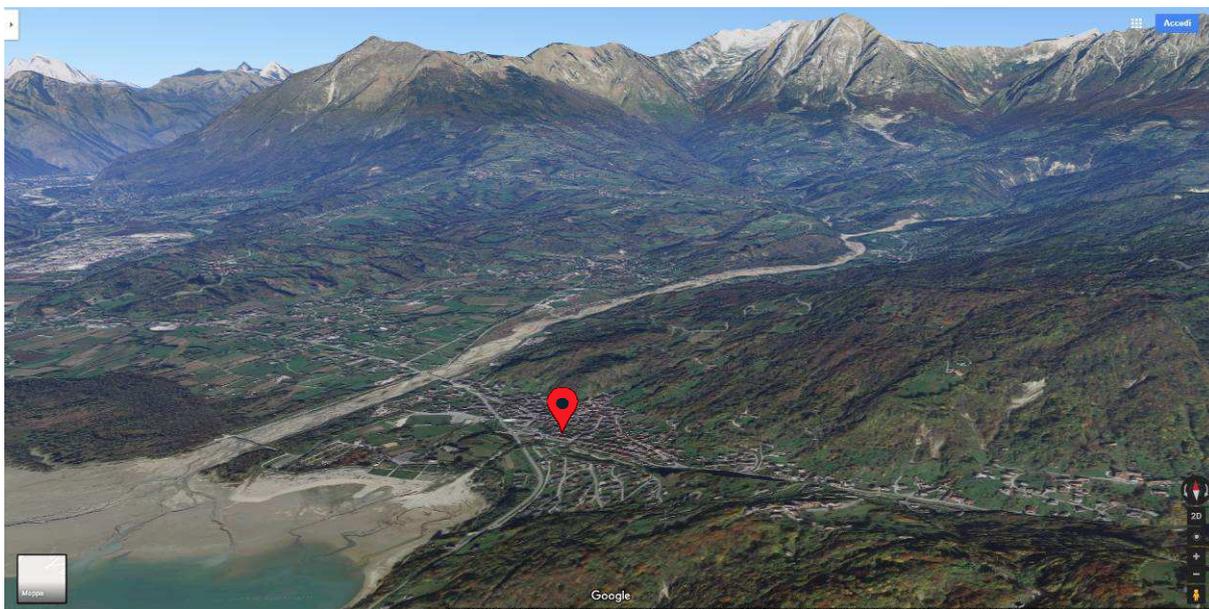
Inquadramento territoriale area Paludi



Posizione del mezzo mobile

2.2 Sito di Farra





Inquadramento territoriale area Farra





Collocazione del comune di Alpago

3 - Contestualizzazione meteo climatica

La situazione meteorologica è stata analizzata suddividendo i giorni di monitoraggio in base alle caratteristiche di piovosità e ventilazione, come definite nelle tre classi seguenti:

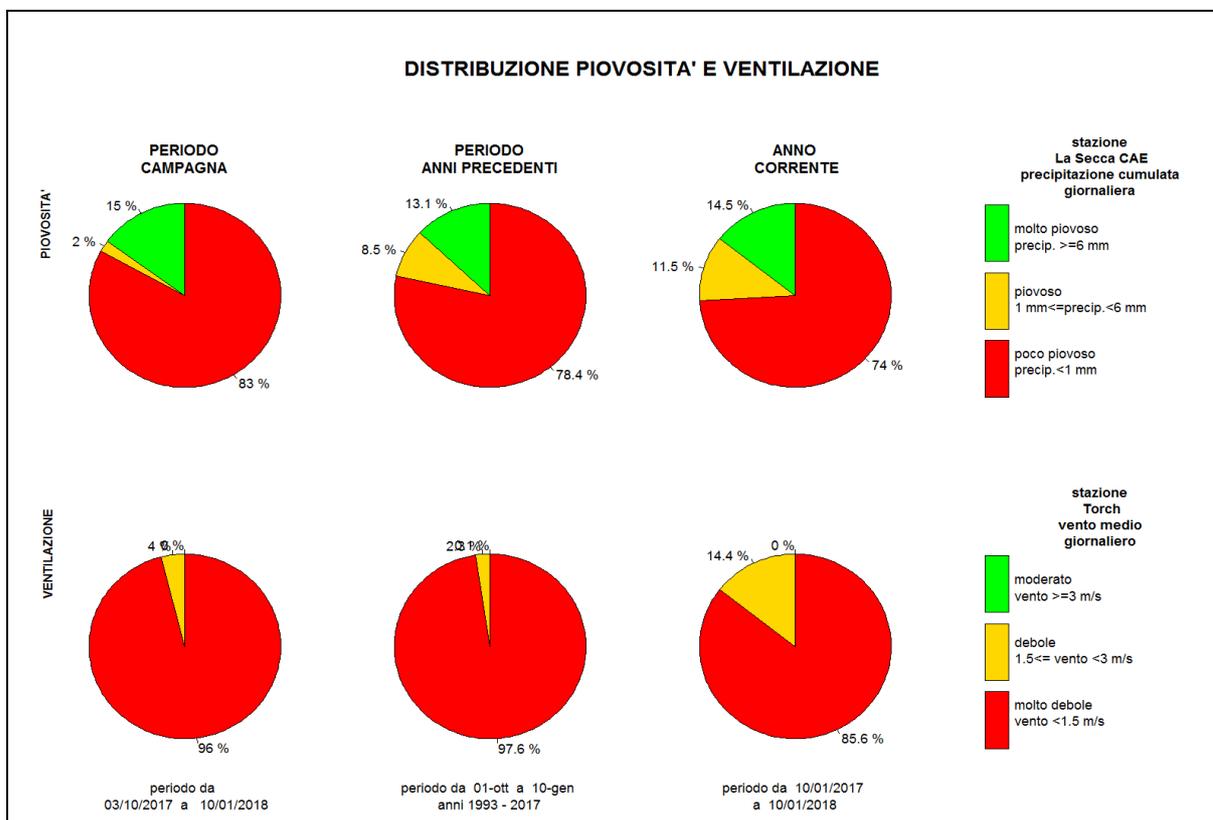
- rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento compresa fra 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori soglia delle tre classi sono stati individuati statisticamente, valutando un campione pluriennale di dati.

La situazione meteorologica dei periodi di monitoraggio è stata ottenuta utilizzando i dati di precipitazione registrati dalla stazione meteo di La Secca CAE (cod.346) e i valori di vento restituiti dalla stazione meteo di Torch (cod.93), dotata di anemometro a 5 m, entrambe distanti circa 3 km dal sito di campionamento. Al riguardo si fa presente che le informazioni riguardanti le precipitazioni sono rappresentative anche per il sito di svolgimento della campagna di misura; invece, per quanto riguarda il vento, a causa della complessa orografia del territorio circostante, le valutazioni di seguito riportate sono sicuramente indicative anche degli eventi verificatisi nell'area

circostante, ma non esaustive di eventuali fenomeni peculiari delle aree di svolgimento delle campagne di misura.

3.1 - Sito di Paludi

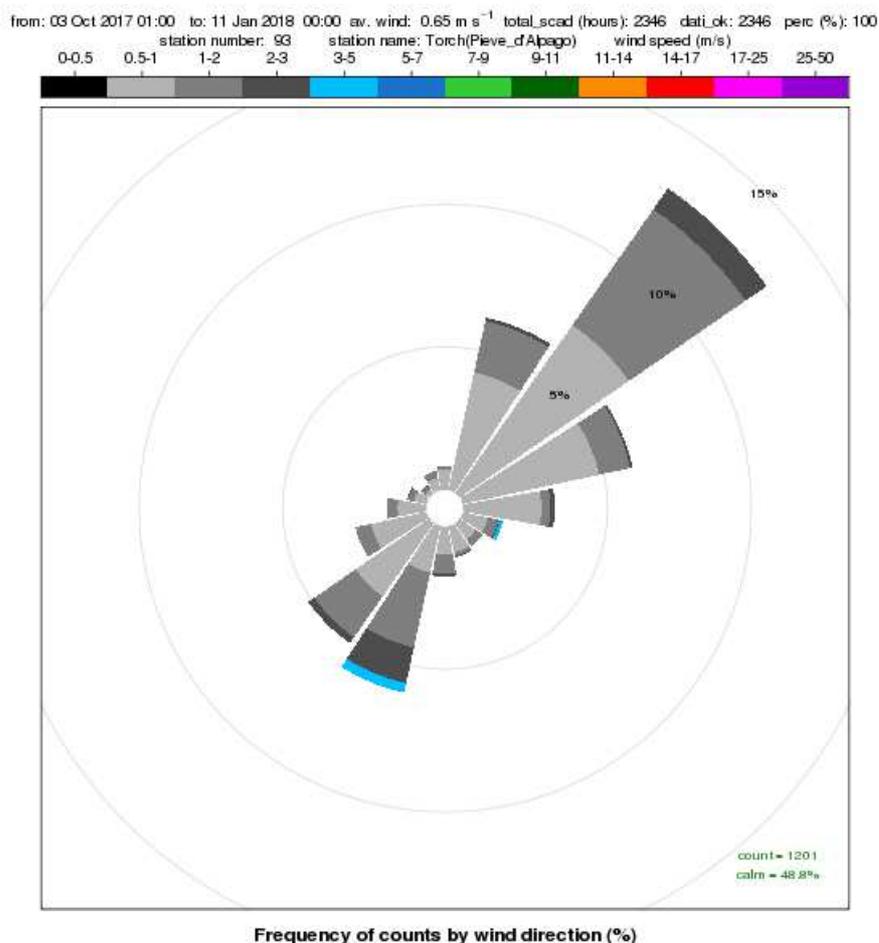


Il grafico che precede mette a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati misurati presso le stazioni meteorologiche ARPAV de La Secca, per la pioggia, e Torch, per il vento, in tre periodi:

- 3 ottobre - 10 gennaio 2017, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 1 ottobre - 10 gennaio, dall'anno 1993 all'anno 2017 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 10 gennaio 2017 - 10 gennaio 2018 (ANNO CORRENTE).

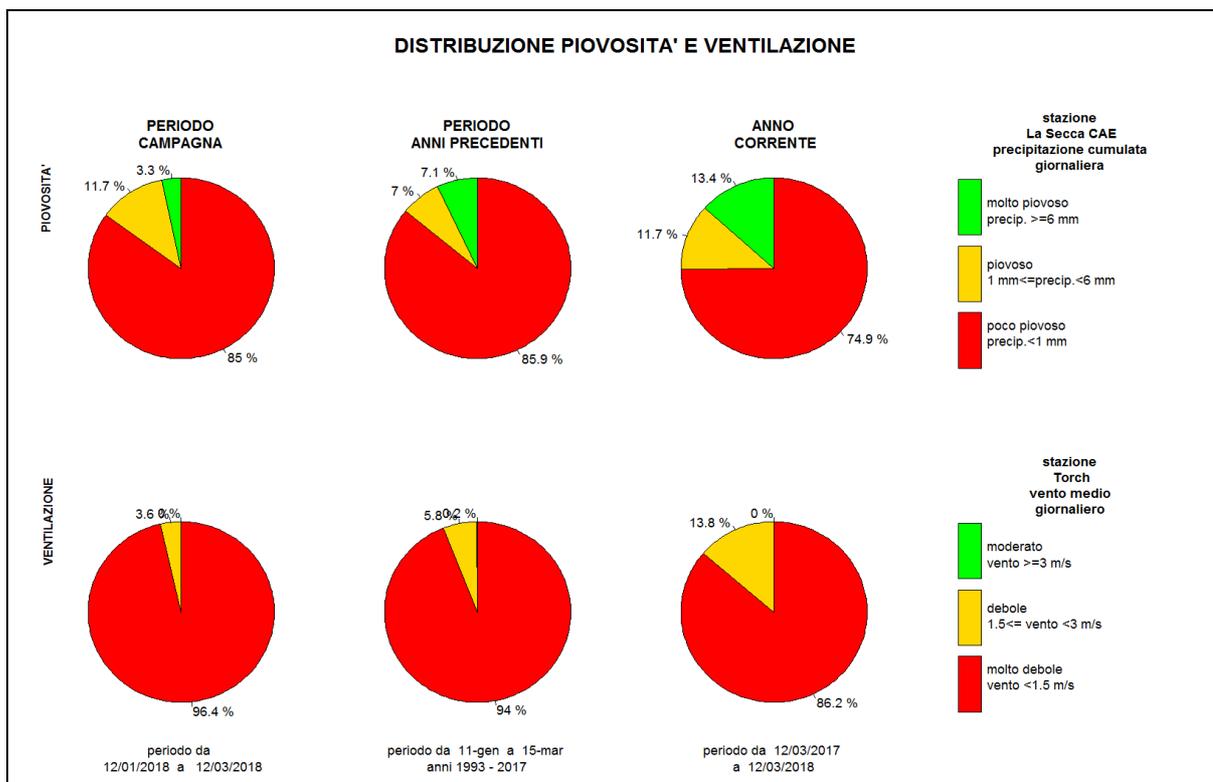
Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che, durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni poco piovosi sono stati un po' più frequenti rispetto a entrambi i periodi di riferimento, con uno scarto maggiore rispetto all'anno corrente;
- la distribuzione delle giornate in base alla ventosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti mentre, rispetto all'anno corrente, sono più frequenti i giorni con vento molto debole.



Il grafico che precede riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Torch fra il 3 ottobre 2017 e il 10 gennaio 2018, periodo della campagna di misura: da esso si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-est (circa 13% dei casi) seguita da est-nord-est, nord-nord-est e sud-sudovest (tutte e tre circa 6%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è pari a circa il 49%; la velocità media è pari a circa 0.65 m/s. La componente sud-sudovest evidenzia la presenza di brezze diurne, quella dai settori nord-orientali è riconducibile alle brezze notturne: questo regime dei venti, rilevati presso la stazione di Torch, è compatibile con quello del sito della campagna di misura. Tuttavia, come già detto e come risulta evidente dall'ortofoto tridimensionale sopra riportata, tratta da Google maps, i due siti sono collocati a diversa quota e sono separati da un importante ostacolo orografico; ciò potrebbe determinare lievi differenze sia di intensità sia di direzione del vento.

3.2 - Sito di Farra d'Alpago

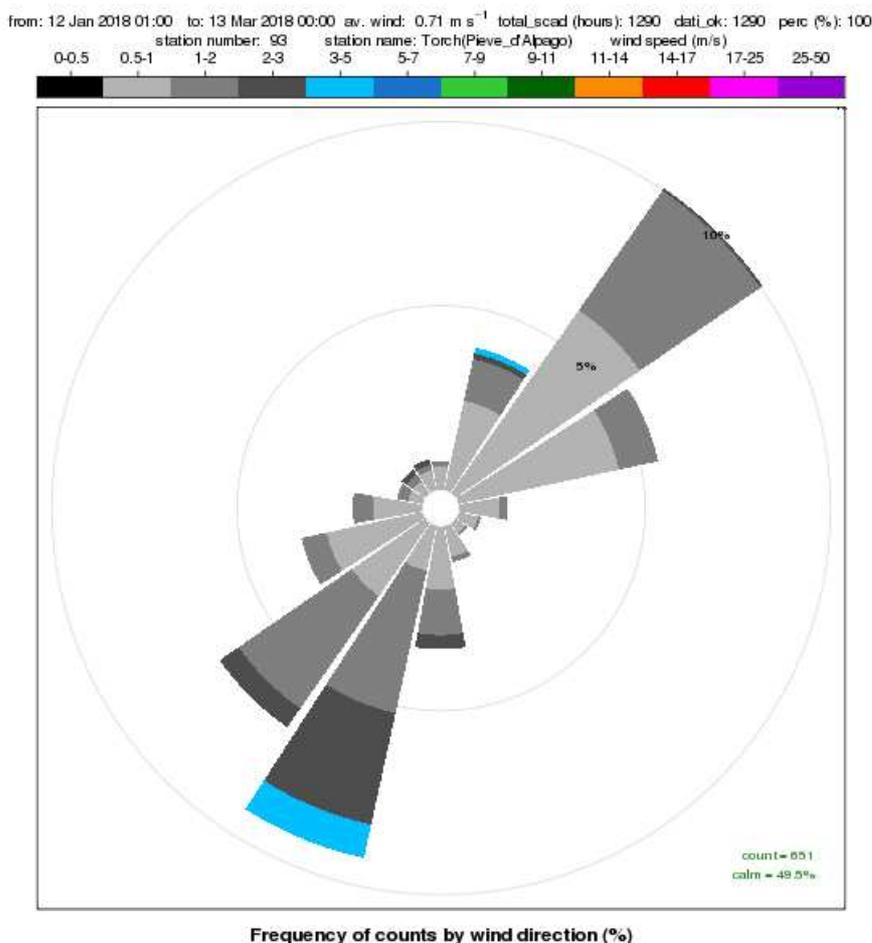


Nel grafico sopra riportato si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati misurati presso le stazione meteorologiche ARPAV più vicine: La Secca, per la pioggia, e Torch, per il vento, in tre periodi:

- 12 gennaio - 12 marzo 2018, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 11 gennaio - 15 marzo dall'anno 1993 all'anno 2017 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 12 marzo 2017 - 12 marzo 2018 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- la distribuzione dei giorni in base alla piovosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti, salvo una frequenza leggermente inferiore dei giorni molto piovosi; rispetto all'anno corrente sono più frequenti i giorni poco piovosi e meno frequenti quelli molto piovosi;
- la distribuzione dei giorni in base alla ventosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti, mentre i giorni con vento molto debole risultano più frequenti rispetto all'anno corrente.



Nel grafico si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Torch durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nordest (circa 10% dei casi) seguita da sud-sudovest (circa 9%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a quasi il 50%; la velocità media pari a circa 0.7 m/s. La componente sud-sudovest evidenzia la presenza di brezze diurne, quella dai settori nord-orientali è riconducibile alle brezze notturne: tale regime dei venti, rilevati presso la stazione di Torch, è compatibile con quello del sito della campagna di misura, tuttavia, come osservato sopra, potrebbero esservi delle lievi differenze, sia sull'intensità che sulla direzione del vento, dovute al fatto che i due siti si trovano in punti differenti di un'area caratterizzata da presenza di ostacoli orografici.

4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

4.1 Inquinanti monitorati

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per la misura degli inquinanti chimici indicati dalla normativa vigente relativa alla qualità dell'aria ambiente e, più precisamente: ozono (O₃), benzene (C₆H₆), polveri (PM₁₀).

I campioni di PM₁₀ raccolti su filtro sono stati inviati al laboratorio ARPAV, per la successiva determinazione analitica degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e di alcuni metalli.

Polveri (PM₁₀)

Per materiale particolato (PM) aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche, solide e liquide, sospese in aria ambiente, formate da agglomerati di diverse dimensioni, composizione chimica e proprietà, di origine sia antropica sia naturale. La suddivisione granulometrica distingue due frazioni:

- le polveri PM10 cioè il particolato che ha un diametro inferiore a 10 μm
- le polveri PM2,5, che costituiscono in genere circa il 60-90% delle PM10, rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 μm .

Di recente lo IARC (International Agency for Research on Cancer) ha riclassificato alcune sostanze della lista dei cancerogeni noti e, fra questi, ha ufficializzato l'entrata delle polveri sottili e dell'inquinamento atmosferico in genere, nella categoria 1, cioè fra i cancerogeni riconosciuti per l'uomo.

Parte delle polveri atmosferiche è emessa come tale da diverse sorgenti naturali e antropiche (particelle primarie); parte, invece, deriva da una serie di reazioni chimiche e fisiche che avvengono nell'atmosfera (particelle secondarie).

L'abbattimento e/o l'allontanamento delle polveri è legato, in gran parte, alla meteorologia. Pioggia e neve abbattono le particelle, il vento le sposta anche sollevandole, mentre le dinamiche verticali connesse ai profili termici e/o eolici le disperdono.

Le più importanti sorgenti naturali sono:

- incendi boschivi;
- polveri al suolo risollevate e trasportate dal vento;
- aerosol biogenico (spore, pollini, frammenti vegetali, ecc.);
- emissioni vulcaniche;
- aerosol marino.

Le più rilevanti sorgenti antropiche sono:

- processi di combustione di legno, derivati del petrolio, residui agricoli;
- emissioni prodotte in vario modo dal traffico veicolare (emissioni dei gas di scarico, usura dei pneumatici, dei freni e del manto stradale);
- processi industriali;
- emissioni prodotte da altri macchinari e veicoli (mezzi di cantiere e agricoli, aeroplani, treni, ecc.).

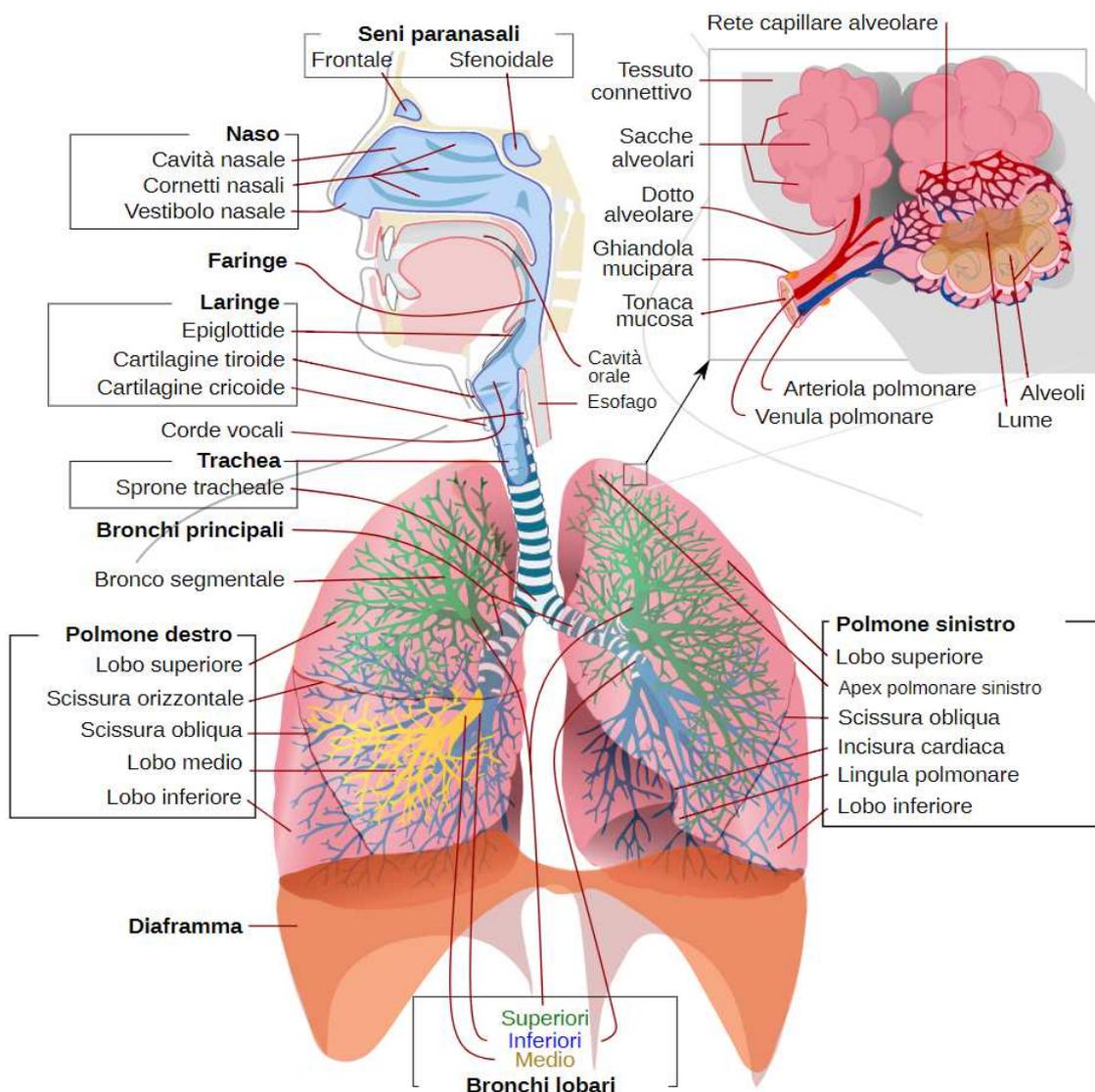
Una volta emesse, le polveri PM10 possono rimanere in sospensione nell'aria per circa dodici ore, mentre le particelle a diametro più sottile, ad esempio PM₁, possono rimanere in circolazione per circa un mese.

Le polveri sottili nei centri urbani sono prodotte, principalmente, da fenomeni di combustione derivanti dal traffico veicolare e dagli impianti di riscaldamento che sono le cause, anche, dell'inquinamento da PM10, il più pericoloso per la salute umana

Il particolato emesso dai camini di altezza elevata può essere trasportato dagli agenti atmosferici anche a grandi distanze. Per questo motivo parte dell'inquinamento di fondo riscontrato in una determinata città, può provenire anche da fonti lontane dal centro urbano. Le dimensioni delle particelle in sospensione sono il parametro principale che ne caratterizza il comportamento. L'apparato respiratorio è un canale che si diparte dalle prime vie aeree, naso e bocca, cui seguono la faringe, la laringe e la trachea; quest'ultima prosegue nei due bronchi principali che si dividono, poi, all'interno dei polmoni, a costituire l'albero bronchiale. Con successive ramificazioni e iduzioni del lume, l'albero bronchiale finisce con i bronchioli alveolari che, negli

alveoli polmonari, garantiscono lo scambio gassoso fra il sangue e l'ossigeno atmosferico. E' facile quindi immaginare che le particelle di dimensioni maggiori siano trattenute nelle porzioni a lume maggiore mentre quelle più sottili riescano a penetrare sino agli alveoli. Il rischio determinato dalle particelle è dovuto alla loro deposizione che avviene lungo tutto l'apparato respiratorio, dal naso agli alveoli. La deposizione si verifica quando la velocità delle particelle si azzerava per effetto delle forze di resistenza inerziale che annullano la velocità di trascinamento dell'aria; questa decresce dal naso sino agli alveoli polmonari.

Pertanto, procedendo dal naso, o dalla bocca, attraverso il tratto tracheo-bronchiale sino agli alveoli, diminuisce il diametro delle particelle che penetrano e si depositano.



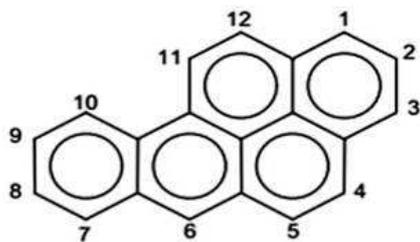
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/92/Respiratory_system_complete_it.svg/925px-Respiratory_system_complete_it.svg.png

Di File:Respiratory system complete en.svg - LadyofHats, Jmarchntranslation by: Daniele Pugliesi - File:Respiratory system complete en.svg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5662028>

Benzo(a)Pirene (C₂₀H₁₂)

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono prodotti dalla combustione incompleta di composti organici e derivano da fonti per la massima parte di tipo antropico, anche se esistono apporti dovuti a incendi boschivi ed eruzioni vulcaniche.

Il principale IPA è il benzo(a)pirene (B(a)P), unico tra questi composti soggetto alla normativa sull'inquinamento atmosferico. I processi che lo originano comportano la concomitante formazione di altri IPA non soggetti alla normativa.



Product Name: BENZO[A]PYRENE

CAS: 50-32-8

MF: C₂₀H₁₂

MW: 252.31

EINECS: 200-028-5

Tratto da /www.chemicalbook.com

Molti IPA sono stati classificati dallo IARC come “probabili” o “possibili cancerogeni per l'uomo”; il benzo(a)pirene è stato classificato come “cancerogeno riconosciuto per l'uomo”.

Le principali sorgenti antropiche di questi composti sono le combustioni in genere, in particolare gli impianti di riscaldamento domestico, i veicoli a motore, i processi industriali.

Il riscaldamento domestico contribuisce in modo rilevante alla presenza degli IPA, soprattutto durante i mesi freddi e nelle aree contraddistinte da climi rigidi, come la provincia di Belluno. Le caratteristiche delle emissioni variano in funzione sia della tipologia di combustibile utilizzato sia della configurazione tecnica del sistema di combustione a servizio dell'impianto di riscaldamento.

Ad esempio, è noto che il particolato prodotto dalla combustione del legname ha un maggior contenuto di IPA rispetto al gasolio. È importante anche ricordare che i sistemi di riscaldamento che bruciano metano hanno un'emissione di IPA praticamente nulla.

Nelle zone urbane, sono rilevanti le emissioni di IPA dovute ai processi di combustione che sostengono i veicoli a motore, quindi al traffico veicolare, in particolare i motori diesel.

Le quantità emesse sono correlate all'efficienza e alla qualità tecnica del motore, al grado di manutenzione, alla quantità di IPA presenti nel carburante, nonché alla presenza ed efficienza di sistemi di riduzione delle emissioni.

Nei processi combustivi si possono verificare, inoltre, reazioni di trasformazione, con conseguenti modifiche alla composizione degli IPA.

Altre fonti di emissione rilevanti sono gli impianti industriali che bruciano oli combustibili o gasoli.

In genere gli IPA presenti nell'aria, pur essendo chimicamente stabili, possono degradare reagendo con la luce del sole.

I composti di massa maggiore si adsorbono al particolato aerodisperso e si depositano, poi, al suolo.

Per la loro relativa stabilità e per la capacità di aderire alle polveri, possono essere trasportati anche a grandi distanze dal luogo di produzione.

Ozono (O₃)

L'ozono è un gas irritante di colore bluastro, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno, che si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O₂) e un atomo di ossigeno estremamente reattivo



Per queste sue caratteristiche l'ozono è, quindi, un energico ossidante in grado di demolire materiali sia organici sia inorganici.

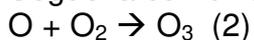
Normalmente si forma nella stratosfera dove svolge un ruolo essenziale per la vita terrestre, in quanto fornisce un eccellente schermo in grado di filtrare le radiazioni ultraviolette (UV), potenzialmente cancerogene. Tuttavia circa il 10% dell'Ozono è contenuto nello strato atmosferico che sovrasta la superficie terrestre, cioè nella troposfera.

L'ozono presente nella bassa troposfera è, principalmente, il prodotto di una serie complessa di reazioni chimiche di altri inquinanti presenti nell'atmosfera, chiamati precursori, nelle quali interviene l'irraggiamento solare. I principali precursori sono gli ossidi di azoto e i composti organici volatili (COV).

La reazione chimica di produzione di ozono in troposfera ha inizio con la fotolisi del biossido di azoto: questa molecola si scinde per effetto della radiazione solare, hv, con lunghezza d'onda inferiore a 430 nm, e produce monossido d'azoto e ossigeno atomico:



Segue la combinazione dell'ossigeno atomico con l'ossigeno atmosferico:



Una volta prodotto, l'ozono può, a sua volta, reagire con il monossido di azoto formatosi dalla reazione (1) per riformare il biossido di azoto di partenza:



L'ozono viene quindi prodotto dalla reazione (2) e successivamente rimosso dalla reazione (3) in un ciclo a produzione teoricamente nulla.

In troposfera sono però presenti specie molto reattive, chiamate "radicali perossilchilici", convenzionalmente indicati come RO₂, prodotte dalla ossidazione di idrocarburi e altri composti organici volatili. Il monossido di azoto reagisce con questi radicali secondo la reazione generale:



In presenza di radicali perossilchilici, la reazione (3) è inibita dalla reazione (4) che le sottrae il reagente monossido di azoto; pertanto, l'ozono prodotto dalla sequenza di reazione (1) e (2) può accumularsi in atmosfera.

I precursori coinvolti nel ciclo dell'ozono possono essere di origine antropica, a seguito di combustioni ed evaporazione di solventi organici, o derivare da sorgenti naturali di emissione quali incendi e vegetazione.

Nei centri urbani, gli inquinanti coinvolti nella produzione di ozono derivano principalmente dal traffico veicolare.

Nella complessa serie di reazioni che coinvolgono NO_x e composti organici volatili, i vari COV hanno effetti differenti; tra i più reattivi vanno ricordati il toluene, l'etene, il propene e l'isoprene.

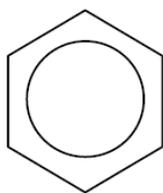
Dopo l'emissione, i precursori si disperdono nell'ambiente in maniera variabile a seconda delle condizioni atmosferiche.

Il tempo necessario affinché la radiazione solare agisca sui precursori e formi quantità apprezzabili di ozono può variare da poche ore a qualche giorno. Per questo motivo non c'è una correlazione lineare fra le concentrazioni di O_3 in un dato luogo e la quantità di precursori ivi presenti. Inoltre, il tempo necessario alla formazione di ozono permette alle masse d'aria, e agli inquinanti in esse contenuti, di percorrere notevoli distanze, fino a centinaia di chilometri, riversando i loro effetti in aree diverse da quelle di produzione. Quindi il problema dell'inquinamento da ozono non può essere considerato un fenomeno esclusivamente locale, bensì di ampia scala.

Le concentrazioni di ozono sono fortemente influenzate dalle condizioni atmosferiche; poiché le reazioni che portano alla sua formazione sono di tipo fotochimico, le concentrazioni dell'inquinante aumentano con il crescere della radiazione solare. Ne consegue che i valori massimi di concentrazione di ozono si registrano nel tardo pomeriggio estivo.

L'ozono è una molecola altamente reattiva che, a elevati livelli, può produrre importanti effetti irritanti sui tessuti animali e degenerazione dei tessuti vegetali. L'esposizione dell'organismo umano ad alte concentrazioni di ozono, tipicamente per brevi periodi, provoca irritazioni agli occhi, al naso, alla gola e all'apparato respiratorio, più marcate nel caso di attività fisica particolarmente intensa. Può, inoltre, accentuare i sintomi di patologie esistenti, quali allergie, asma e altre malattie dell'apparato respiratorio. Va detto, infine, che gli effetti dell'ozono tendono rapidamente a cessare con l'esaurirsi del fenomeno di accumulo..

Benzene (C_6H_6)



Product Name:	BENZENE
CAS:	71-43-2
MF:	C_6H_6
MW:	78.11
EINECS:	200-753-7

Il benzene è un idrocarburo aromatico a struttura esagonale. Conosciuto anche come benzolo, è la molecola aromatica più semplice e per questo lo si può definire il composto-base della classe degli idrocarburi aromatici.

A temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore a rapida evaporazione e altamente infiammabile.

La sua origine in ambiente è sia naturale sia antropica; fra le fonti naturali, che peraltro hanno un ruolo minimo, si ricordano gli incendi boschivi. La maggior parte del benzene presente nell'aria è, invece, un sottoprodotto delle attività umane e, fra queste, principalmente le combustioni parziali.

Per quanto riguarda l'apporto dovuto al traffico, le emissioni dei mezzi a benzina prevalgono rispetto ai diesel e provengono, per circa il 95%, dai gas di scarico; il restante 5% è causato dall'evaporazione del carburante dal serbatoio e dal motore durante le soste e i rifornimenti.

Lo IARC classifica il benzene come sostanza cancerogena per l'uomo di classe I.

Metalli

Piombo (Pb)

Il piombo è l'elemento chimico di numero atomico 82. È un metallo tenero, pesante, malleabile. Di colore bianco azzurrognolo appena tagliato, esposto all'aria si colora di grigio scuro.

È usato nella produzione di batterie per autotrazione e di proiettili per armi da fuoco; è anche un componente del peltro e di altre leghe usate per la saldatura. In natura è abbondantemente diffuso sotto forma di solfuro, nel minerale chiamato galena e in minerali di secondaria importanza, come la cerussite e l'anglesite.

Negli anni recenti un'importante sorgente di esposizione per la popolazione è stato il piombo aerodisperso proveniente dai motori a benzina, in cui era presente come antidetonante fino alla sua abolizione a partire dal 2002. Piccole quantità di piombo possono provenire da attività industriali o essere presenti in frammenti di vernici.

Arsenico (As)

È l'elemento chimico di numero atomico 33. È un noto veleno ed un metalloide che si presenta in tre forme allotropiche diverse: gialla, nera e grigia.

Dal punto di vista chimico, l'arsenico è molto simile al suo omologo, il fosforo, tanto che lo sostituisce parzialmente in alcune reazioni biochimiche. Scaldato, si ossida rapidamente a ossido arsenioso, dal tipico odore agliaceo. L'arsenico e alcuni suoi composti sublimano, passando direttamente dalla fase solida a quella gassosa.

L'arseniato di piombo è stato usato fino al ventesimo secolo come pesticida in frutticoltura, con gravi danni neurologici per i lavoratori addetti, mentre, nel diciannovesimo secolo, l'arseniato di rame è stato usato come colorante per dolciumi. Da ricordare, nel 1900, l'uso di chemioterapici a base di arsenico per la cura della sifilide.

Più recentemente, l'arsenocromato di rame- CCA- ha trovato utilizzo negli interventi conservativi del legno, pratica che, nei paesi della UE, è attualmente sottoposta a restrizioni d'uso.

Altri usi:

- produzione di leghe;
- produzione di insetticidi;

- produzione di circuiti integrati a base di arseniuro di gallio;
- trattamenti della leucemia promielocitica acuta con triossido d'arsenico;
- produzione di fuochi d'artificio.

Nichel (Ni)

Il nichel è l'elemento chimico di numero atomico 28. È un metallo bianco argenteo, che può essere lucidato con grande facilità. Appartiene al gruppo del ferro, è duro, malleabile e duttile. Si trova combinato con lo zolfo nella millerite e con l'arsenico nella niccolite.

Per la sua ottima resistenza all'ossidazione e la stabilità chimica se esposto all'aria, si usa per coniare le monete di minor valore, per rivestimenti protettivi di altri metalli, in alcune attrezzature chimiche e in certe leghe, per esempio l'argento tedesco. È ferromagnetico e si accompagna molto spesso con il cobalto.

Il principale impiego del nichel è la produzione di acciaio inox austenitico; inoltre, grazie alle sue particolari caratteristiche, trova una vasta gamma di utilizzi, i principali dei quali sono legati alla produzione di:

- acciaio e leghe (alnico, monel, nitinol);
- batterie ricaricabili al nichel idruro metallico e al nichel-cadmio;
- sostanze chimiche (catalizzatori e sali per elettrodeposizione);
- materiale da laboratorio (crogiuoli).

Cadmio (Cd)

Il cadmio è l'elemento chimico di numero atomico 48. È un metallo di transizione relativamente raro, tenero, bianco-argenteo con riflessi azzurrognoli. Si trova, in piccola quantità, nei minerali dello zinco dai quali si estrae.

È un metallo bivalente, malleabile, duttile e tenero, al punto che può essere tagliato con un normale coltello. Sotto molti aspetti assomiglia allo zinco, ma tende a formare composti più complessi di quest'ultimo.

Circa tre quarti della quantità di cadmio prodotta trovano utilizzo nella produzione di pile al nichel-cadmio, mentre la restante quota è principalmente usata per produrre pigmenti, rivestimenti e stabilizzanti per materie plastiche.

Tra gli altri usi del cadmio e dei suoi composti si segnalano:

- la produzione di leghe metalliche bassofondenti e per saldatura;
- la produzione di leghe metalliche ad alta resistenza all'usura;
- i trattamenti di cadmiatura, ovvero il rivestimento di materiali;
- la produzione di pigmenti gialli a base di solfuro di cadmio;
- la produzione di semiconduttori e pile;
- la produzione di stabilizzanti per il PVC.

Sono considerati tossici tutti quei metalli il cui eccessivo apporto determina effetti dannosi per la salute, tanto maggiori, quanto maggiore è la dose assorbita; lo stesso metallo può essere essenziale a basse dosi, ossia necessario per alcune funzioni dell'organismo, e diventare tossico a dosi più elevate.

I metalli possono essere assorbiti per via respiratoria, per ingestione e, raramente, per via transcutanea. Nell'organismo si legano alle proteine del sangue, per poi distribuirsi nei diversi organi a seconda delle loro proprietà. Il piombo, ad esempio, si distribuisce nell'osso e nei tessuti molli, mentre l'arsenico interferisce con l'attività enzimatica.

Gli effetti dei metalli sono molteplici: possono determinare fenomeni irritativi, intossicazioni acute e croniche, possono avere azione mutagena o cancerogena. Anche gli organi o gli apparati colpiti sono molto diversi: si va dal sangue al rene, al sistema nervoso centrale o periferico, al sistema respiratorio, all'apparato gastrointestinale, all'apparato cardiovascolare e alla cute. La maggior parte degli effetti tossici dovuti ai metalli sono stati osservati e descritti in lavoratori esposti a concentrazioni di gran lunga più elevate di quelle presenti nell'ambiente di vita, oppure in seguito ad intossicazioni accidentali.

Sorgenti emissive dei principali inquinanti (* = Inquinante Primario, ** = Inquinante Secondario).

Si riassumono, di seguito, le principali sorgenti di emissione degli inquinanti descritti:

Inquinante	Principali sorgenti di emissione
Particolato Fine*/** PM10	Traffico autoveicolare on road e off road, impianti riscaldamento, centrali di potenza, impianti industriali, fenomeni di risollevarimento
Monossido di Carbonio* CO	Traffico autoveicolare on road e off road (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili), impianti riscaldamento, centrali di potenza, impianti industriali
Biossido di Azoto* NO ₂	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare on road e off road, centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione con ossigeno e azoto atmosferici)
Biossido di Zolfo* SO ₂	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili), veicoli diesel
Ozono** O ₃	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Idrocarburi non Metanici* (IPA, Benzene)	Traffico autoveicolare on road off road, evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali, impianti di riscaldamento
Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo	Sorgenti sia naturali sia antropiche (processi industriali quali produzioni di vernici, finiture, combustione di materiali plastici in PVC, trasporto)

4.2 Normativa di riferimento

L'esigenza di evitare, prevenire e ridurre gli effetti nocivi dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana e sull'ambiente è la finalità della vigente normativa in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente ossia del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, di attuazione della Direttiva 2008/50/CE

A tal fine, il Decreto individua gli obiettivi di qualità dell'aria ambiente, stabilisce metodi e criteri di valutazione uniformi sul territorio nazionale, utilizza le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente per individuarne gli effetti sulla salute umana e sull'ambiente e per stabilire le azioni di contrasto, prevedendo altresì il monitoraggio delle tendenze a lungo termine e gli eventuali miglioramenti determinati dalle azioni intraprese.

La norma individua, quindi:

- valori limite degli inquinanti per la protezione della salute umana e dell'ambiente;
- livelli critici per la protezione dei recettori naturali e degli ecosistemi;
- valori obiettivo per la protezione della salute umana e dell'ambiente;
- soglie di informazione e di allarme per la protezione della salute umana;
- obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e dell'ambiente.

Per tutti gli inquinanti sopra considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, di attuazione della Direttiva 2008/50/CE. Il D.Lgs. 155/2010, in effetti, ha riordinato e unificato la norma previgente, mantenendone il sistema di limiti e di prescrizioni, lasciando invariate le sostanze da controllare, con i relativi limiti, e regolamentando - per la prima volta a livello nazionale - il particolato PM_{2,5}.

Nelle Tabelle che seguono si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, correlati all'esposizione acuta della popolazione, e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati all'esposizione cronica della popolazione. Sono infine indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione della vegetazione.

riferimenti di legge per l'esposizione acuta - D.Lgs. 155/2010

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE
PM10	Valore limite giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³
O ₃	Soglia di informazione Media oraria *	180 µg/m ³
O ₃	Soglia di allarme Media oraria *	240 µg/m ³
NO ₂	Soglia di allarme **	400 µg/m ³
NO ₂	Valore limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³
CO	Valore limite Media massima giornaliera calcolata su 8 h	10 mg/m ³
SO ₂	Soglia di allarme **	500 µg/m ³
SO ₂	Valore limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³
SO ₂	Valore limite giornaliero da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³

- * per l'applicazione dell'articolo 10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento di tre ore consecutive
- ** misurato per 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 Km² oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi

riferimenti di legge per l'esposizione cronica - D.Lgs. 155/2010

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE	NOTE
PM10	Valore limite Media su anno civile	40 µg/m ³	
PM2.5	Valore limite Media su anno civile	25 µg/m ³	
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della salute Media massima giornaliera calcolata su 8 h da non superare per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni	120 µg/m ³	
O ₃	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media massima giornaliera calcolata su 8 h nell'arco dell'anno civile	120 µg/m ³	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine non definita
NO ₂	Valore limite Anno civile	40 µg/m ³	
Pb	Valore limite Media su anno civile	0.5 µg/m ³	
C ₆ H ₆	Valore limite Media su anno civile	5 µg/m ³	
As	Valore obiettivo Media su anno civile	6 ng/m ³	
Ni	Valore obiettivo Media su anno civile	20 ng/m ³	
Cd	Valore obiettivo Media su anno civile	5 ng/m ³	
B(a)P	Valore obiettivo Media su anno civile	1 ng/m ³	

riferimenti di legge per la vegetazione - D.Lgs. 155/2010

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE	NOTE
SO ₂	Livello critico per la vegetazione Anno civile	20 µg/m ³	
SO ₂	Livello critico per la vegetazione (1 ottobre - 31 marzo)	20 µg/m ³	
NO _x	Limite critico per la vegetazione Anno civile	30 µg/m ³	
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 h) da maggio a luglio *	18000 µg/m ³ h come media su 5 anni	Il raggiungimento del valore obiettivo per la protezione della vegetazione sarà valutato nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010 - 2014.
O ₃	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 h) da maggio a luglio *	6000 µg/m ³ h come media su 5 anni	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine non definita

* AOT 40= Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion definito come la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie di ozono e la soglia prefissata 40 ppb, relativamente alle ore di luce.

5 - Strumentazione utilizzata e analisi eseguite

Le campagne di monitoraggio descritte in questa relazione hanno misurato gli inquinanti di seguito indicati:

- Polveri (PM10)
- Benzo(a)pirene (C₂₀H₁₂)
- Metalli pesanti (piombo Pb, arsenico As, cadmio Cd, nichel Ni)
- Ozono
- Benzene

L'analizzatore in continuo per la determinazione dell'ozono, presente a bordo della stazione rilocabile, utilizza la fotometria ultravioletta e ha caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010. Eseguce in automatico acquisizione del campione d'aria, misura e registrazione dei risultati, con riferimento all'ora solare: i volumi d'aria prelevati sono normalizzati a una temperatura di 20°C e una pressione di 101,3 kPa.

Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore.

Le apparecchiature utilizzate sono conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010; il volume campionato si riferisce ai valori di temperatura e di pressione atmosferica rilevati all'atto delle misurazioni.

Il campionamento degli idrocarburi policiclici aromatici IPA, con riferimento al benzo(a)pirene, e del PM10 è stato effettuato su filtri in quarzo o in nitrato di cellulosa: le determinazioni analitiche sono state eseguite applicando, rispettivamente, il metodo UNI EN 15549 che utilizza la cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), e il metodo UNI EN 12341 di determinazione gravimetrica.

La determinazione gravimetrica del PM10 è stata effettuata su tutti i campioni raccolti, mentre le determinazioni del Benzo(a)Pirene sono state eseguite in conformità agli obiettivi di qualità dei dati previsti dall'allegato I al D.Lgs. 155/2010.

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate su filtri in quarzo, utilizzando la spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e la spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite - metodo UNI EN 14902.

Il campionamento del benzene è stato effettuato su fiale di carbone attivo per un periodo di 24 ore; la determinazione analitica utilizza la gas-cromatografia, previo desorbimento termico del campione.

Con riferimento ai risultati riportati al successivo punto 7, si è scelto di attribuire ai dati inferiori al limite di rilevabilità un valore pari alla metà del limite medesimo, valore più probabile secondo una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale. Inoltre si è deciso di escludere dalle elaborazioni statistiche successive gli "outliers" cioè i valori anomali e aberranti, chiaramente distanti dalle altre osservazioni disponibili.

6 - Efficienza di campionamento

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità di cui all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa fissa alcuni criteri di relativi all'incertezza dei metodi di valutazione, al periodo minimo di copertura e alla raccolta minima dei dati.

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati e al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le misurazioni in continuo di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio, benzene, particolato e piombo, la raccolta minima di dati deve essere pari al 90% nell'arco dell'intero anno civile.

Per le misurazioni indicative, il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%; in particolare, le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno.

Nella pratica, le otto settimane di misura nell'arco dell'anno sono organizzate con rilievi di quattro settimane consecutive ciascuno, svolti in due periodi di cui uno nel semestre invernale (1 ottobre-31 marzo) e l'altro in quello estivo (1 aprile-30 settembre), caratterizzati da una diversa distribuzione delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Anche per gli IPA e per i metalli la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (con una resa del 90%); è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6%, purché si dimostri il rispetto dell'incertezza estesa nel calcolo della media annuale..

In entrambe le indagini svolte nel comune di Alpagò, le percentuali minime di raccolta dati sono state abbondantemente superate.

7 - Analisi dei dati rilevati in loc. Paludi

In questo paragrafo si illustrano i risultati ottenuti per ogni inquinante monitorato in confronto con i valori limite e i valori obiettivo previsti dalla normativa; si formulano, poi, alcune considerazioni sulla loro variazione stagionale, rappresentata graficamente nel sottoparagrafo 7.1.

Polveri PM10: nel corso del monitoraggio invernale non sono stati rilevati superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fissato dal D.Lgs 155/2010; la media si è attestata a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Considerando entrambi i periodi in cui si è sviluppata l'indagine, la media ponderata è di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		Stazione rilocabile Paludi	Pieve d'Alpagò
Periodo 05/04/2017 29/06/2017	Media	16	10
	n° superamenti	0	0
	n° dati	85	86
	% superamenti	0	0
Periodo 03/10/2017 10/01/2018	Media	23	13
	n° superamenti	0	0
	n° dati	93	100
	% superamenti	0	0
MEDIA PONDERATA	Media Ponderata	20	12
	n° superamenti	0	0
	n° dati	178	186
	% superamenti	0	0

Riepilogo delle concentrazioni di polveri di PM10 misurate a Paludi e a Belluno.

Nel caso del PM10, la normativa prevede valutazioni riferite a un intero anno affinché sia possibile il confronto con i valori di riferimento; per quanto riguarda le campagne di monitoraggio eseguite con la stazione rilocabile, di limitata durata, si è utilizzato un metodo predisposto da ARPAV – Osservatorio Regionale Aria - che consente di stimare le probabilità di superare i limiti di legge.

Il metodo si articola nei seguenti passaggi:

1. per un sito di misura sporadica (campagna di monitoraggio) si sceglie una stazione fissa rappresentativa, che può essere la stazione più vicina oppure quella caratterizzata dalla stessa tipologia di emissioni e, statisticamente, dallo stesso tipo di meteorologia;

2. si calcola un fattore di correzione per passare dal periodo effettivo di misura all'intero anno, sulla base dei parametri di distribuzione dei dati misurati nella stazione fissa;
3. si applica il fattore di correzione così calcolato per estrapolare il parametro statistico annuale, incognito, nel sito sporadico;
4. si confronta il parametro statistico annuale estrapolato con il valore limite di legge.

I parametri statistici di interesse sono: la media ed il 90° percentile. Quest'ultimo indica la posizione del dato che, in una serie ordinata in modo crescente, è di valore superiore al 90% dei dati della serie. Considerando i 365 dati giornalieri di PM10 ordinati in modo crescente, il 90% percentile corrisponde al valore in posizione 329 ossia in posizione 36 (365 – 329) a partire dal valore massimo. Considerato che sono ammessi 35 superamenti del valore limite di PM10, pari a 50 µg/m³ su 24 ore, è garantito il rispetto del limite di legge se questo 36° valore in ordine di grandezza è minore di 50 µg/m³.

Stazione fissa di Pieve d'Alpago dati 2017 / 2018; stazione mobile di Paludi Z.I.: dati dal 5 aprile al 29 giugno e dal 3 ottobre 2017 al 10 gennaio 2018	STAZIONE FISSA	SITO SPORADICO	RISULTATO	
	Pieve d'Alpago	Alpago Z.I. Paludi	Valori Annuali Estrapolati	
data	PM10	PM10	Alpago Z.I. Paludi	
	(ug/m ³)	(ug/m ³)	90° perc	33
giorni di rilevamento	363	179	media	21
n° superamenti del V.L. di 50 µg/m³	4	0		
media	13	19		

Confronto tra le campagne eseguite in loc. Paludi e la centralina di Pieve d'Alpago

La Tabella che precede, di confronto fra la campagna eseguita in loc. Paludi e i dati della stazione fissa di Pieve d'Alpago, evidenzia un valore del 90° percentile pari a 33 µg/m³ e una media di 21 µg/m³; si stima quindi che il numero di valori superiori al limite di legge è inferiore ai 35 consentiti e la media annuale è nei limiti.

Ozono: in linea con la stagionalità di questo inquinante, nel periodo invernale non ci sono stati superamenti della soglia di informazione alla popolazione, pari a 180 µg/m³ né della soglia di allarme pari a 240 µg/m³. Il dato massimo orario è stato di 97 µg/m³. Anche il valore obiettivo per la protezione della salute, calcolato come media massima giornaliera su 8 ore, non è mai stato superato.

Benzene: la concentrazione media rilevata nel periodo invernale si è attestata a 1,6 µg/m³, di molto inferiore al limite annuale di 5 µg/m³. La media ponderata dei due periodi è stata di 1,0 µg/m³. Il confronto con la stazione di riferimento di Pieve d'Alpago evidenzia un leggero aumento nel sito industriale ma con valori comunque rassicuranti.

		Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		Stazione rilocabile Paludi	Pieve d'Alpago
Periodo 05/04/2017 29/06/2017	MEDIA	0.3	0.3
	n° dati	78	36
Periodo 03/10/2017 10/01/2018	MEDIA	1.6	0.8
	n° dati	97	40
MEDIA PONDERATA	MEDIA	1.0	0.6
	n° dati	175	76

Benzo(a)pirene: la media dei valori riscontrati nel periodo invernale è risultata pari a $1,9 \text{ ng}/\text{m}^3$, superiore al valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana, fissato in $1 \text{ ng}/\text{m}^3$. La media ponderata delle due fasi di monitoraggio è, invece, pari al valore obiettivo. In questo caso non è stato possibile confrontare i dati con la stazione di Pieve d'Alpago, che non misura questo parametro; è stata quindi effettuata una comparazione con la stazione di Belluno che, nello stesso periodo, ha registrato valori decisamente superiori. E' ipotizzabile il rispetto del valore obiettivo su base annuale.

		Benzo(a)Pirene (ng/m^3)	
		Stazione rilocabile Paludi	Belluno Parco Bologna
Periodo 05/04/2017 29/06/2017	Media	0.1	0.1
	n° dati	61	30
Periodo 03/10/2017 10/01/2018	Media	1.9	3.2
	n° dati	63	40
MEDIA PONDERATA	MEDIA	1.0	1.9
	n° dati	124	70

Piombo: la concentrazione media del periodo si è attestata a $0,003 \mu\text{g}/\text{m}^3$, molto al di sotto del limite annuale per la protezione della salute umana, fissato in $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

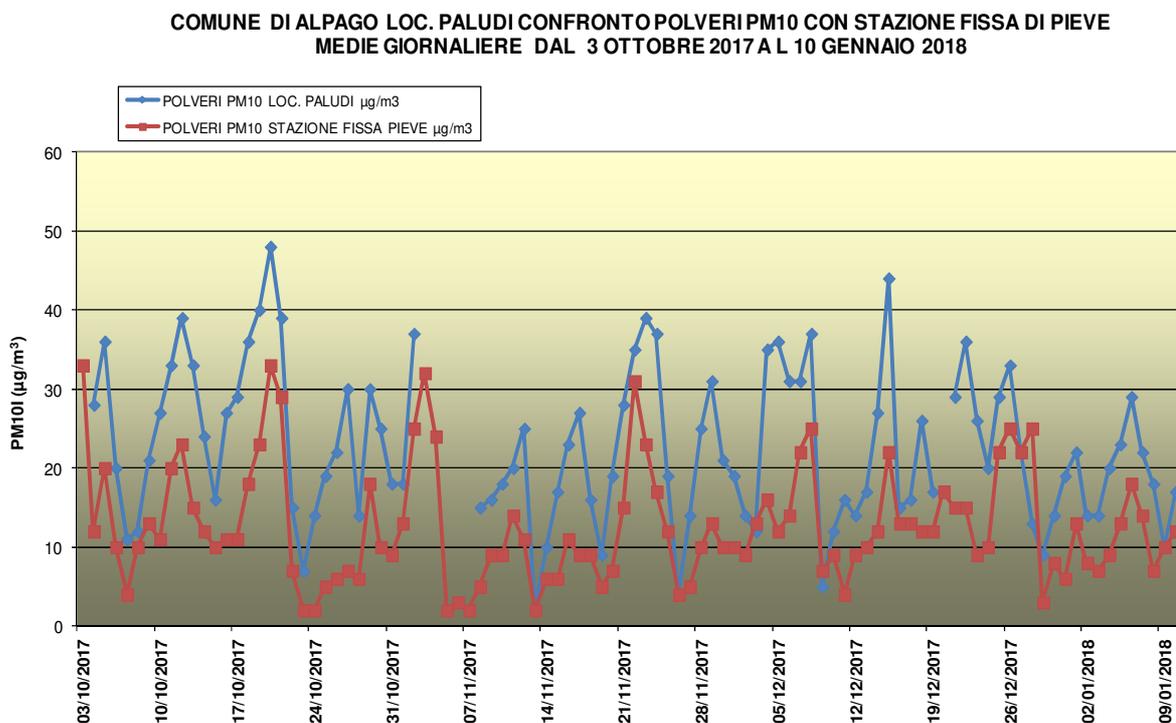
Arsenico: la concentrazione media rilevata nel periodo si è attestata, quasi sempre, a livelli inferiori al limite di rilevabilità strumentale di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, con una media finale di $0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$ e quindi inferiore al valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in $6 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Nichel: il valore medio riscontrato è stato di $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$, al di sotto del valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in $20 \text{ ng}/\text{m}^3$.

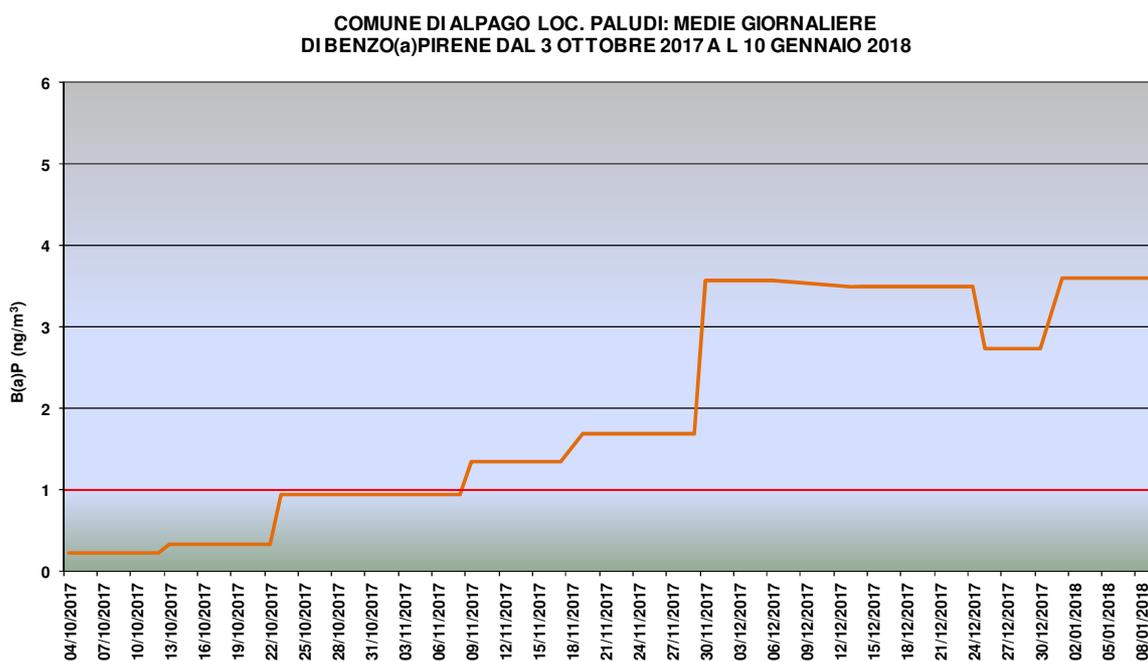
Cadmio: i valori riscontrati sono risultati quasi sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale di $0.1 \text{ ng}/\text{m}^3$ e quindi inferiori al valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in $5 \text{ ng}/\text{m}^3$.

7 - Rappresentazione grafica dei dati

Si presentano, di seguito, alcune valutazioni sull'andamento dei principali parametri monitorati e le eventuali correlazioni con i fattori climatici e le fonti di emissione. La durata della campagna di monitoraggio ha consentito, inoltre, valutazioni sull'andamento stagionale, settimanale e giornaliero degli inquinanti, illustrate in forma grafica.



Il confronto delle polveri PM10 con la stazione di riferimento di Pieve d'Alpago evidenzia una buona correlazione tra i due siti di monitoraggio, con concentrazioni molto simili, leggermente superiori in zona industriale.

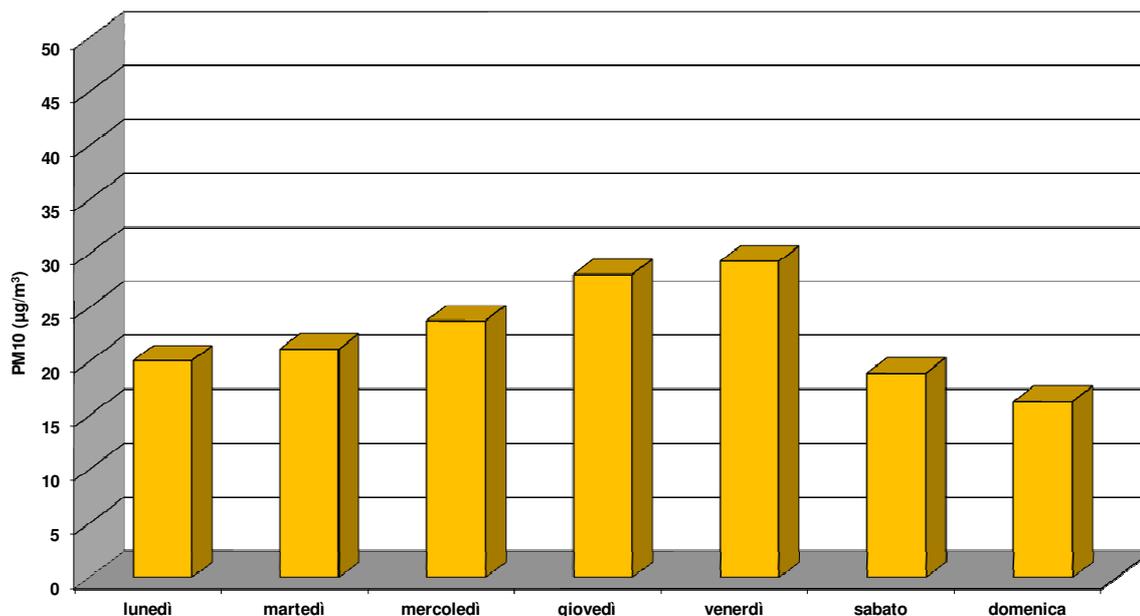


Il grafico lineare del Benzo(a)Pirene presenta un andamento crescente con l'avvicinarsi della stagione invernale.

In autunno avanzato e in inverno i valori si mantengono costantemente sopra al valore obiettivo di 1 ng/m³.

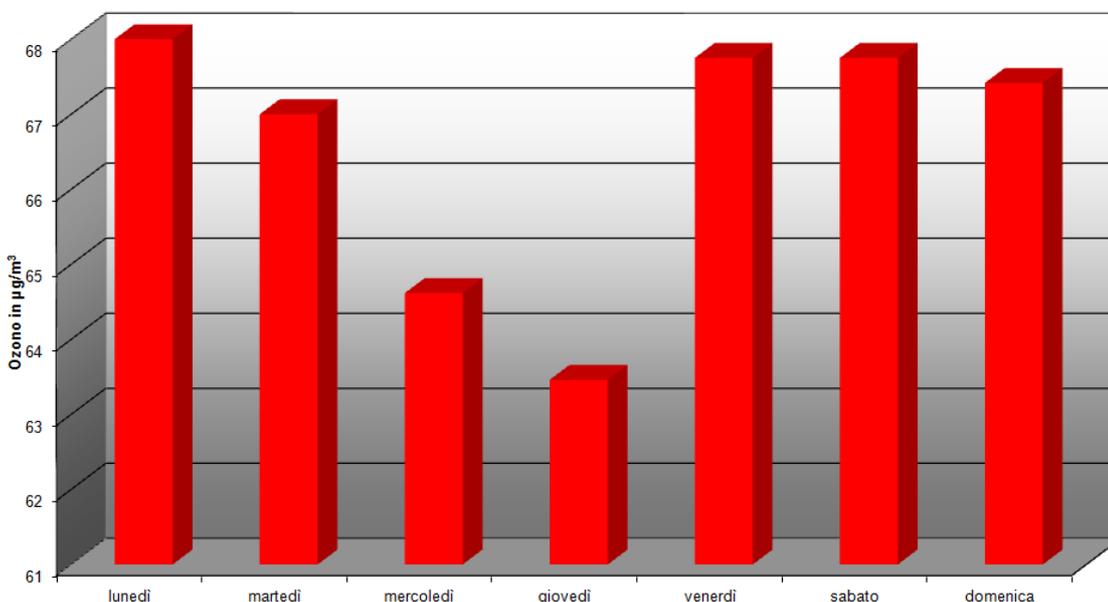
La base dati è stata quindi elaborata per poter ottenere una settimana tipo e verificare in quali giorni si sono riscontrate le maggiori concentrazioni di inquinanti.

COMUNE DI ALPAGO LOC. PALUDI: SETTIMANA TIPO POLVERI PM10
DAL 3 OTTOBRE 2017 AL 10 GENNAIO 2018



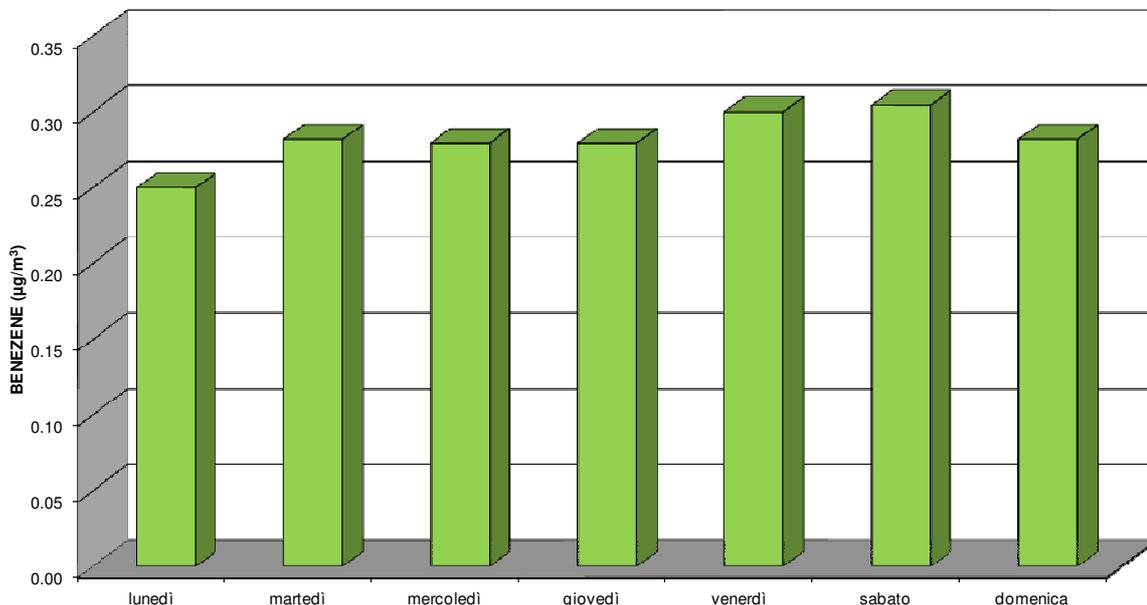
L'andamento delle polveri PM10, pur essendo presenti in concentrazioni relativamente basse, ha un massimo di concentrazione nella giornata di venerdì e un minimo la domenica.

COMUNE DI ALPAGO LOC. PALUDI: SETTIMANA TIPO OZONO
DAL 5 APRILE AL 29 GIUGNO 2017



L'andamento dell'ozono presenta un massimo relativo di concentrazione nella parte centrale della settimana.

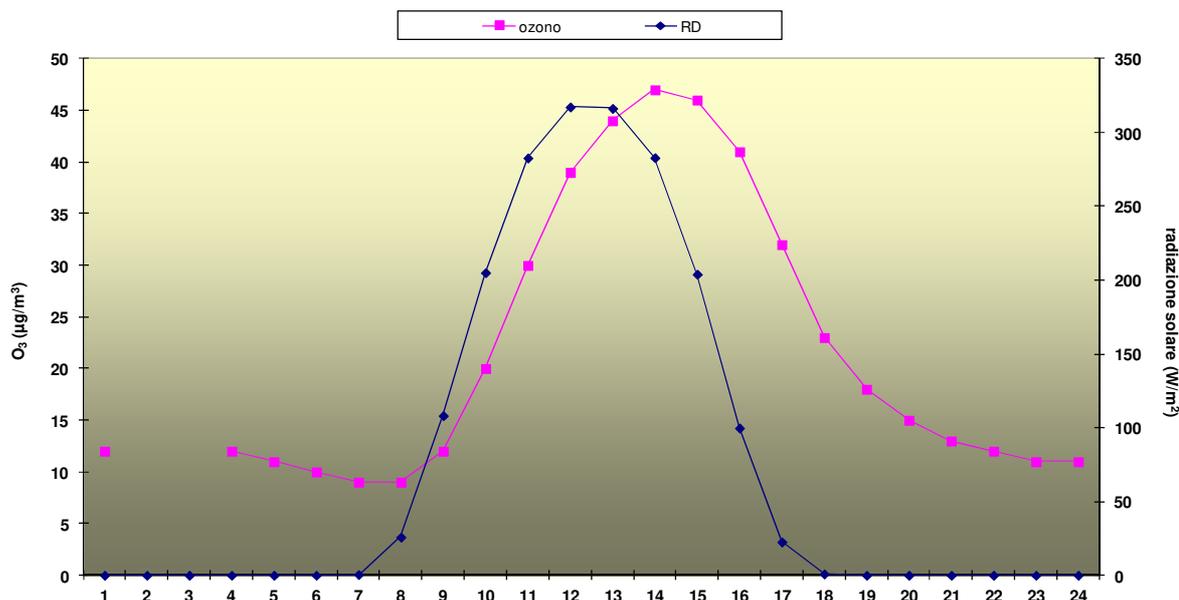
COMUNE DI ALPAGO LOC. PALUDI: SETTIMANA TIPO BENZENE
 DAL 5 APRILE AL 29 GIUGNO 2017



Anche il benzene, come le polveri, evidenzia un leggero incremento nella parte centrale della settimana.

Nel diagramma che segue è rappresentato, infine, il giorno tipo, per esaminare l'andamento giornaliero dell'ozono, inquinante monitorato in continuo, ed evidenziare così le fasce orarie di maggiore concentrazione nell'arco della giornata. L'elaborazione è stata eseguita in riferimento all'ora solare; l'interruzione nella linea dei grafici è dovuta alla mancanza del dato per il processo di taratura quotidiana dello strumento.

COMUNE DI ALPAGO LOC. PALUDI: GIORNO MEDIO OZONO (O₃) E RADIAZIONE SOLARE GIORNO TIPO DAL 3 OTTOBRE 2017 AL 10 GENNAIO 2018



E' evidente che l'ozono ha un'evoluzione aderente a quella della radiazione solare: il picco della radiazione solare (tracciato blu) precede di qualche ora il picco di ozono che mostra le massime concentrazioni nel pomeriggio.

8- Conclusioni per il monitoraggio svolto in loc. Paludi

La seconda fase del monitoraggio della qualità dell'aria in località Paludi, nell'inverno 2017/2018, non ha evidenziato particolari criticità per gli inquinanti stagionali più significativi.

Le polveri PM10 si sono mantenute su valori leggermente superiori a quelli della vicina stazione fissa di Pieve d'Alpagò.

Le concentrazioni di benzo(a)pirene sono risultate inferiori a quelle rilevate a Belluno Centro ma comunque superiori all'obiettivo di qualità annuale. In ogni caso, i dati rilevati fanno ipotizzare un probabile rispetto dell'obiettivo annuale.

Le concentrazioni di ozono sono risultate sempre basse, in linea con la stagionalità dell'inquinante.

Anche il benzene si è sempre mantenuto su valori decisamente bassi.

Le concentrazioni dei metalli pesanti (Pb, As, Ni, Cd) sono risultate spesso vicine o inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

Dalla valutazione complessiva delle due fasi del monitoraggio emerge la presenza, nel solo periodo invernale, di benzo(a)pirene in concentrazioni pari al valore obiettivo e una criticità legata alle elevate concentrazioni di ozono nella fase estiva. Va detto comunque che, nel periodo del solstizio d'estate del 2017, i superamenti della soglia di informazione alla popolazione si sono verificati in tutte le stazioni della rete fissa, compresa la vicina stazione di Pieve d'Alpagò.

Come sintesi finale di valutazione dei dati è stata infine elaborata una scheda dello stato di qualità dell'aria, riferita a entrambi i periodi di monitoraggio e a tutti i parametri rilevati, nella quale sono riportati i parametri misurati e il relativo giudizio sintetico rispetto ai limiti previsti dal D.Lgs.155/2010.

Indicatore dello stato di qualità dell'aria	Riferimento normativo	Giudizio sintetico	Sintesi dei principali elementi di valutazione
Polveri (PM10)	D.Lgs. 155/10		.Nessun superamento del valore limite giornaliero. Concentrazione media del periodo I inferiore al limite annuale.
Ozono (O ₃)	D.Lgs. 155/10		16 superamenti della soglia di informazione alla popolazione prevista dalla normativa e superamento del valore obiettivo per la protezione della salute
Benzo(a)pirene (IPA)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media pari al valore obiettivo previsto dalla normativa
Arsenico (As)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media ampiamente inferiore ai valore obiettivo previsto dalla normativa.
Nichel (Ni)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media ampiamente inferiore ai valore obiettivo previsto dalla normativa.
Benzene (C ₆ H ₆)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media inferiore al limite previsto dalla normativa.
Piombo (Pb)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.
Cadmio (Cd)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media ampiamente inferiore ai valore obiettivo previsto dalla normativa.

	Giudizio sintetico
	Positivo
	Intermedio
	Negativo

9 - Analisi dei dati rilevati in loc Farra d'Alpago

In questo paragrafo si illustrano i risultati ottenuti per ogni inquinante monitorato nel periodo invernale (12 gennaio-12 marzo 2018) in confronto con i valori limite e i valori obiettivo previsti dalla normativa; si formulano, poi, alcune considerazioni sulla loro variazione stagionale, rappresentata graficamente nel sottoparagrafo 9.1.

Polveri PM10: nel corso del monitoraggio invernale sono stati rilevati tre superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fissato dal D.Lgs 155/2010; la media si è attestata a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Considerando entrambi i periodi in cui si è sviluppata l'indagine, la media ponderata è stata di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		Stazione rilocabile Farra	Pieve d'Alpago
Periodo 01/07/2017 01/10/2017	Media	13	10
	n° superamenti	0	0
	n° dati	93	92
	% superamenti	0	0
Periodo 12/01/2018 12/03/2018	Media	30	17
	n° superamenti	3	0
	n° dati	60	59
	% superamenti	5	0
MEDIA PONDERATA	Media Ponderata	20	13
	n° superamenti	3	0
	n° dati	153	151
	% superamenti	2	0

Dato che la normativa stabilisce valutazioni riferite a un anno di misure, anche in questo caso è stato utilizzato il programma predisposto da ARPAV per poter effettuare una stima sul probabile superamento dei limiti di legge.

La metodologia è riportata al capitolo 8 che precede.

Stazione fissa di Pieve d'Alpago dati 2017 / 2018; stazione mobile di Farra d'Alpago: dati dal 1 luglio al 1 ottobre 2017 e dal 12 gennaio al 12 marzo 2018	STAZIONE FISSA	SITO SPORADICO	RISULTATO	
	Pieve d'Alpago	Farra d'Alpago	Valori Annuali Estrapolati	
data	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Farra d'Alpago	
giorni di rilevamento	363	153	90° perc	34
n° superamenti del V.L. di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	3	media	19
media	12	19		

La campagna eseguita in località Farra d'Alpago a confronto con la stazione fissa di Pieve d'Alpago, evidenzia un valore del 90° percentile di $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e una media di 19

$\mu\text{g}/\text{m}^3$; pertanto la stima del numero di superamenti del limite di legge è inferiore ai 35 consentiti e la media annuale è all'interno dei limiti.

Ozono: per questo inquinante non si sono registrati superamenti della soglia di informazione alla popolazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ né della soglia di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il dato massimo orario è stato di $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una media di $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzene: le concentrazioni rilevate, pur superiori a quelle registrate nel periodo estivo, non hanno mai superato i $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media finale di $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

		Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		Stazione rilocabile Farra	Pieve d'Alpago
Periodo 01/07/2017 01/10/2017	MEDIA	0.3	0.3
	n° dati	93	36
Periodo 12/01/2018 12/03/2018	MEDIA	2.6	1.1
	n° dati	60	9
MEDIA PONDERATA	MEDIA	1.2	0.4
	n° dati	153	45

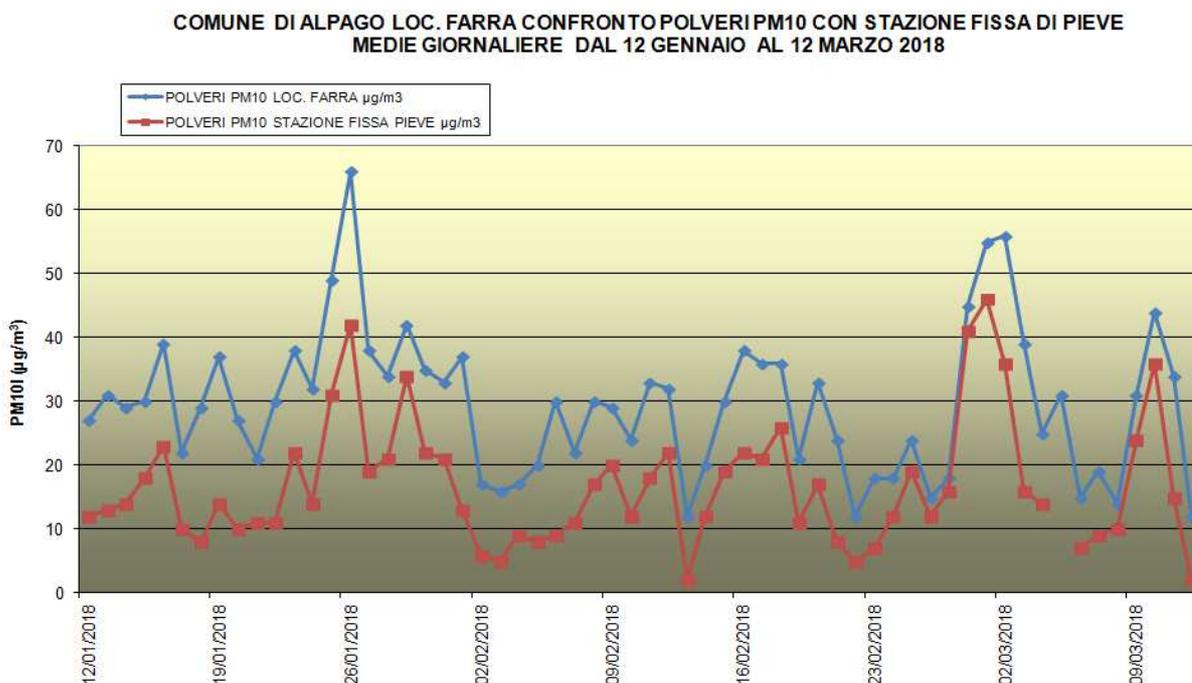
La media ponderata di entrambi i periodi si è attestata su un rassicurante dato di $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzo(a)pirene: la media dei valori riscontrati nella fase invernale del monitoraggio è risultata di $4,9 \text{ ng}/\text{m}^3$, superiore al valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana, fissato in $1 \text{ ng}/\text{m}^3$. Anche la media ponderata delle due fasi di monitoraggio è superiore al valore obiettivo. Anche in questo caso, poiché la stazione di Pieve d'Alpago non rileva questo parametro, è stata effettuata una comparazione con la stazione di Belluno che, nello stesso periodo, ha registrato valori decisamente inferiori. E' ipotizzabile il superamento del valore obiettivo su base annuale.

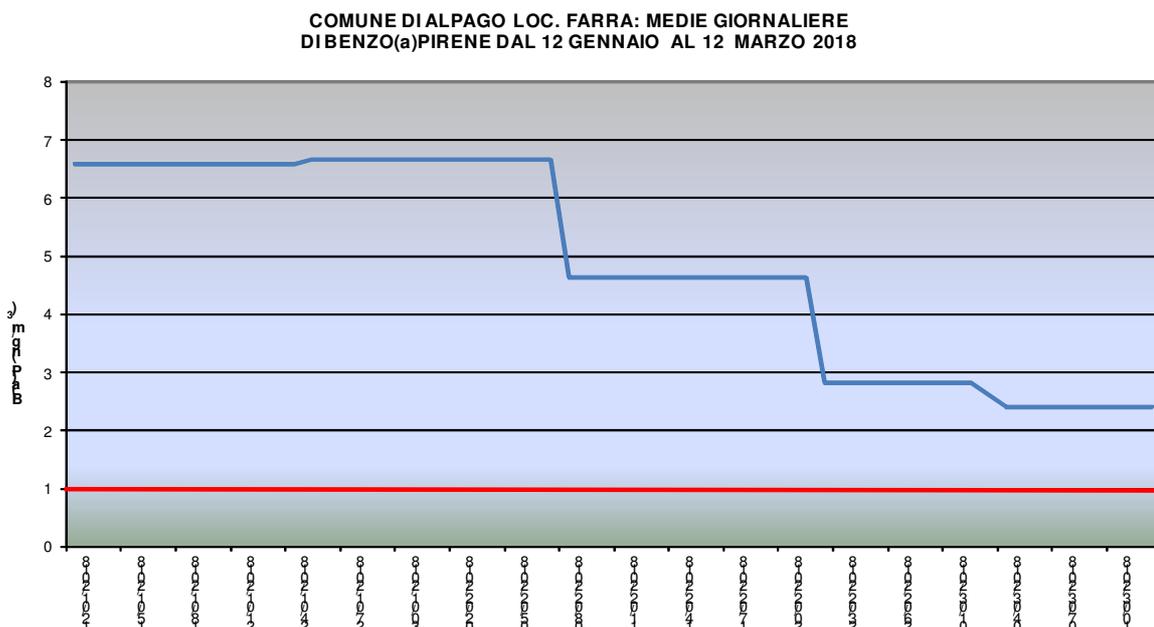
		Benzo(a)Pirene (ng/m^3)	
		Stazione rilocabile Farra	Belluno Parco Bologna
Periodo 01/07/2017 01/10/2017	Media	0.1	0.0
	n° dati	66	33
Periodo 12/01/2018 12/03/2018	Media	4.9	1.7
	n° dati	43	22
MEDIA PONDERATA	MEDIA	2.0	0.7
	n° dati	109	55

9.1 - Rappresentazione grafica dei dati

Si presentano, di seguito, alcune valutazioni sull'andamento dei principali parametri monitorati e le eventuali correlazioni con i fattori climatici e le fonti di emissione. La durata della campagna di monitoraggio ha consentito, inoltre, valutazioni sull'andamento stagionale, settimanale e giornaliero degli inquinanti, illustrate in forma grafica.



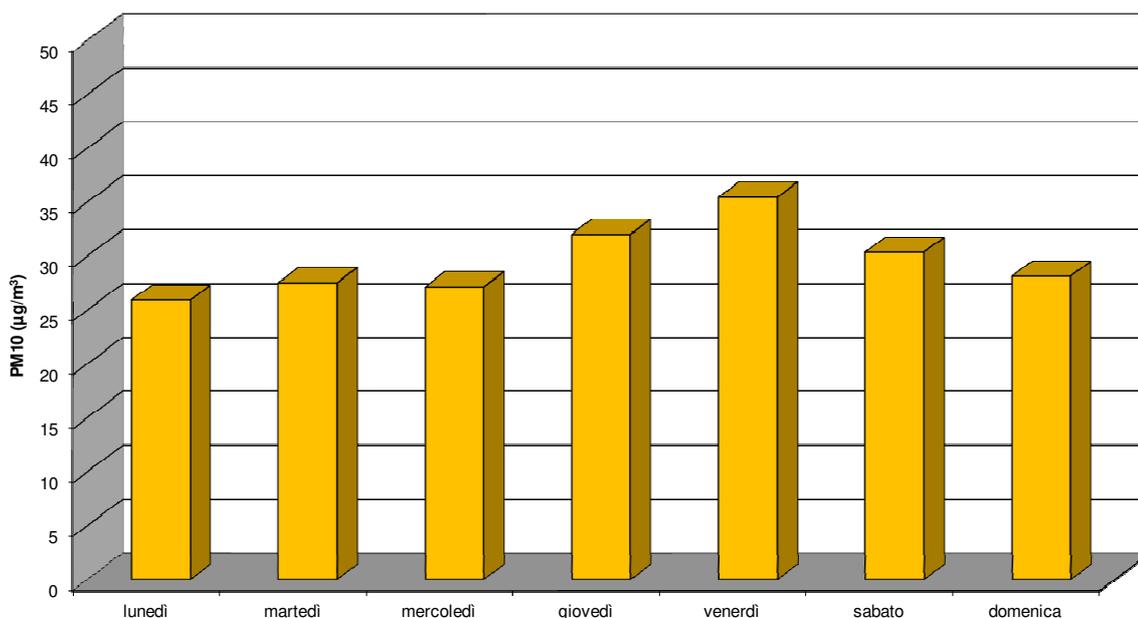
Il confronto delle polveri PM10 rispetto alla stazione di riferimento di Pieve d'Alpago evidenzia una buona correlazione tra i due siti di monitoraggio, con andamento delle concentrazioni molto simile e valori superiori a Farra.



Il grafico lineare del benzo(a)pirene ha un andamento decrescente con l'approssimarsi della stagione primaverile ma con valori sempre superiori al valore obiettivo di 1 ng/m^3 .

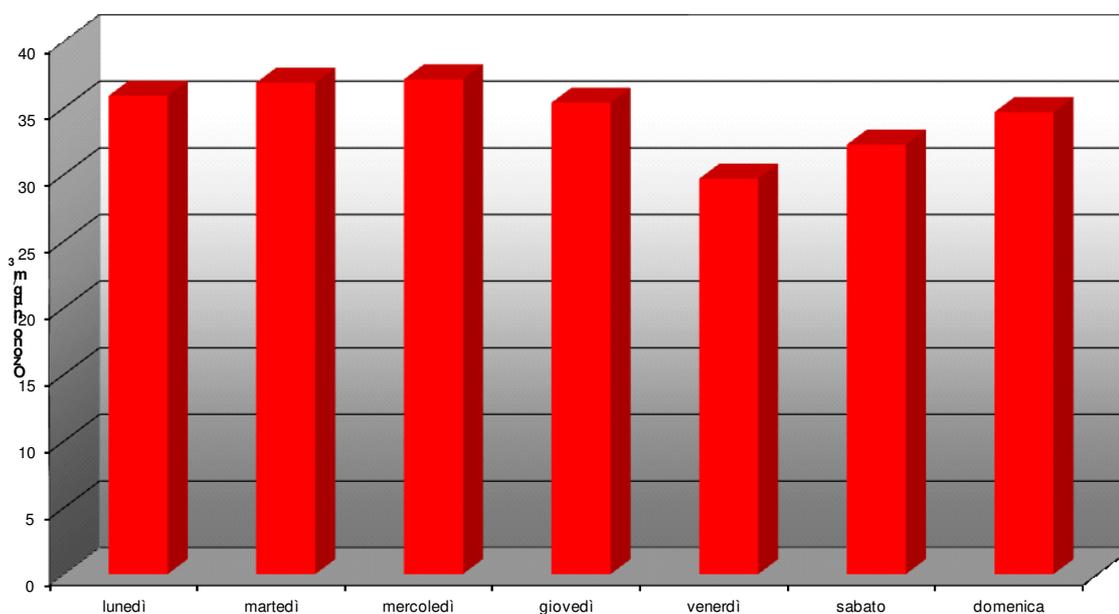
La base dati è stata quindi elaborata per poter ottenere una settimana tipo e verificare in quali giorni si sono riscontrate le maggiori concentrazioni di inquinanti.

COMUNE DI ALPAGO LOC. FARRA: SETTIMANA TIPO POLVERI PM10
DAL 12 GENNAIO AL 12 MARZO 2018



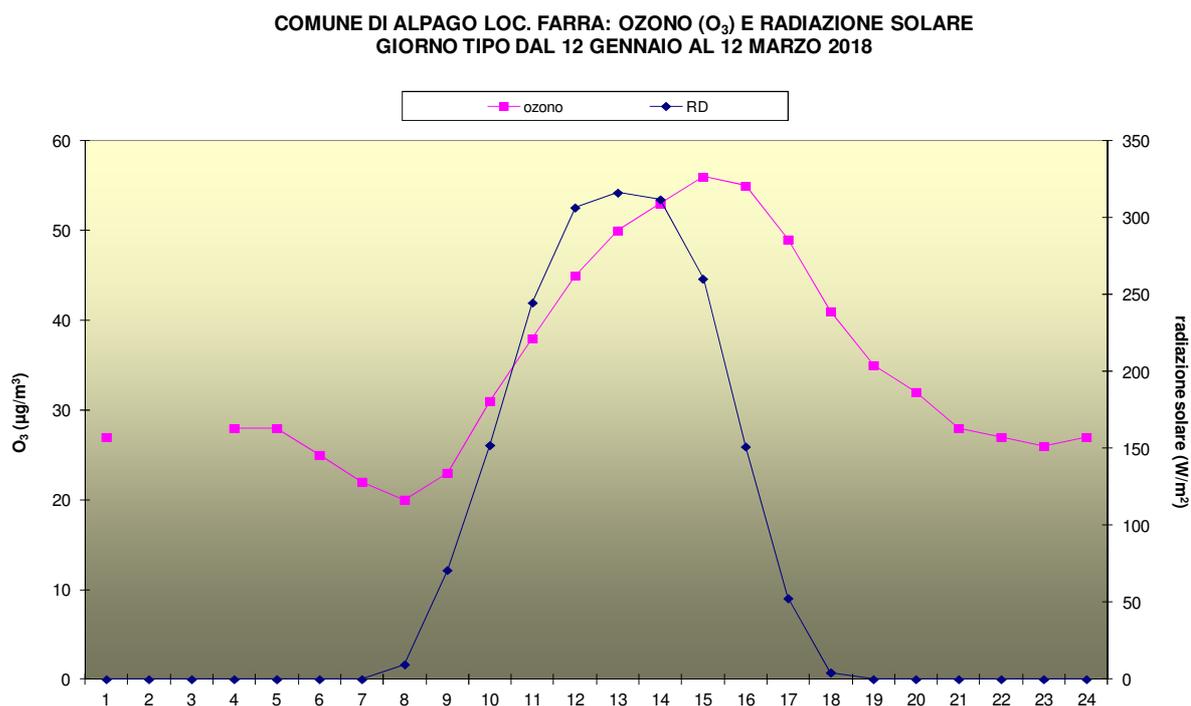
L'andamento delle polveri PM10, pur essendo presenti in concentrazioni relativamente basse, ha un massimo di concentrazione nella giornata di venerdì.

COMUNE DI ALPAGO LOC. FARRA: SETTIMANA TIPO OZONO
DAL 12 GENNAIO AL 12 MARZO 2018



L'andamento settimanale dell'ozono presenta valori leggermente superiori a inizio settimana.

Nel diagramma che segue è rappresentato, infine, il giorno tipo, per esaminare l'andamento giornaliero dell'ozono, inquinante monitorato in continuo, ed evidenziare così le fasce orarie di maggiore concentrazione nell'arco della giornata. L'elaborazione è stata eseguita in riferimento all'ora solare; l'interruzione nella linea dei grafici è dovuta alla mancanza del dato per il processo di taratura quotidiana dello strumento.



L'ozono ha un andamento associato a quello della radiazione solare. Il picco della radiazione solare (tracciato blu) precede di qualche ora il picco dell'ozono che presenta le massime concentrazioni nel pomeriggio.

10- Conclusioni per il monitoraggio svolto in loc. Farra d'Alpago

La seconda fase del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato a Farra nel periodo invernale, ha evidenziato alcune criticità legate ragionevolmente alla morfologia locale, ben rappresentata nelle ortofoto di inquadramento del sito, che si sommano alle condizioni meteo climatiche tipiche del periodo invernale, favorevoli al ristagno degli inquinanti, e alle fonti di pressione di un ambiente urbano.

Così come registrato per il sito di Paludi, il confronto dei dati di PM10 con la stazione fissa di Pieve d'Alpago e l'applicazione del modello di correlazione su base annuale indicano un livello di concentrazione di PM10 superiore a quello della stazione di riferimento ma non tale da ipotizzare il superamento dei limiti cronici e acuti per questo inquinante.

Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, invece, ne è emersa una presenza maggiore rispetto alla stazione fissa di Belluno, con valori invernali che portano a ipotizzare un superamento del limite su base annuale. A differenza del sito industriale di Paludi, il sito di Farra d'Alpago è in posizione chiusa e parzialmente schermata dai venti che spirano dal lago di Santa Croce; il contesto è urbano e caratterizzato da una presenza diffusa di impianti domestici di riscaldamento a biomasse, cui si aggiunge una centrale termica di proprietà comunale. Considerati la morfologia del sito e i valori misurati, è auspicabile poter ripetere il monitoraggio, anche in una posizione più interna all'abitato.

Come sintesi finale di valutazione dei dati è stata infine elaborata una scheda dello stato di qualità dell'aria, riferita a entrambi i periodi di monitoraggio e a tutti i parametri rilevati, nella quale sono riportati i parametri misurati e il relativo giudizio sintetico rispetto ai limiti previsti dal D.Lgs.155/2010.

Polveri (PM10)		Alcuni superamenti del valore limite giornaliero. Concentrazione media del periodo inferiore al limite annuale.
Ozono (O ₃)		alcuni superamenti della soglia di informazione alla popolazione prevista dalla normativa e raggiungimento del valore obiettivo per la protezione della salute umana
Benzene (C ₆ H ₆)		Concentrazione media decisamente inferiore al valore limite annuale previsto dalla normativa.
Benzo(a)Pirene (IPA)		Concentrazione media del periodo decisamente superiore al valore di obiettivo annuale previsto dalla normativa

Giudizio sintetico	
	Positivo
	Intermedio
	Negativo

ALLEGATO 1: GLOSSARIO

Agglomerato:

zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro, oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km² superiore a 3.000 abitanti.

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)

espresso in (µg/m³)*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80 µg/m³) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

Inquinante

Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente, che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

Margine di tolleranza:

Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

Media mobile (su 8 ore)

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima

Obiettivo a lungo termine

Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente

Soglia di allarme

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

Soglia di informazione

livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

Sorgente (inquinante)

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

Valore limite

Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

Valore obiettivo

Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

Zonizzazione

Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.Lgs. 155/2010.



ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale Civile 24
35137 Padova
Italy
Tel. +39 049 823 93 01
Fax +39 049 660 966
E-mail: urp@arpa.veneto.it
E-mail certificata: protocollo@arpav.it
www.arpa.veneto.it