Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

Rapporto annuale sulla qualità dell'aria

Comune di Feltre

anno 2013

ARPAV
Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

Dipartimento Provinciale di Belluno
Servizio Stato dell'Ambiente
Ufficio Monitoraggio Aria
Via Tomea 5
32100 BELLUNO BL
Tel. +39-0437-935511
Fax.+39-0437-30340
E-mail: dapbl@arpa.veneto.it

Belluno, aprile 2014

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Belluno
dr. R. Bassan (direttore)

Servizio Stato dell'Ambiente
dr.ssa A. Favero (dirigente responsabile)

Ufficio Monitoraggio Aria
p.i. M. Simionato
dr. R. Tormen

Redatto da: Ufficio Monitoraggio Aria

Si ringrazia per il supporto fornito:
Dipartimento Regionale Laboratori - Servizio Laboratorio di Venezia sede operativa di Padova
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio – Servizio Meteorologico di Teolo

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

INDICE

1- Introduzione.....3
2 - Caratteristiche del sito.....3
3 - Contestualizzazione meteo climatica.....4
Situazione meteorologica.....4
Valutazione sintetica della qualità dell'aria nell'area di Feltre.....11
4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento.....14
Polveri (PM10 e PM2,5).....14
Monossido di Carbonio (CO).....15
Biossido di Azoto (NO_2).....15
Ossidi di Zolfo (SO_X).....16
Ozono (O_3).....16
Benzene (C_6H_6).....18
Benzo(a)Pirene ($C_{20}H_{12}$).....18
Metalli.....19
Pombo (Pb).....19
Arsenico (As).....19
Cadmio (Cd).....20
Nichel (Ni).....20
5 - Normativa di riferimento.....21
6 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi.....24
7 - Efficienza di campionamento.....25
8 - Analisi dei dati rilevati.....26
Gli Indici Sintetici per la Qualità dell'Aria.....31
Applicazione di indici di qualità dell'aria alla stazione di Feltre.....33
9 - Conclusioni.....34

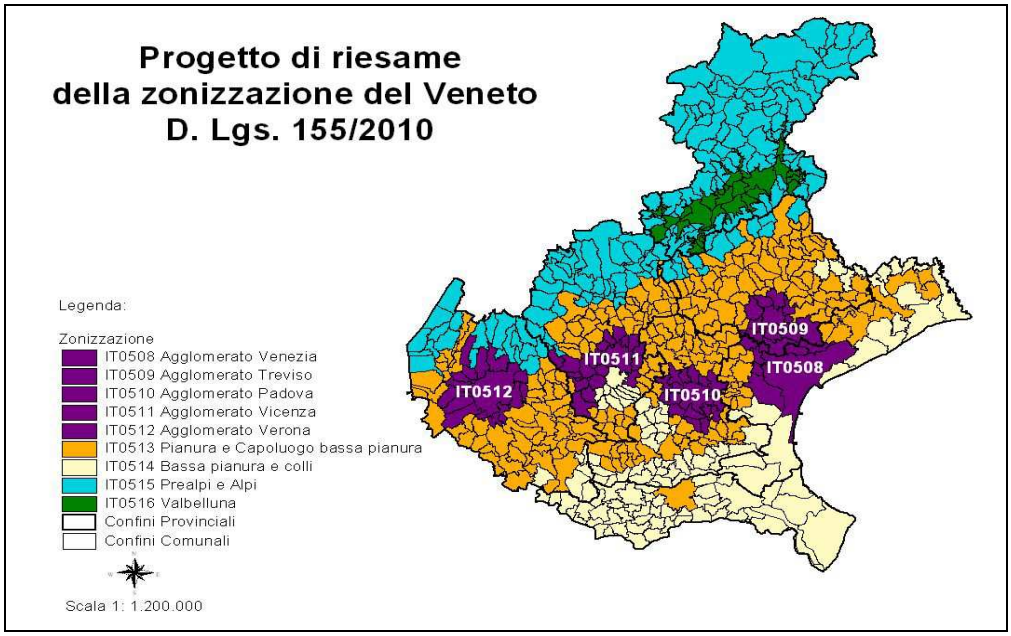
1- Introduzione

Il dipartimento A.R.P.A.V. di Belluno effettua il controllo della qualità dell'aria nell'Area Feltrina attraverso una centralina di monitoraggio posizionata a Feltre in via Colombo, al confine con lo spigolo nord-est del piazzale dell'istituto Forcellini. La stazione, di background suburbano, è situata a ridosso del quartiere Boscariz.
La presente relazione illustra, in modo sintetico, i risultati del monitoraggio annuale nel 2013 in riferimento ai limiti di legge vigenti e offre una lettura dei dati correlati all'andamento stagionale tipico di ognuno di essi.

2 - Caratteristiche del sito

Il Riesame della zonizzazione regionale.

In base all'art.1 comma 4 del D.Lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE), la zonizzazione del territorio nazionale è il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente. A seguito della zonizzazione del territorio, ciascuna zona o agglomerato è classificata allo scopo di individuare le modalità di valutazione 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 territorio di competenza, tuttavia tale zonizzazione necessitava di un riesame ai fini di rispettare tutti i requisiti richiesti dall'appendice I al D.Lgs. 155/2010, riconducibili principalmente alle caratteristiche orografiche e meteo climatiche, al carico emissivo ed al grado di urbanizzazione del territorio.
Il riesame della zonizzazione è stato effettuato da ARPAV-Osservatorio Regionale Aria per conto della Regione Veneto, con la supervisione del Ministero dell'Ambiente, necessaria ai fini di omogeneizzare ed integrare le diverse zone a livello sovra regionale.
La nuova zonizzazione del Veneto è stata approvata con delibera della Giunta Regionale n.2130/2012, con efficacia dal gennaio 2013. Il Veneto risulta 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 zona montuosa della regione, comprende i Comuni con altitudine della casa comunale >200m, generalmente non interessati dal fenomeno dell'inversione termica, a ridotto contributo emissivo e con basso numero di abitanti.

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

Il sito di indagine ha coordinate geografiche 1724966;5101654 UTM Gauss Boaga (geobrowser) e ricade nella zona Val Belluna (IT0516).

3 - Contestualizzazione meteo climatica

Il presente paragrafo illustra l'andamento meteorologico del 2013 con riferimento al territorio comunale di Feltre. Ad un excursus introduttivo, nel quale viene descritta la situazione sinottica a livello regionale, segue un'analisi più dettagliata, relativamente all'area comunale di Feltre, di due variabili meteorologiche particolarmente significative per la dispersione degli inquinanti atmosferici: la precipitazione e il vento. I valori di precipitazione e vento rilevati nell'anno 2013 sono stati messi a confronto con la serie climatologica (anni 2004-2012) e con alcuni degli ultimi anni. Infine si riporta la rosa dei venti registrati nel corso del 2013.

Situazione meteorologica

Il mese di gennaio inizia con tempo variabile, addirittura con un breve episodio pluvio-nevoso il giorno 2 gennaio, ma le precipitazioni risultano molto deboli.
Tra il 3 e il 6 gennaio la duplice azione di un promontorio atlantico e di una saccatura sui Balcani determina un'intensificazione delle correnti settentrionali con forti venti in montagna e Foehn nelle valli, specie il 5 e il 6 gennaio. Il tempo rimane bello fino all'11 gennaio, ma diventa un po' più freddo, specie durante le notti per l'irraggiamento abbastanza marcato.
Il tempo inizia a cambiare sabato 12 gennaio per l'ingresso di una saccatura atlantica, che imperverserà per 11 giorni. Si tratta di una vasta area depressionaria con vari minimi, che giorno dopo giorno provocano diversi episodi perturbati e freddi.
Dopo la maggiore fase perturbata dell'inverno, il tempo si ristabilisce con belle giornate fredde, specie di notte quando le minime scendono e gela anche in pianura.
In questo periodo di tempo buono salvo un solo piccolo intervallo debolmente perturbato tra la mattinata e il primo pomeriggio del 28 gennaio.
Poi fino alla fine del mese il tempo risulta molto più stabile e soleggiato con avvezione d'aria mite di origine atlantica che determina un temporaneo marcato rialzo termico in quota con inversione termica. Negli ultimi giorni del mese il bel tempo persiste, ma con temperature in progressivo calo.

La situazione anticiclonica persiste fino al primo giorno di febbraio,
ma il giorno 2 una saccatura atlantica porta un breve ma intenso peggioramento. Subito dopo il passaggio del sistema frontale, forti correnti settentrionali fanno il loro ingresso sul Veneto con venti tempestosi sulle cime dolomitiche e le dorsali prealpine e Foehn nelle valli. La visibilità risulta ottima anche in pianura. Dopo un breve intervallo di tempo ventoso, un nuovo minimo, inserito in una vasta saccatura stazionaria, che interessa gran parte dell'Europa occidentale, porta qualche precipitazione tra il 5 e il 6 febbraio.
Per altri 3 giorni il tempo rimane stabile, ma anche molto freddo per il sopraggiungere di un nucleo di aria fredda in quota, proveniente da Nord-Est. Il giorno 10 le temperature minime sono tutte negative.
L'ondata di freddo è di breve durata in quanto una nuova saccatura atlantica interessa la nostra regione l'11 febbraio con deboli nevicate al mattino, anche moderate al pomeriggio. Le precipitazioni si verificano, mentre l'aria è ancora molto fredda, quindi nevica fino in pianura e la neve risulta soffice in montagna. Il 12 si verifica la maggiore nevicata dell'inverno in montagna e nelle conche prealpine con molte difficoltà per quanto riguarda il traffico.
In seguito a questo episodio il tempo si ristabilisce, anche se con qualche fenomeno convettivo per la presenza di aria assai fredda in quota (giorni 16 e 17). Il tempo freddo e in parte soleggiato si mantiene fino al 20 febbraio.
Tra il 22 e il 25 un nuovo episodio perturbato, dovuto alla discesa di una saccatura da Nord-Est e alla successiva presenza di un minimo depressionario sull'alto Tirreno, riporta il maltempo sul Veneto. Tra il 26 e il 27 febbraio un ritorno da Est determina un nuovo lieve peggioramento, ma quasi esclusivamente sulla montagna.

Il mese di marzo inizia con una fase anticiclonica abbastanza mite, almeno nelle ore diurne, mentre le notti sono fredde, specie in montagna.
Dal 5 marzo il tempo cambia per l'arrivo di una debole saccatura atlantica, responsabile di un primo modesto peggioramento del tempo il giorno 6. Poi per altri 4 giorni si susseguono diversi deboli episodi intervallati da momenti di variabilità o d'instabilità con rovesci temporaleschi molto localizzati. Il giorno 12 una discesa d'aria artica interessa tutta la Germania, la Francia, lambendo la catena alpina e provocando singoli episodi temporaleschi sulla pianura veneta centrale, ma l'avvezione fredda non invade il versante italiano, se non nell'alta atmosfera; tuttavia tale situazione favorisce il riattivarsi di un minimo depressionario, che dalla Francia raggiunge l'Italia nel pomeriggio del giorno 13, provocando tempo instabile/perturbato con piogge a carattere di rovescio.
In seguito a questo episodio di maltempo, si assiste ad un brusco calo termico connesso ad una discesa d'aria molto fredda in arrivo da Nord-Est. Nei giorni 15 e 16 le gelate notturne sono assai diffuse. In montagna il freddo torna ad essere intenso. L'ondata di freddo collegata all'avvezione d'aria polare da Nord-Est dura solo 48 ore.
Il sopraggiungere di una nuova saccatura atlantica tra il 17 sera e il 18 marzo provoca un episodio pluvio-nevoso assai significativo con copiose nevicate in montagna, anche nel catino bellunese con 30 cm a Feltre. Si tratta della seconda più importante nevicata dell'inverno, dopo di quella dell'11 febbraio.
In seguito e per alcuni giorni si assiste al passaggio di onde che consentono l'alternarsi di dorsali con bel tempo e di saccature poco profonde, responsabile di qualche debole precipitazione, con temperature lievemente inferiori alla norma. L'ultima saccatura di questa fase, in cui si avvicendano belle giornate e deboli

episodi di variabilità o di lieve perturbabilità, risulta più marcata, dando luogo a un episodio di maltempo di nuovo assai significativo tra il 24 e 26 marzo.
Il 27 il tempo è variabile, anormalmente fresco, anche freddo in montagna. Il 28 marzo il tempo peggiora di nuovo al pomeriggio con precipitazioni diffuse a prevalente carattere di pioggia. Il 29 risulta fresco, variabile/instabile con poche schiarite. Il 30 marzo il cielo si copre rapidamente per l'avvicinarsi di una nuova saccatura, responsabile del maltempo pasquale con molta pioggia dal sabato pomeriggio fino alla domenica mattina. Il passaggio di un fronte caldo seguito dal settore freddo dà luogo a tempo instabile nel pomeriggio/sera del 31 marzo (Pasqua), con forti rovesci, anche temporaleschi.

Il mese di aprile 2013 inizia con il persistere di condizioni di variabilità/instabilità. Il tempo peggiora in modo significativo nella serata del 4 aprile per l'avvicinarsi di un profondo minimo depressionario, che dal golfo di Biscaglia, si trasferisce verso l'Italia. Questo nuovo episodio di maltempo porta precipitazioni di moderata intensità su gran parte della regione il giorno 5. In seguito il tempo rimane variabile, a tratti instabile per la persistente curvatura ciclonica e per lo scorrere di aria umida di origine atlantica. Tra l'8 e il 9 aprile due piccole saccature determinano due brevi episodi con precipitazioni, ma si tratta di peggioramenti di poco conto con pochi millimetri.
Dal 10 aprile aria gradualmente meno fresca consente un accenno di primavera, dapprima in pianura e successivamente in montagna,
anche se il 12 aprile l'ennesima saccatura atlantica provoca un nuovo temporaneo peggioramento, più significativo in montagna per quanto riguarda l'entità delle precipitazioni.
Dal 13 il tempo cambia in modo repentino e il 15 le temperature salgono di 10°C; si tratta della prima vera giornata primaverile, in forte contrasto con tutta la prima decade di aprile. Tale situazione si mantiene fino al 19 aprile, salvo un lieve e marginale episodio di instabilità sui monti nel pomeriggio del 16 per il transito di una piccola e veloce saccatura in quota, ma senza grandi effetti se non qualche breve rovescio sparso.
Nel pomeriggio/sera del giorno 19 una saccatura atlantica giunge sulla nostra regione, prima d'isolarsi in depressione chiusa centrata sul golfo di Genova, e poi stazionare sull'Emilia Romagna. Di conseguenza il tempo peggiora con un episodio di maltempo su tutta la regione, più marcato in montagna. Tale situazione di tempo a tratti perturbato/instabile con qualche intervallo di variabilità perdura fino al 22 aprile con precipitazioni che dopo tre giorni risultano abbastanza copiose.
In seguito il tempo si ristabilisce e torna ad essere primaverile per l'affermarsi di un promontorio Mediterraneo e di un'alta pressione centrata proprio sulle Alpi. I giorni 24 e 25 aprile risultano soleggiati e di stampo primaverile.
Poi una nuova saccatura atlantica giunge sulla nostra regione, ma la parte più dinamica non oltrepassa la Lombardia nella giornata del 26 e giunge sulla nostra regione il 27 con piogge diffuse. I tre giorni successivi, cioè fino alla fine del mese, risultano variabili/instabili per la persistenza di una circolazione ciclonica sul mediterraneo occidentale.

Il mese di maggio 2013 inizia con condizioni di tempo variabile/instabile con brevi intervalli soleggiati. L'approfondirsi di varie saccature atlantiche tra la Francia e la Spagna e il loro successivo transito sull'Italia determina vari episodi d'instabilità con

frequenti rovesci e temporali. I giorni maggiormente instabili sono il 3, il 5, l'8 e il 10 e l'11 maggio con fenomeni localmente forti, seppur brevi.
Dopo la fase di maltempo dell'11, correnti settentrionali d'aria fresca determinano un momentaneo calo termico.
Tra il 12 e il 14 maggio un promontorio atlantico favorisce un breve intervallo di tempo perlopiù soleggiato e gradualmente più mite.
L'approfondirsi di una nuova saccatura atlantica sulla Spagna richiama correnti meridionali d'aria molto umida e il tempo peggiora su tutta l'Italia settentrionale con abbondanti precipitazioni nei giorni 16 e 17 maggio. In seguito il tempo rimane variabile/instabile e piuttosto fresco fino alla fine del mese. Il giorno 21 rovesci sparsi interessano la montagna e la pedemontana, mentre tra la sera del 23 e gran parte del 24 la discesa di una saccatura nord Atlantica riporta maltempo sul Veneto, assieme ad un sensibile calo termico, che consente alla neve di scendere fino sugli 800 m. Gli ultimi giorni del mese sono ancora all'insegna della variabilità e del clima fresco con rovesci sparsi.

Il mese di giugno inizia con tempo variabile e non particolarmente caldo per l'ingresso di correnti settentrionali associate ad una circolazione depressionaria, il cui centro si trova appena ad Est delle Alpi. Tale situazione perdura fino al 9 giugno, provocando anche una lieve instabilità, più avvertita tra le Prealpi e la pedemontana che non altrove. Nei giorni 5, 6 e 8 si sono verificati i temporali di maggiore intensità. Questa fase si chiude con un giorno instabile/perturbato il 9 giugno per il passaggio di una saccatura atlantica.
In seguito correnti settentrionali interessano il Veneto con parziale miglioramento del tempo, anche se singoli forti temporali si verificano tra Prealpi e pedemontana.
Questa fase transitoria precede la prima fase prettamente estiva del 2013 con un repentino rialzo termico il giorno 13. Infatti, dal 13 giugno fino al 20 il tempo risulta molto più stabile e progressivamente più caldo, anche molto caldo in pianura con la prima ondata di calore tra il 15 e il 20 giugno. Anche in montagna sono raggiunti valori di 28/30°C a 1000/1200m. In questa fase di bel tempo l'unica insidia è legata al verificarsi di qualche isolato temporale di origine convettiva in montagna, ma il più delle volte si tratta di fenomeni piuttosto brevi.
Il 20 giugno sera un primo debole fronte transita sul Veneto con qualche temporale; al suo seguito aria un po' meno calda e soprattutto meno afosa si sostituisce a quella precedente, rendendo il clima più gradevole. Dopo altri 3 giorni, una saccatura un po' più profonda giunge sul Nord Italia, provocando un episodio pluvio-temporalesco con fenomeni localmente intensi tra la notte e la prima parte del 24 giugno. Tra il 25 e il 27 giugno il tempo rimane un po' variabile e fresco. Nella notte tra il 27 e il 28 giugno una nuova saccatura Nord Atlantica interessa il Veneto, provocando un episodio pluvio-temporalesco sulle zone montane e pedemontane.
In seguito al transito della saccatura, una dorsale atlantica riporta tempo più soleggiato, ma inizialmente fresco.

Il mese di luglio inizia con una fase di bel tempo man mano più caldo. Tra il 4 e il 9 luglio il tempo si presenta buono/discreto e un po' più caldo. Un anticiclone di matrice atlantica porta condizioni di tempo piuttosto soleggiato, anche se il promontorio in quota viene temporaneamente scalfito da una piccola goccia fredda proveniente da Est. Di conseguenza la convezione diurna in prossimità dei rilievi porta a qualche breve temporale di calore. Dal 10 fino al 20 luglio il tempo si presenta piuttosto

buono con un'alta pressione di matrice atlantica, che interessa soprattutto il Regno Unito, la Francia e la Germania, mentre l'Italia viene lambita da correnti nord-orientali e da piccole depressioni in quota, responsabili di qualche temporale. Quindi il tempo è complessivamente ben soleggiato e piuttosto caldo ma qualche episodio di instabilità convettiva si verifica specie sui rilievi. Dal 21 l'alta pressione delle Azzorre sostituisce quella atlantica, apportando tempo più caldo con qualche temporale convettivo in montagna nelle serate del 22 e del 23 luglio.
Il 24 luglio la situazione diventa temporaneamente più instabile per il transito di una piccola saccatura in quota,
ma dal 25 l'alta pressione si consolida, assieme ad un'avvezione d'aria sempre più calda di matrice africana che provoca un'ondata di calore sul Veneto.
L'ondata di calore perdura fino al 29 di luglio, quando una saccatura atlantica giunge sulla nostra regione, provocando un breve evento temporalesco.
Il tempo torna a migliorare nettamente già il 30 luglio grazie all'affermarsi di un promontorio di matrice mediterranea, assieme al rafforzarsi di un'alta pressione centrata sull'Europa occidentale.

Il mese di agosto inizia con giornate stabili, molto soleggiate e via via più calde, specie in montagna. Questa seconda ondata di calore perdura per quasi tutta la prima decade di agosto. Ma nello stesso tempo i livelli di afa nelle valli alpine rimangono più bassi per il minore tasso di umidità.
Il giorno 9 una saccatura di origine atlantica giunge sulle Alpi con un episodio pluvio-temporalesco tra il tardo pomeriggio e la notte del 10 agosto, che interessa quasi esclusivamente la montagna.
L'ingresso di correnti d'aria più secca da Nord-Ovest consente al tempo di tornare ad essere bello già il 10 pomeriggio con contenuto calo termico in pianura, più sensibile in montagna. Nei giorni tra il 10 e il 13 il tempo si presenta buono di stampo estivo,
ma la sera del 13 diventa instabile in montagna con rovesci e temporali, successivamente nella notte e parte del mattino del 14 sulle Prealpi. Queste intrusioni di aria più fresca in quota favoriscono un contenuto calo termico, già avvertito dal 10 agosto, ma più sensibile dopo il 14.
Da Ferragosto fino al primo pomeriggio del 19 agosto il tempo è di nuovo bello e stabile con progressivo rialzo termico che riporta le temperature su livelli prettamente estivi, ma senza afa. Alla sera del 19 il passaggio di una saccatura atlantica determina, specie sulla provincia di Belluno, un breve e localmente intenso episodio temporalesco con forti raffiche di vento e violenti rovesci. Il 20 agosto il tempo migliora per l'ingresso di correnti settentrionali d'aria assai più fresca e secca. Miglioramento che porta a 2 stupende giornate con aria tersa e forte escursione termica tra il giorno e la notte.
Il 22 agosto la discesa di una goccia fredda sulla Francia provoca l'ingresso di correnti sud-occidentali d'aria via via più umida sul Nord Italia, che innescano temporali pomeridiani e serali, localmente violenti. Nei giorni seguenti il tempo rimane instabile con rovesci temporaleschi su quasi tutti i settori. Dal 28 il tempo diventa meno instabile e più variabile per la minore curvatura ciclonica, seppur con la presenza di un minimo depressionario in quota.
Gli ultimi giorni del mese sono all'insegna del bel tempo, anche se le temperature sono decisamente inferiori alla media del periodo per l'avvezione d'aria fredda da Nord-ovest.

Il mese di settembre inizia con giornate variabili/instabili con rovesci e temporali.
Dal 3 fino al 7 il consolidarsi di un promontorio di matrice mediterranea determina una fase di bel tempo estivo e molto mite in montagna.
Tale situazione finisce con l'ingresso di una saccatura atlantica nella giornata dell'8 settembre, responsabile di un episodio di instabilità. Nei due giorni successivi l'ingresso di aria fredda provoca una fase temporalesca. Lo stesso si verifica tra la notte ed il primo mattino ed in parte nel pomeriggio del 10 settembre. Questo persistere dell'instabilità è legato alla permanenza di una goccia fredda centrata sul Sud della Germania.
Tra il 12 e il 14 la suddetta depressione in quota scivola verso i Balcani lasciando spazio ad un miglioramento del tempo e ad un graduale rialzo termico.
Il giorno 15 una saccatura atlantica si avvicina alla nostra regione riportando correnti sud-occidentali d'aria umida con qualche debole pioggia tra la pedemontana e le Prealpi. Il 16 pomeriggio la parte più attiva della saccatura inizia ad interessare la montagna veneta con piogge più continue, mentre il fronte freddo transita sulla nostra regione durante la tarda notte e il primo mattino del 17 settembre con brevi ma diffusi temporali e repentino calo termico.
Dal 18 il tempo torna ad essere anticiclonico con bellissime giornate, inizialmente fresche, poi gradualmente più miti ed addirittura quasi calde tra il 22 e il 24 settembre, quando un promontorio centrato sulla Francia garantisce tempo molto mite e bello in parte insidiato dalla presenza di nubi basse durante parte della giornata.
Il 27 settembre una piccola e veloce depressione in transito da Nord-Ovest verso Sud-Est, determina un breve episodio d'instabilità nel tardo pomeriggio sera con brevi piovaschi. Il 28 settembre una saccatura atlantica si approfondisce sulla Francia prima di isolarsi sulla Spagna e le correnti iniziano a disporsi da Sud sul Veneto. Il tempo rimane buono o discreto fino al 28 settembre, ma in parte nuvoloso per presenza di nubi basse. Il 29 il tempo peggiora con un episodio lievemente perturbato. Tale situazione perdura anche il lunedì 30 con fenomeni più deboli e assai più discontinui.

Il mese di ottobre inizia con tempo più stabile e piuttosto soleggiato. Dal 3 ottobre le nubi basse invadono la montagna, a causa di un'avvezione d'aria mite in quota che favorisce l'inversione termica e il conseguente ristagno dell'umidità nei bassi strati.
Il giorno 5 una depressione in arrivo dalla Spagna determina un lieve peggioramento del tempo con vari episodi piovosi, soprattutto tra il 5 e il 7 ottobre. Dopo due giorni di variabilità (8 e 9 ottobre), la discesa di una saccatura dal Nord Europa, il giorno 10 e la notte dell'11, riporta una spiccata ondata di maltempo, assieme ad un calo termico responsabile del primo vero episodio perturbato di stampo pre-invernale in montagna. Il giorno successivo (12 ottobre) un fronte freddo secondario transita sulla nostra regione tra la notte ed il mattino, provocando un nuovo episodio perturbato che interessa soprattutto la montagna e la pianura orientale.
Il giorno 13 il tempo migliora in parte, anche se l'avvezione d'aria più mite in quota impedisce la rimozione dell'umidità presente nei bassi strati atmosferici. Questo miglioramento perdura per tre giorni.
Nella notte tra il 15 e il 16 un fronte freddo da Nord transita velocemente sul Veneto senza effetti rilevanti. Il giorno stesso il tempo migliora con ingresso di aria molto più secca e forti correnti settentrionali in quota. Il Foehn spira nelle valli ed in pianura, il sole splende ovunque con rapido dissolvimento delle nubi basse del primo mattino.

Tra il 17 e il 19 un promontorio di matrice mediterranea riporta ottime condizioni meteorologiche con clima molto mite nella giornata.
Il tempo rimane anormalmente mite fino alla fine del mese, anche se si verificano tre episodi perturbati. Il primo domenica 20, quando una depressione chiusa scivola dalla Francia verso il centro-sud dell'Italia, interessando soprattutto la parte meridionale del Veneto. Il secondo (tra il 22 e il 24 del mese) è legato al lieve approfondirsi di una depressione sulla Francia con il passaggio di un piccolo asse di saccatura per il transito di un fronte freddo sul Veneto; i fenomeni sono assai più significativi rispetto all'episodio precedente.
In seguito a questo secondo episodio si osserva un intervallo di 4 giorni stabili e assai più soleggiati.
Il terzo episodio si verifica tra il 29 e 30 ottobre con l'ingresso di una saccatura atlantica, responsabile di un episodio moderatamente perturbato che interessa le zone centro-settentrionali. Il 31 ottobre il tempo si ristabilisce e grazie alla presenza di una dorsale risulta anche soleggiato su molte zone, tuttavia le nubi basse insistono su alcuni settori montani quasi tutto il giorno.

Il mese di novembre inizia con l'approfondirsi di una saccatura atlantica sulla Francia e richiamo di aria man mano più umida sulle Alpi, ma si verificano pochissimi fenomeni. Il 2 novembre la situazione rimane pressoché immutata con atmosfera umida e qualche debolissima pioggia sparsa. Tra il 3 e il 4 la saccatura transita direttamente sul Veneto con il passaggio di due fronti ed avvezione di aria più fredda a partire dal 3 sera. Pertanto le piogge sono più significative.
Il 6 novembre un fronte caldo da Nord riporta estesa nuvolosità sulle Dolomiti e qualche goccia nelle valli, mentre sulle Prealpi il tempo torna ad essere generalmente ben soleggiato. In seguito il tempo si ristabilisce grazie ad un promontorio di matrice mediterranea con avvezione d'aria più mite, specie in quota.
Il 9 novembre una nuova saccatura atlantica scende rapidamente dalla Francia verso l'Italia, provocando tempo perturbato sulla nostra regione, specie in montagna e sulla pedemontana. Nello stesso tempo sul Veneto giunge aria fredda e tra il 10 sera e il giorno 11, forti correnti settentrionali, successive al transito della saccatura, provocano forti venti in quota (80/100 km/h) e Foehn nelle valli.
Poi per 2 giorni il tempo si ristabilisce con qualche nube alta ed ampi tratti soleggiati con clima assai mite.
Il 14 novembre il tempo peggiora per la discesa di una saccatura dall'Europa nord-occidentale, responsabile di una fase di maltempo sul Veneto nei giorni 14 e 15 con precipitazioni diffuse.
Dopo tale episodio, un promontorio riporta 2 giornate soleggiate ed anormalmente miti.
Nella serata del 18 novembre, il tempo peggiora di nuovo per il riattivarsi della depressione mediterranea, che dalla Spagna si avvicina un'altra volta all'Italia e richiama un'avvezione d'aria umida e mite. Pertanto il Veneto viene interessato da precipitazioni diffuse il 19 novembre. Le aree più colpite sono la montagna e le zone orientali della pianura. Nei giorni successivi la depressione dinamica si isola sul Mediterraneo occidentale, mantenendo condizioni di perturbabilità con temperature man mano più fredde. Un'altra fase di maltempo più acuta si verifica tra il 21 e il 22 novembre con la neve che scende fino sui 600 m sulle Dolomiti e localmente fino sui 400/500 m sulle Prealpi. Questa fase è seguita da un ultimo episodio perturbato il giorno 23.

In seguito a questa fase di spiccato maltempo, un'alta pressione di matrice continentale favorisce l'avvezione di aria molto fredda sul Veneto, che determina un forte calo delle temperature, non tanto il giorno 25 a causa di venti di Foehn, quanto dal 26 al 28 novembre 2013. I giorni 27 e 28 le gelate sono diffuse. Alla fine del mese le temperature si rialzano per il passaggio di una debole saccatura con scarsi effetti sulla regione.

Dicembre 2013 è trascorso per una buona prima parte all'insegna del tempo stabile, senza precipitazioni e dal clima quasi invernale. Il mese è stato caratterizzato da due tipi di tempo prevalenti: nei primi venti giorni sono prevalse condizioni di alta pressione, di stampo più invernale e con alcuni episodi di discesa di aria fredda dal Nord Europa, che hanno portato le temperature, specie le minime giornaliere a raggiungere valori anche sotto la norma; le massime invece, a causa del buon soleggiamento sono state in prevalenza sopra la media, salvo risultare più basse in alcuni giorni tra l'11 e il 14 a causa delle nebbie persistenti.
Nell'ultima decade si è registrata invece un'inversione di tendenza e il clima è divenuto via via più umido e assai mite per il periodo con un'intensa fase perturbata di tipo sciroccale tra il 25 e il 26 che ha portato precipitazioni molto abbondanti sulle zone montane e pedemontane. Nell'ultima decade l'ingresso di correnti più miti e umide di origine atlantica ha radicalmente cambiato la situazione meteorologica favorendo una decisa risalita delle temperature, in particolare nei valori minimi.

Valutazione sintetica della qualità dell'aria nell'area di Feltre

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari divisi in due metà di uguale area utilizzate per rappresentare la frequenza dei giorni con caratteristiche rispettivamente di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media giornaliera del vento minore di 0.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti,
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media giornaliera del vento nell'intervallo 0.5 m/s e 1 m/s): situazioni debolmente dispersive,
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media giornaliera del vento maggiore di 1 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.
La stazione utilizzata è quella di Feltre, presso cui la quota di misura del vento è a 5 m.

Di seguito si riporta il confronto effettuato mediante diagrammi circolari dell'anno 2013 con la serie climatologica (2004-2012), e con quelle degli anni 2006 (in cui hanno prevalso condizioni poco dispersive) e 2009 (in cui sono state frequenti le condizioni dispersive). In Figura 1, il confronto è effettuato per i mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre, dicembre, che risultano più problematici per l'inquinamento da polveri sottili. In Figura 2, si effettua la comparazione per la stagione invernale, per il periodo problematico per l'inquinamento da polveri fini (gennaio-marzo, ottobre-dicembre) e per l'intero anno.

Dal confronto in Figura 1 si evince che relativamente all'anno:

in gennaio, le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sono state più frequenti sia rispetto alla serie climatologica che rispetto agli anni 2006 e 2009;
in febbraio le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sottili sono state più frequenti rispetto alla climatologia e al 2006, un po' meno frequenti rispetto al 2009;
in marzo le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sottili sono state più frequenti rispetto a tutte le serie di riferimento.
in ottobre le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sottili (grazie soprattutto alle precipitazioni) sono state più frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento;
in novembre le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sottili sono state più frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento;
in dicembre le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sottili sono state meno frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento.

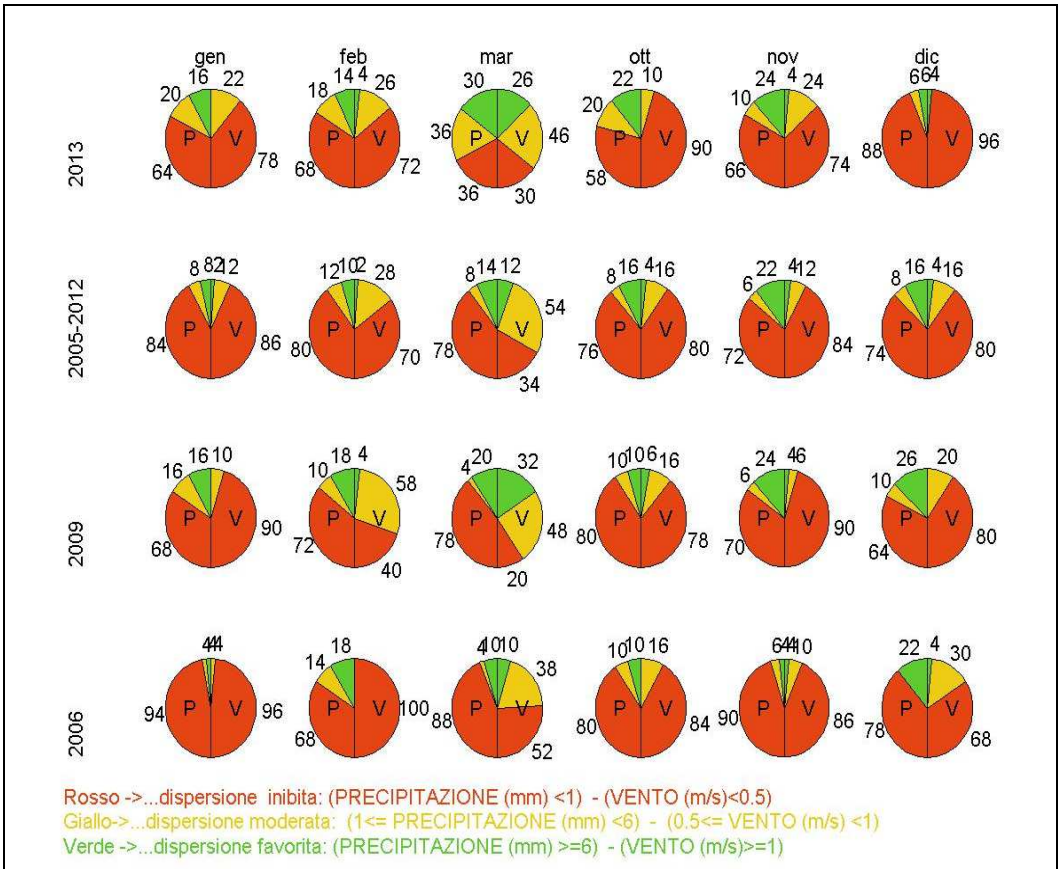


Figura 1: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per gli anni 2013, 2006, 2009 e per la media climatologica (2005-2011).

Dal confronto in Figura 2, si nota che nel 2013:

durante il periodo invernale la distribuzione nelle tre classi di dispersione è stata più o meno in linea con la serie climatologica, mentre le situazioni di dispersione inibita sono state più frequenti rispetto al 2009 e un po' meno frequenti rispetto al 2006;
nei mesi critici per l'inquinamento da polveri sottili (invplus), le situazioni di dispersione inibita sono state meno frequenti rispetto alla climatologia, e soprattutto rispetto al 2006, mentre sono state in linea con quanto accaduto nel 2009;
nell'intero anno; le condizioni con dispersione favorita sono state più frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento.

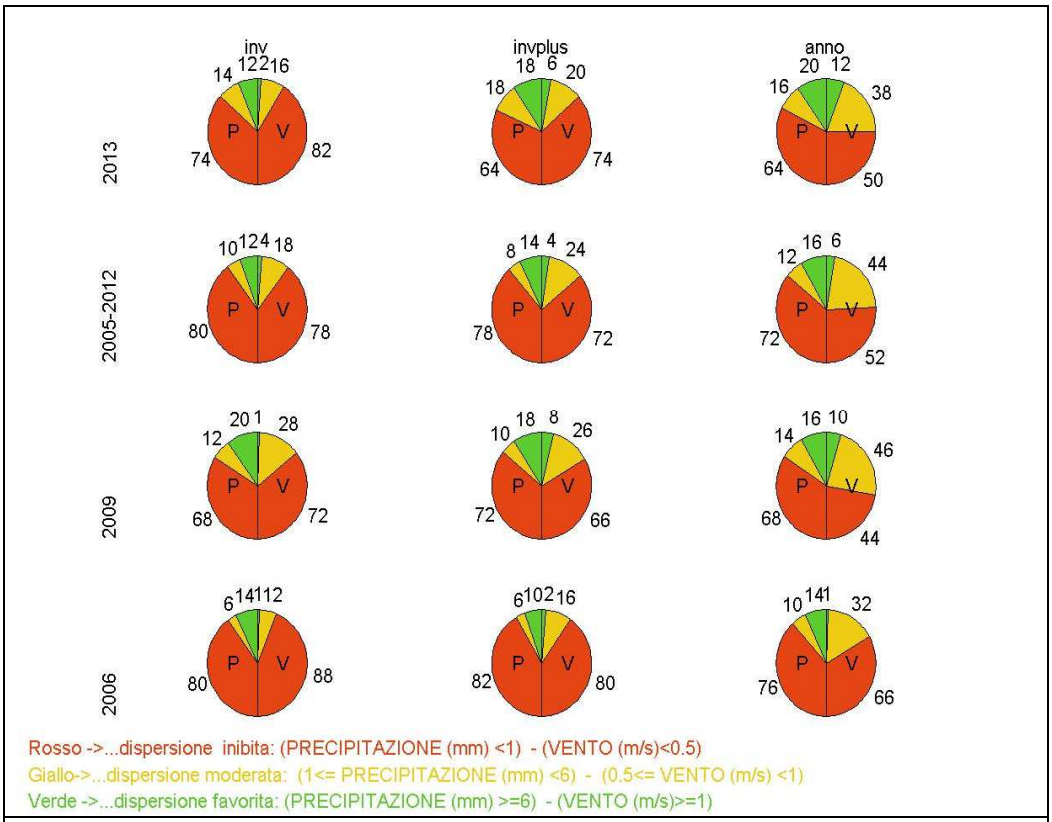


Figura 2: diagrammi circolare per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai mesi invernali, ai mesi invernali + marzo e ottobre (invplus) e annuali, per gli anni 2013, 2009, 2006 e per la media climatologica (2005-2012).

Rosa dei venti nell'area di Feltre.

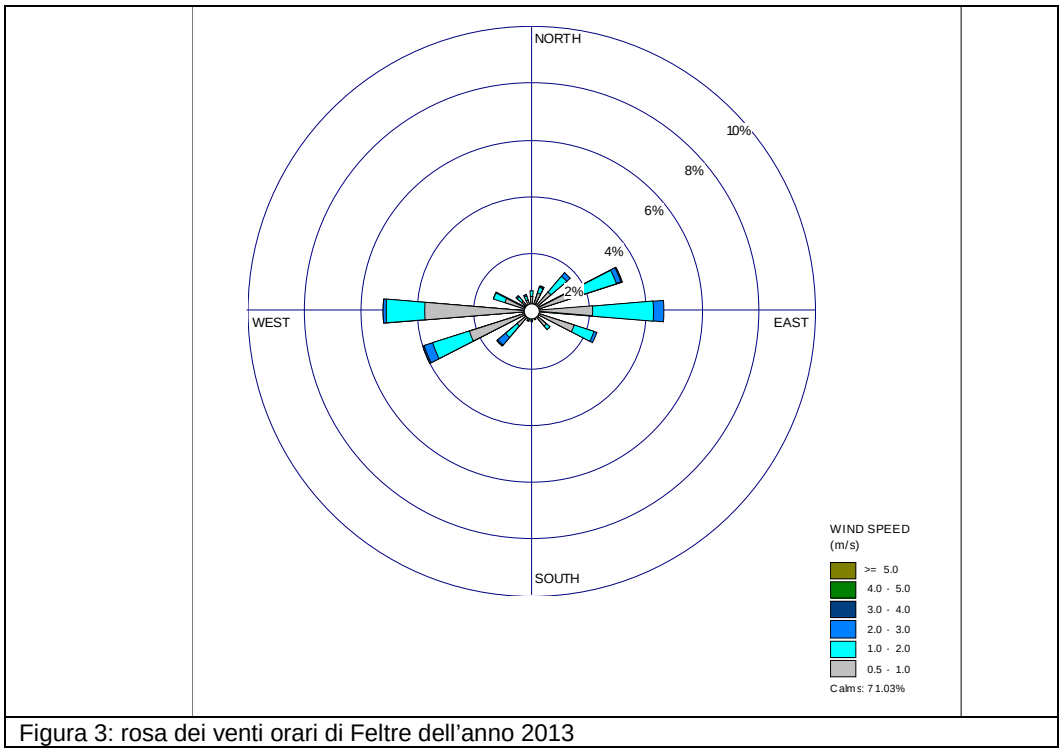


Figura 3: rosa dei venti orari di Feltre dell'anno 2013

Dalla Figura 3 si evince che nel corso dell'anno 2013 presso la stazione di Feltre la direzione prevalente di provenienza del vento è Ovest (5%), seguita da Est (5%), da Ovest-Sud-Ovest

(4%) ed Est-Nord-Est (3%); la frequenza delle calme è pari a circa 71%, la velocità media pari circa a 0.3 m/s.

4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione di Feltre è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: polveri (PM10, PM 2.5), biossido di azoto (NO_2), ossidi di azoto (NO - NOX), ozono (O_3), benzene (C_6H_6), Benzo(a)Pirene ($C_{20}H_{12}$), Metalli pesanti (piombo Pb, arsenico As, cadmio Cd, nichel Ni).

Polveri (PM10 e PM2,5)

Materiale particolato (PM) è il termine usato per indicare presenze solide o di aerosol in atmosfera, generalmente formate da agglomerati di diverse dimensioni, composizione chimica e proprietà, derivanti sia da fonti antropiche che naturali. Le differenti classi dimensionali conferiscono alle particelle caratteristiche fisiche e geometriche assai varie.
Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 µm, mentre le 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 in genere dell'inquinamento atmosferico inserendoli nella categoria 1, e quindi certamente cancerogeni per l'uomo.
Parte delle particelle che costituiscono le polveri atmosferiche è emessa come tale da diverse sorgenti naturali ed 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 allontanano.
Le più importanti sorgenti naturali sono così individuate:

- 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.
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 da una fonte situata anche lontana dal centro urbano. Nei centri urbani l'inquinamento da PM10, che sono le più pericolose per la salute, è essenzialmente dovuto al traffico veicolare ed al riscaldamento domestico.
Le dimensioni delle particelle in sospensione rappresentano il parametro principale che caratterizza il comportamento di un aerosol. Dato che l'apparato respiratorio è come un canale che si ramifica dal punto di inalazione naso o bocca, sino agli alveoli con diametro sempre decrescente, si può immaginare che le particelle di dimensioni maggiori vengono trattenute nei primi stadi, mentre quelle sottili penetrano sino agli alveoli. Il rischio determinato dalle particelle è dovuto alla deposizione che avviene lungo tutto l'apparato respiratorio, dal naso agli alveoli.
La deposizione si ha quando la velocità delle particelle si annulla per effetto delle forze di resistenza inerziale alla velocità di trascinamento dell'aria, che decresce dal naso sino agli alveoli. Questo significa che procedendo dal naso o dalla bocca attraverso il tratto tracheo-bronchiale sino agli alveoli, diminuisce il diametro delle particelle che penetrano e si depositano.

Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore ed insapore prodotto dai processi di combustione incompleta di materiali contenenti carbonio. La sua tossicità dipende dalla proprietà di fissarsi all'emoglobina del sangue impedendo il normale trasporto dell'ossigeno; le concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana producono effetti sulla salute che sono reversibili e non acuti. Il CO emesso dai veicoli subisce nell'atmosfera poche reazioni, essendo notevolmente stabile ed avendo un tempo di permanenza di quattro mesi circa. La sua concentrazione decresce progressivamente all'aumentare della distanza dalle sorgenti di emissione, cioè principalmente dalle strade adibite a circolazione autoveicolare.
Le fonti più importanti di CO sono il traffico motorizzato, gli insediamenti produttivi e le abitazioni. La sua produzione varia in relazione al tipo di veicolo, essendo maggiore nei motori a benzina rispetto ai diesel che funzionano con una maggiore quantità di aria, realizzando così una combustione più completa. La produzione di questo gas dipende inoltre dal regime del motore, risultando maggiore in avviamento, in decelerazione ed al minimo, mentre è minore a velocità di crociera. Nel traffico urbano quindi la quantità di CO prodotta dai veicoli è relativamente elevata a causa delle frequenti decelerazioni ed accelerazioni, nonché dalle soste con il motore al minimo. La concentrazione di CO nei gas di scarico è inoltre influenzata dal sistema di alimentazione del motore adottato, dalla sua regolazione e dalla presenza o meno dei dispositivi di limitazione delle emissioni. Il progressivo rinnovo del parco autoveicolare ed i provvedimenti di fluidificazione del traffico hanno portato, a parità di veicoli circolanti, ad una riduzione delle emissioni.

Biossido di Azoto (NO_2)

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per l'inquinamento dell'aria si fa riferimento principalmente al monossido di azoto (NO), al biossido (NO_2) ed alla loro somma pesata.
La principale fonte antropogenica di ossidi di azoto è la combustione ad alta temperatura, come quella dei motori dei veicoli: l'elevata temperatura che si origina durante lo scoppio provoca la reazione fra l'azoto dell'aria e l'ossigeno formando monossido di azoto.
La quantità prodotta cresce con la temperatura di combustione e con la velocità di raffreddamento dei gas prodotti, che impedisce la decomposizione in azoto ed ossigeno.
Le miscele "ricche", cioè con poca aria, danno luogo ad emissioni con limitate concentrazioni di monossido d'azoto a causa della bassa temperatura raggiunta nella camera di combustione, ma originano elevate emissioni di idrocarburi e monossido di carbonio per effetto della combustione incompleta. Miscele "povere", cioè con elevata quantità di aria, determinano maggiori concentrazioni di NO nelle emissioni, e limitano una buona resa del motore a causa dell'eccesso di aria che raffredda la camera di combustione. Quando i fumi vengono mescolati con aria allo scarico si forma una significativa quantità di biossido d'azoto per ossidazione del monossido ad opera dell'ossigeno. Altre importanti fonti di ossidi d'azoto sono gli insediamenti produttivi, gli impianti domestici e le pratiche agricole che utilizzano fertilizzanti azotati a causa dei processi ossidativi dell'ammoniaca.
L'NO_2 è un inquinante per lo più secondario, che svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico e l'acido nitroso. Una volta formatisi, questi inquinanti possono depositarsi al suolo per via umida (tramite le precipitazioni) o secca, dando luogo al fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni alla vegetazione ed agli edifici.
Si tratta inoltre di un gas tossico irritante per le mucose e responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, allergie, irritazioni).

Ossidi di Zolfo (SO_X)

Gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono le anidridi solforosa (SO_2) e solforica (SO_3) con predominanza della prima; questi composti vengono anche indicati con il termine comune SO_x. L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente; è un forte irritante delle vie respiratorie. È inoltre accertata una sinergia dannosa in caso di esposizione combinata con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di trasportare il biossido di zolfo nelle zone respiratorie del polmone profondo. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificare nelle zone più basse.
Il biossido di zolfo si forma nel processo di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili fossili quali carbone, olio combustibile e gasolio. Le fonti di emissione principali sono legate alla produzione di energia, agli impianti termici, ai processi industriali ed al traffico. L'anidride solforosa è il principale responsabile delle "piogge acide", perché tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico. In particolari condizioni meteorologiche e in presenza di quote di emissioni elevate può diffondersi nell'atmosfera e interessare territori situati anche a grandi distanze.

Ozono (O_3)

L'ozono è un gas irritante di colore bluastro, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno; queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O_2) ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo

$O_3 \rightarrow O_2 + O$

Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.
L'ozono presente nella bassa troposfera è principalmente il prodotto di una serie complessa di reazioni chimiche di altri inquinanti presenti nell'atmosfera, detti precursori, nelle quali interviene l'azione dell'irraggiamento solare. I principali precursori coinvolti sono gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili (COV).
La produzione di ozono in troposfera per reazione chimica ha inizio con la fotolisi del biossido di azoto, ovvero la scissione di questa molecola da parte della radiazione solare, $h\nu$, con lunghezza d'onda inferiore a 430 nm, in monossido d'azoto ed ossigeno atomico:

$NO2 + h\nu \rightarrow NO + O$ (1)

seguita dalla combinazione dell'ossigeno atomico con ossigeno atmosferico:

$O + O2 \rightarrow O3$ (2)

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:

$O3 + NO \rightarrow NO2 + O2$ (3)

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 perossialchilici", convenzionalmente indicati come RO_2, prodotte dalla ossidazione di idrocarburi ed altri composti organici volatili. Il monossido di azoto reagisce con questi radicali secondo la reazione generale:

$NO + RO2 \rightarrow NO2 + RO$ (4)

In presenza di radicali perossialchilici la reazione (4) risulta competitiva rispetto alla reazione (3) la quale non ha modo di avvenire, essendo uno dei reagenti, il monossido di azoto, rimosso dalla reazione (4); l'ozono prodotto dalla sequenza di reazione (1) e (2) può quindi accumularsi in atmosfera.
I precursori coinvolti nel ciclo dell'ozono possono essere di origine antropogenica, 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 coinvolgenti 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. Affinché dai precursori, con l'azione della radiazione solare, si formi ozono in quantità apprezzabili, occorre un certo periodo di tempo che può variare da poche ore a giorni. Questo fa sì che le concentrazioni di O_3 in un dato luogo non siano linearmente correlate alle quantità di precursori emessi nella zona considerata. Inoltre, visto il tempo occorrente per la formazione di ozono, le masse

d'aria contenenti O_3, COV ed NO_X possono percorrere notevoli distanze, anche centinaia di chilometri, determinando effetti in aree diverse da quelle di produzione. Da ciò deriva che il problema dell'inquinamento da ozono non può essere valutato strettamente su base locale, ma deve essere considerato su ampia scala.
Le concentrazioni di ozono dipendono quindi notevolmente dalle condizioni atmosferiche; le reazioni che portano alla sua formazione sono reazioni fotochimiche e quindi le concentrazioni dell'inquinante aumentano con il crescere della radiazione solare, mentre diminuiscono con l'aumentare della nuvolosità. La conseguenza è 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 effetti irritanti importanti sui tessuti animali e degenerativi sui tessuti vegetali. L'esposizione ad alte concentrazioni di ozono, tipicamente per brevi periodi, dà origine nell'uomo a irritazioni agli occhi, al naso, alla gola e all'apparato respiratorio, che possono essere più marcate nel caso di attività fisica particolarmente intensa. Inoltre l'esposizione ad elevate concentrazioni di ozono può accentuare gli effetti di patologie esistenti, quali asma, malattie dell'apparato respiratorio e allergie. Va detto infine che gli effetti dell'ozono tendono a cessare piuttosto velocemente con l'esaurirsi del episodio di accumulo di questo inquinante.

Benzene (C_6H_6)

Il benzene è un idrocarburo aromatico strutturato ad anello esagonale ed è costituito da sei atomi di carbonio e sei atomi di idrogeno. Anche conosciuto come benzolo, rappresenta la sostanza aromatica con la struttura molecolare più semplice e per questo lo si può definire il composto-base della classe degli idrocarburi aromatici.
Il benzene a temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore che evapora all'aria molto velocemente. E' una sostanza altamente infiammabile.
La sua presenza nell'ambiente deriva sia da processi naturali che da attività umane. Le fonti naturali forniscono un contributo relativamente esiguo rispetto a quelle antropogeniche e sono dovute essenzialmente agli incendi boschivi. La maggior parte del benzene presente nell'aria è invece un sottoprodotto delle attività umane.
Le principali cause di esposizione al benzene sono le combustioni incomplete.
Per quanto riguarda l'apporto dovuto al traffico, predominano le emissioni dei mezzi a benzina rispetto ai diesel. Per i veicoli a benzina, circa il 95% dell'inquinante deriva dai gas di scarico, mentre il restante 5% dall'evaporazione del carburante dal serbatoio e dal carburatore durante le soste e i rifornimenti.
Lo IARC classifica il benzene come sostanza cancerogena per l'uomo di classe I.

Benzo(a)Pirene ($C_{20}H_{12}$)

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono prodotti dalla combustione incompleta di composti organici e pertanto derivano da fonti per la massima parte di tipo antropico, anche se esistono apporti dovuti ad incendi boschivi ed eruzioni vulcaniche.
Il principale IPA è il Benzo(a)Pirene (BaP), unico tra questi composti soggetto alla normativa dell'inquinamento atmosferico. I processi che lo originano comportano la concomitante formazione di altri IPA non soggetti alla normativa.

Molti IPA sono stati classificati dalla IARC come "probabili" o "possibili cancerogeni per l'uomo"; il benzo(a)pirene è stato classificato come "cancerogeno per l'uomo".
Le principali sorgenti di derivazione antropica di questi composti sono il traffico veicolare, il riscaldamento domestico e i processi di combustione industriale.
Nelle zone urbane le emissioni di IPA dovute al traffico veicolare, in particolare dai processi di combustione dei motori diesel, risultano rilevanti. 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 inoltre verificare reazioni di trasformazione, con conseguenti modifiche alla composizione degli IPA.
Il riscaldamento domestico contribuisce in modo rilevante alla presenza di questi composti, soprattutto durante i mesi freddi nelle aree caratterizzate da climi rigidi, come la provincia di Belluno. La quantità e la qualità delle emissioni è naturalmente funzione sia della tipologia di combustibile utilizzata sia della struttura tecnica dell'impianto di riscaldamento. Ad esempio, è noto che il contenuto di IPA nel particolato derivante dalla combustione di legname è maggiore rispetto a quello del gasolio. È importante sottolineare come gli impianti di riscaldamento alimentati a metano hanno un'emissione di IPA praticamente nulla, risultando i più "puliti" per questo inquinante.
Altre fonti di emissione rilevanti sono gli impianti industriali che utilizzano oli combustibili a basso tenore di zolfo (BTZ) o gasoli.
In genere gli IPA presenti nell'aria, pur essendo chimicamente stabili, possono degradare reagendo con la luce del sole. Quelli di massa maggiore si adsorbono al particolato aerodisperso, andando successivamente a depositarsi al suolo. Per la loro relativa stabilità e per la capacità di aderire alle polveri possono essere trasportati anche a grandi distanze dalle zone di produzione.

Metalli

Pombo (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.
Il piombo viene usato nella produzione di batterie per autotrazione e di proiettili per armi da fuoco. Questo metallo è 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 assorbimento per la popolazione è stato il piombo aerodisperso proveniente dal traffico veicolare a benzina, in cui era presente come antidetonante, fino all'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, al punto che lo sostituisce parzialmente in alcune reazioni biochimiche. Scaldato, si

ossida rapidamente ad ossido arsenoso, dal tipico odore agliaceo. L'arsenico ed alcuni suoi composti sublimano, passando direttamente dalla fase solida a quella gassosa.
L'arseniato di piombo è stato usato fino al XX secolo come pesticida sugli alberi da frutto, con gravi danni neurologici per i lavoratori che lo spargevano sulle colture, mentre l'arseniato di rame è stato usato come colorante per dolciumi nel XIX secolo.
Più recentemente l'arsenocromato di rame ha trovato utilizzo negli interventi conservativi del legname contro la marcescenza e gli attacchi degli insetti. Questa pratica in molti paesi è stata proibita dopo la comparsa di studi che hanno dimostrato il lento rilascio di arsenico per dilavamento e combustione da parte del legno trattato.
Altri usi:

- produzione di leghe;
- produzione di insetticidi;
- produzione di circuiti integrati a base di arseniuro di gallio;
- trattamenti per curare forme leucemiche con triossido d'arsenico;
- produzione di fuochi d'artificio.

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 nei minerali dello zinco.
Il cadmio 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 trova utilizzo nelle 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.

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 esposto all'aria, si usa per coniare le monete di minor valore, per rivestire materiali ad esempio in ferro e ottone, in alcune attrezzature chimiche ed in certe leghe, come 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; tuttavia, 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).

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 attraverso la pelle. Nell'organismo si legano prima alle proteine del sangue, per poi distribuirsi nei diversi compartimenti 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 ambientali 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).

Inquinanti	Principali sorgenti di emissione
Particolato Fine*/** PM10	Traffico autoveicolare on road e off road, impianti riscaldamento, centrali di potenza, impianti industriali, fenomeni di risollevamento
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

5 - Normativa di riferimento

L'esigenza di salvaguardare la salute e l'ambiente dai fenomeni di inquinamento atmosferico ha ispirato un corpo normativo volto alla definizione di:

- 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 considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE.
Il D.Lgs. 155/2010 riveste particolare importanza nel quadro normativo della qualità dell'aria perché costituisce, di fatto, un vero e proprio testo unico sull'argomento. E' importante precisare che il valore aggiunto di questo testo è quello di unificare sotto un'unica legge la normativa previgente, mantenendo un sistema di limiti e di prescrizioni analogo a quello già in vigore. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM2,5, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto. Nelle Tabelle 1 e 2 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. In Tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

Tabella 1: 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 Km^2 oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi

Tabella 2: 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	Margine tolleranza 20 % l'11 giugno 2008, con riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015
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_6H_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	

Tabella 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.

* 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.

6 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti convenzionali e non, installati presso la stazione di Feltre, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa) e realizzano acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare).

Il campionamento del particolato inalabile PM10, per le successive analisi di metalli e IPA, e del PM2.5 è stato realizzato con due linee di prelievo sequenziali, poste all'interno della stazione rilocabile, che utilizzano filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici IPA (con riferimento al benzo(a)pirene) e del PM10 sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti in quarzo, rispettivamente mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) "metodo UNI EN 15549:2008" e determinazione gravimetrica "metodo UNI EN 12341:2001".

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri esposti in nitrato di cellulosa mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite "metodo UNI EN 14902:2005".

La determinazione gravimetrica del PM10 è stata effettuata su tutti i filtri campionati, mentre le determinazioni del benzo(a)pirene e dei metalli sono state eseguite seguendo frequenze utili a rispettare l'adeguamento agli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Con riferimento ai risultati riportati di seguito si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rilevabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale in cui la metà del limite di rilevabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rilevabilità, diverso a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le "Regole di accettazione e rifiuto semplici", ossia le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto. ("Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura". di R.Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

7 - Efficienza di campionamento

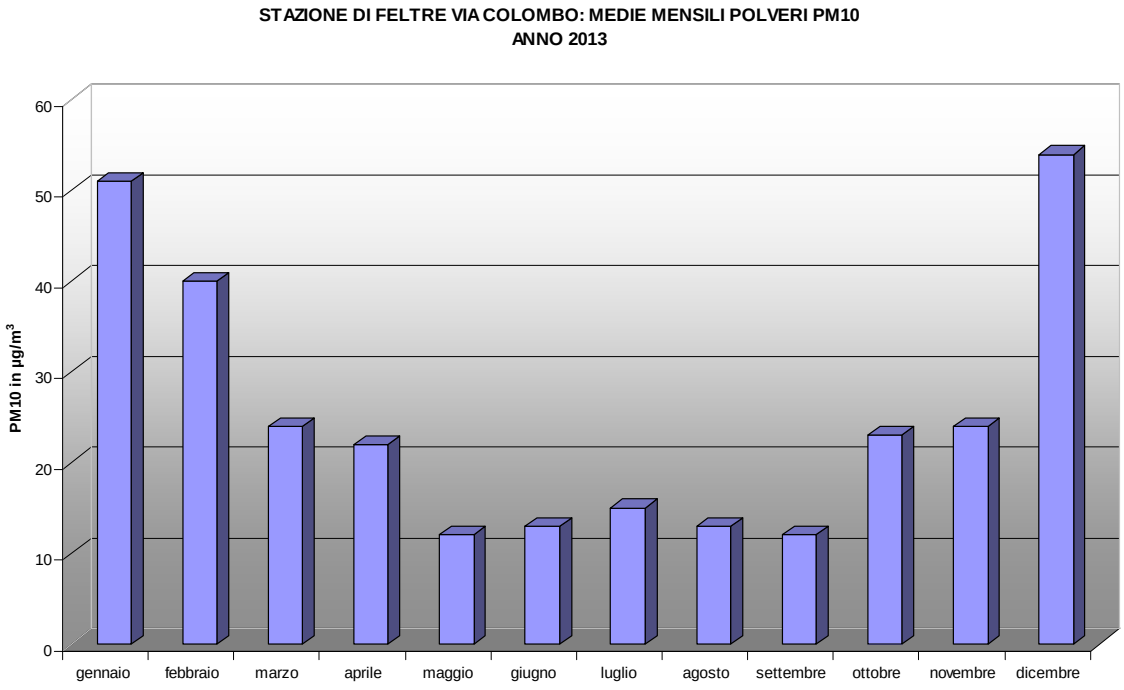
Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità di cui all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.
I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica od alla manutenzione ordinaria della strumentazione.
Per le misurazioni in continuo di biossido di azoto, ossidi di azoto, particolato PM10 la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile.
In relazione a quanto sopraesposto, l'efficienza di campionamento del PM10 a Feltre nel 2013 è stata del 99%, del 95%. per il biossido e ossidi di azoto e del 96% per l'ozono. Per il benzene la frequenza di campionamento per le misurazioni indicative è stata fissata dal D. Lgs. 155/2010 in 52 campioni giornalieri; per la stazione di Feltre sono stati prelevati 60 campioni giornalieri equi distribuiti nell'arco dell'anno.
Per le misurazioni con campionatori manuali il periodo minimo di copertura per il Benzo(a)pirene e IPA deve essere compreso tra il 14% (52 gg/anno) e il 33% 120 gg/anno) nell'arco dell'intero anno civile, con una resa del 90% e le misurazioni devono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile, mentre per i metalli la copertura deve essere del 14% (52 gg/anno). In relazione a quanto sopraesposto, sono state eseguite 127 analisi di Benzo(a)pirene e IPA con una copertura del 35% ed una resa del 100% e 60 analisi di metalli, con una copertura del 16% ed una resa del 100%.

8 - Analisi dei dati rilevati

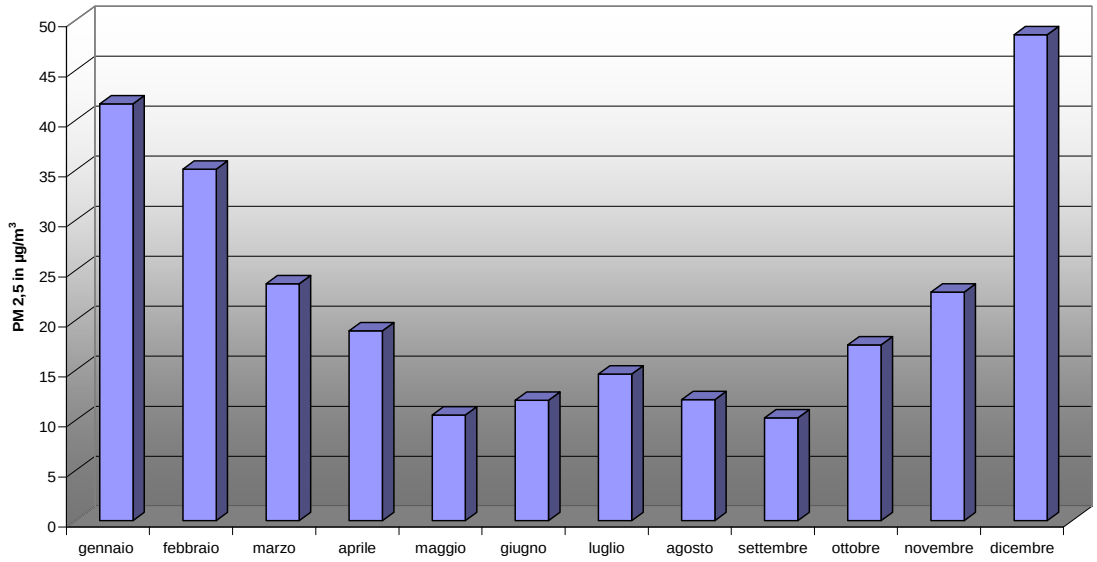
Nel presente paragrafo vengono presentati i dati raccolti nell'anno 2013 in forma tabellare, grafica e attraverso l'applicazione degli indici sintetici di valutazione della qualità dell'aria.
Nelle seguenti tabelle vengono esposti i raffronti tra i limiti di legge e i valori misurati nella stazione di Feltre nel corso del 2013.

STAZIONE AREA FELTRINA RAFFRONTO DEI DATI CON I RIFERIMENTI DI LEGGE - ANNO 2013			
Esposizione acuta			
Inquinante	**Tipologia**	**Riferimento**	**Risultato**
NO_2	Soglia di allarme*	**400** µg/m^3	**0 superamenti**
NO_2	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	**200** µg/m^3	**0 superamenti**
O_3	Soglia di informazione Media 1 h	**180** µg/m^3	**4 superamenti**
O_3	Soglia di allarme Media 1 h	**240** µg/m^3	**0 superamenti**
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	**50** µg/m^3	**43 superamenti**
* misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km^2, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.			

STAZIONE DI FELTRE RAFFRONTO DEI DATI CON I RIFERIMENTI DI LEGGE ANNO 2013				
Esposizione cronica				
Inquinante	**Tipologia**	**Valore**	**Note**	**Risultati**
PM10	Valore limite annuale. Anno civile	**40** µg/m^3		**25 µg/m^3**
PM2.5	Valore limite annuale. Anno civile	**25** µg/m^3		**22 µg/m^3**
O_3	Valore obiettivo per la protezione della salute da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni	**120** µg/m^3		**31 superamenti**
	Media su 8 h massima giornaliera			
O_3	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	**120** µg/m^3		**31 superamenti**
	Media su 8 h massima giornaliera			
NO_2	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	**40** µg/m^3		**15 µg/m^3**
Benzene C_6H_6	Valore limite annuale per la protezione della salute umana. Anno civile	**5** µg/m^3		**2.4 µg/m^3**
B(a)P	Valore obiettivo di qualità media annuale	**1** ng/m^3		**2,3 ng/m^3**
Pb	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	**0,5** µg/m^3		**0,003 µg/m^3**
As	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	**6** ng/m^3		**0,5 ng/m^3**
Cd	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	**5** ng/m^3		**0,2 ng/m^3**
Ni	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	**20** ng/m^3		**1,8 ng/m^3**

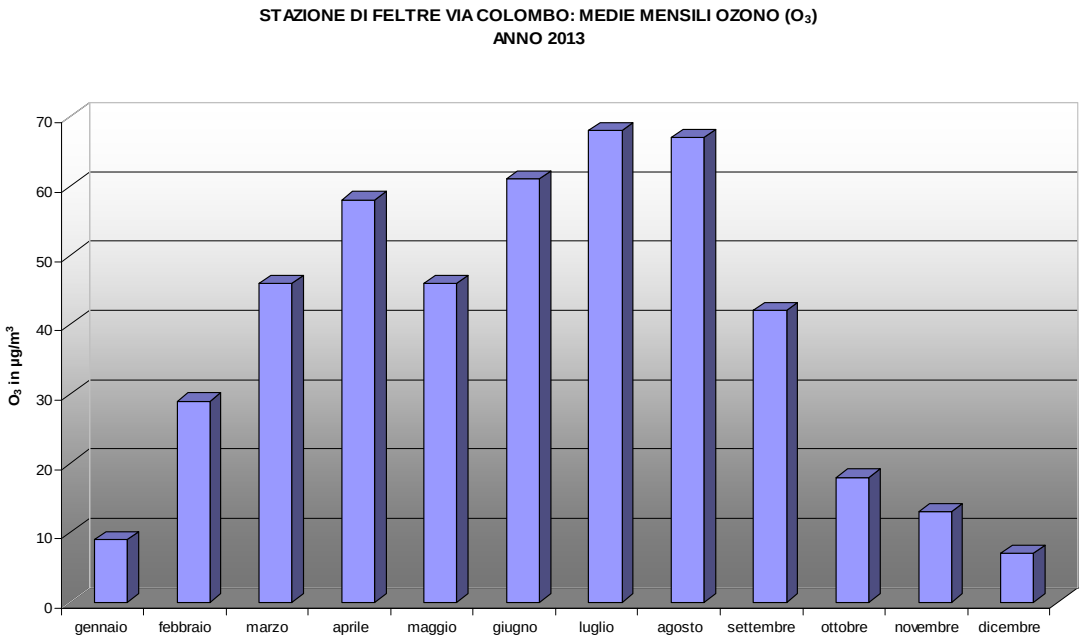


Polveri PM10: sono stati registrati 43 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m^3 fissato dal D.Lgs 155/2010 (sono consentiti 35 superamenti in un anno solare); la media annuale si è attestata a 25 µg/m^3, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m^3. Il grafico evidenzia la stagionalità di questo inquinante, presente in concentrazione più elevata nei mesi invernali.

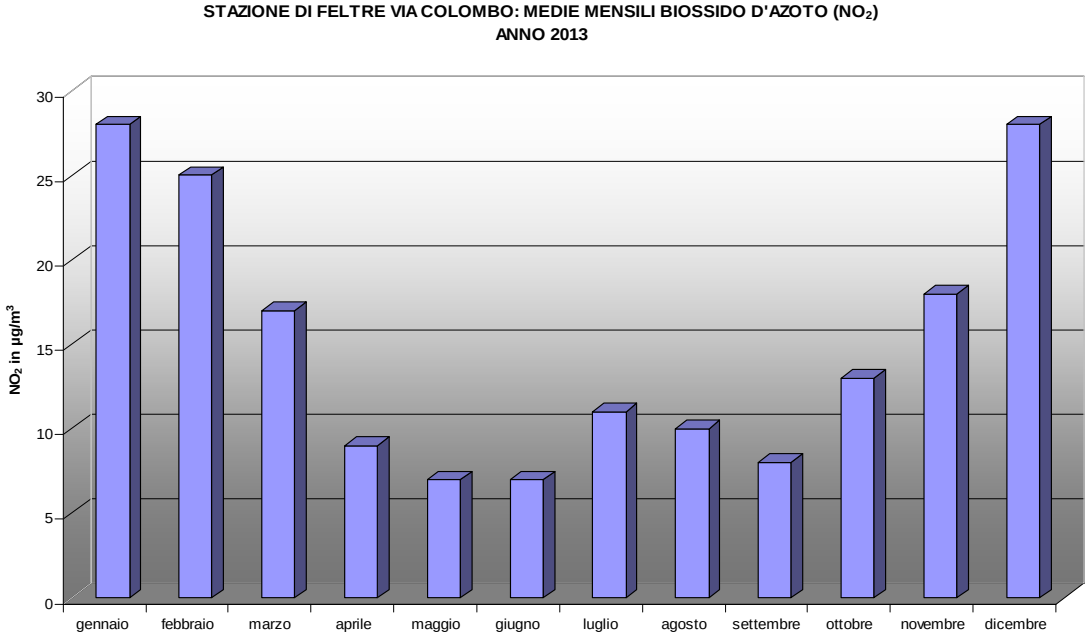


Polveri PM2.5:la media annuale di questo inquinante si è attestata sui 22 µg/m^3, inferiore al limite annuale di 25 µg/m^3. Per quanto riguarda l'andamento stagionale, il

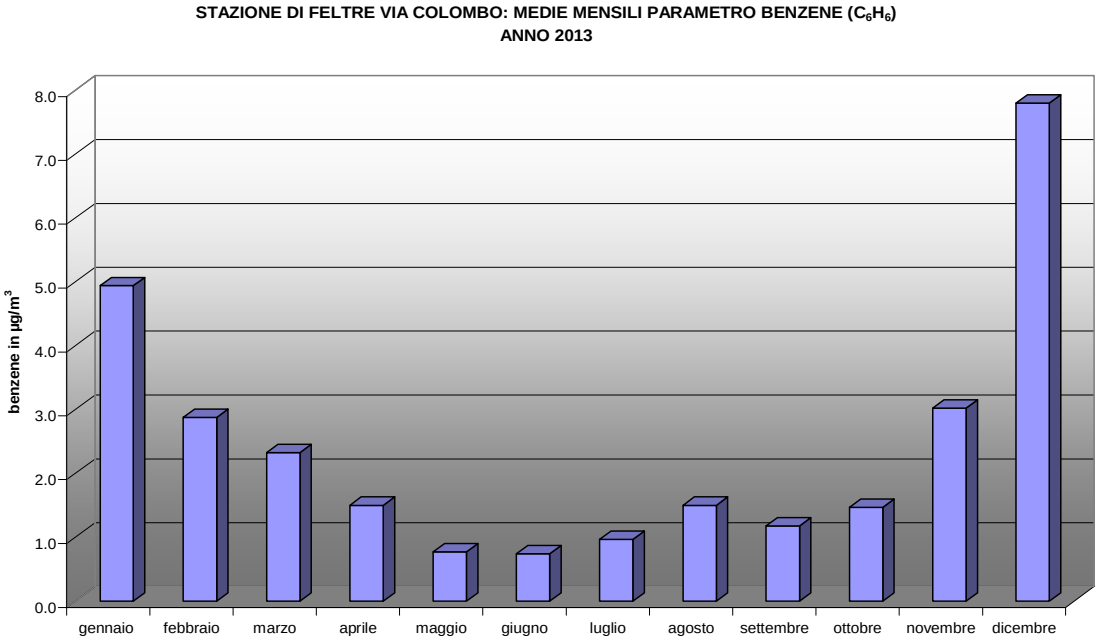
grafico evidenzia, come per il PM10, il normale andamento, con concentrazioni più elevate nei periodi invernali a causa dell'aumento del carico antropico e delle condizioni meteorologiche sfavorevoli



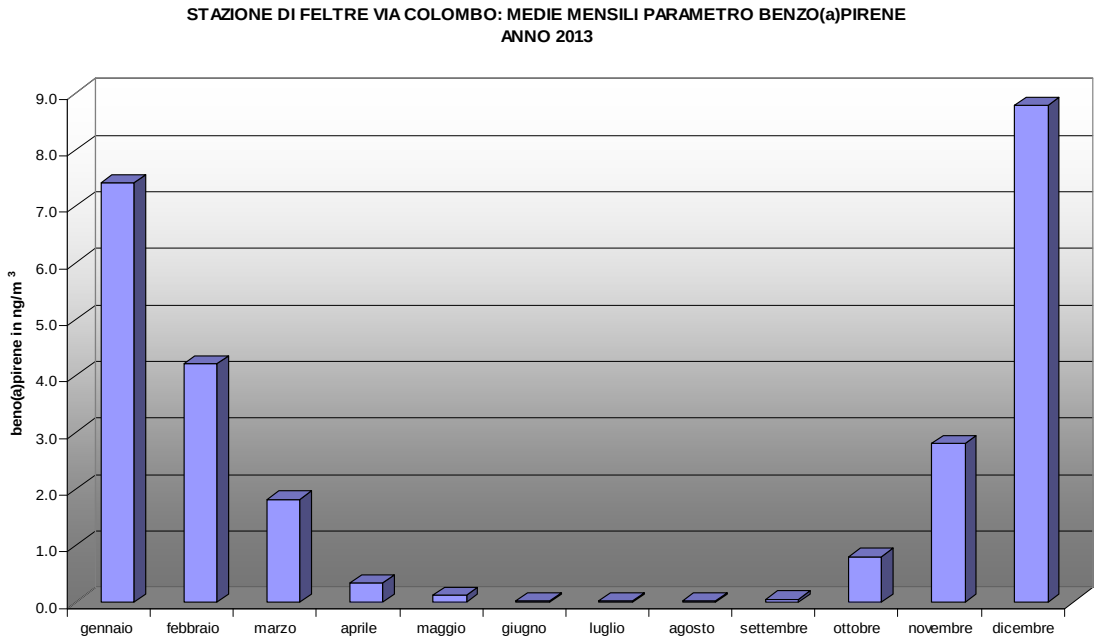
Ozono: per questo inquinante si sono registrati 4 superamenti della soglia di informazione alla popolazione di 180 µg/m^3. Il valore massimo misurato è stato di 189 µg/m^3 risultato inferiore alla soglia di allarme fissata in 240 µg/m^3. Il grafico a barre evidenzia la stagionalità di questo inquinante che presenta i massimi di concentrazione in primavera-estate, in corrispondenza del naturale aumento dell'irraggiamento solare.



Biossido d'azoto: le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di 86 µg/m^3 a fronte di un limite orario di 200 µg/m^3 da non superare più di 18 volte all'anno. Il grafico evidenzia la tipica stagionalità invernale dovuta alle condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione ed ad un maggior carico antropico dovuto al riscaldamento domestico.



Benzene:il benzene, analogamente alle polveri e agli ossidi d'azoto, presenta un marcato andamento stagionale, con valori più elevati nel periodo invernale; il mese di dicembre in particolare è il più critico per questo inquinante.



Benzo(a)pirene:il benzo(a)pirene presenta un andamento stagionale ancora più marcato , con valori pari a zero nei mesi estivi e molto elevati nei mesi invernali.

Piombo: la concentrazione media annuale si è attestata a 0,003 µg/m^3, ben al di sotto del limite per la protezione della salute umana fissato in 0,5 µg/m^3.

Cadmio: la concentrazione media annuale di questo inquinante è risultata di 0,2 ng/m^3, ben al di sotto del valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in 5 ng/m^3.

Nichel: la media dei valori rilevati è stata di 1,8 ng/m^3, ben al di sotto del valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in 20 ng/m^3.

Arsenico: la concentrazione di questo inquinante si è attestata sempre su livelli inferiori al limite di rilevabilità strumentale di 1 ng/m^3.

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO TABELLA MEDIE ANNUALI							
PARAMETRO	SO_2	NO_2	O_3	CO	PM10	Benzene	Benzo(a)Pirene
Unità di misura	µg/m^3	µg/m^3	µg/m^3	mg/m^3	µg/m^3	µg/m^3	ng/m^3
anno	media	media	media	media	media	media	media
2004	*3*	*13*	*63*	*0.3*	*40*	***	***
2005	*3*	*18*	*44*	*0.4*	*39*	3.2	1.5
2006	*2*	*19*	*43*	*0.5*	*40*	2.7	1.8
2007	*2*	*19*	*44*	*0.5*	*32*	1.4	2.1
2008	*1*	*15*	*40*	*0.5*	*31*	1.3	1.7
2009	*2*	*14*	*43*	*0.4*	*29*	1.0	1.9
2010	*2*	*18*	*44*	*0.4*	*27*	1.2	1.8
2011	*2*	*17*	*41*	*0.4*	*28*	1.7	2.2
2012	***	*16*	*38*	***	*29*	2.5	2.6
2013	***	*15*	*39*	***	*25*	2.4	2.3

***** Misura non prevista***

Il trend annuale degli inquinanti monitorati nella stazione di Feltre dall'anno della sua installazione evidenzia una tendenza alla diminuzione per quanto riguarda le medie annuali di ozono e PM10.

Gli Indici Sintetici per la Qualità dell'Aria

Negli ultimi anni, a seguito di un'intensa attività di ricerca scientifica rivolta allo studio degli effetti degli agenti inquinanti, si è affermata la necessità di sviluppare azioni e politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico. Tali politiche, che nel corso degli ultimi anni hanno prodotto numerosi risultati positivi quali l'abbattimento delle concentrazioni di biossido di zolfo, di piombo e di monossido di carbonio, oggi affrontano problematiche legate ad inquinanti atmosferici quali il biossido di azoto, il PM10 e l'ozono per i quali solo recentemente si è presa coscienza dell'effettiva criticità.

Per supportare l'azione preventiva risulta necessaria l'informazione della popolazione attraverso la comunicazione del rischio cui è sottoposta. A tal fine in diversi Paesi viene utilizzato un sistema di indici semplice e di comprensione immediata. Qualsiasi sia la metodologia di calcolo utilizzata, un simile indice non descrive la misura di un inquinante rilevato dalla singola stazione di monitoraggio, ma permette di informare il cittadino in merito allo "stato" della qualità dell'aria per zone estese, in cui le concentrazioni di inquinanti e quindi i livelli di rischio per la salute sono confrontabili.
Gli inquinanti solitamente inclusi nella definizione dei così detti "indici di qualità dell'aria" sono quelli che hanno effetti a breve termine, quali il monossido di carbonio (CO), il biossido di azoto (NO_2), l'ozono (O_3), il biossido di zolfo (SO_2), il particolato (PTS, PM10 o PM2.5). Tale scelta nasce dal fatto che gli indici sono formulati con l'intenzione di dare informazioni quotidiane alla popolazione per evitare proprio tali tipi di effetti, in genere di tipo respiratorio o cardiovascolare.
Per quanto riguarda l'utilizzo di indici di qualità dell'aria nel panorama italiano, le principali esperienze sono state condotte da Emilia Romagna e Piemonte.
Nel calcolo dell'"Indice di Qualità dell'Aria" **(IQA) ARPA Emilia-Romagna** ha deciso di includere solo il PM10, l'NO_2 e l'O_3 che tra gli inquinanti con effetti a breve termine sono quelli che in regione presentano le maggiori criticità, escludendo invece il CO e l'SO_2 che hanno conosciuto negli ultimi decenni una drastica diminuzione delle loro concentrazioni tanto da presentarsi ormai stabilmente e ampiamente sotto ai limiti di legge.
L'approccio utilizzato è basato sulla standardizzazione rispetto ai limiti di legge, ossia per ciascuno degli inquinanti considerati viene calcolato il relativo sottoindice (Ip) secondo la seguente formula:

Ip = Cp / Lp x 100	Ip = sottoindice per l'inquinante p Cp = concentrazione dell'inquinante p Lp = valore di riferimento dell'inquinante p

I livelli di riferimento per la standardizzazione sono i seguenti:

- **PM10:** media giornaliera. Valore di riferimento: 50 µg/m^3.
- **O_3**: valore massimo delle medie di 8 ore calcolate ogni ora sulle 8 ore precedenti dalle ore 01:00 alle ore 24:00. Valore di riferimento: 120 µg/m^3.
- **NO_2**: valore massimo orario sulle 24 h. Valore di riferimento: 200 µg/m^3.

La definizione dell'indice sintetico IQA è basata sull'assegnazione del valore assunto dal sottoindice peggiore secondo le seguenti principali motivazioni:

- è l'approccio più utilizzato in ambito internazionale;
- non crea troppe illusioni sul grado di scientificità dell'indice;
- è sufficiente che un sotto-indice sia sopra il limite di legge perché l'indice complessivo assuma un valore superiore a 100;
- è più facilmente utilizzabile in ambito previsionale.

La scala di valori dell'indice è stata scelta con una gradazione a step uniformi pari a 50 unità ed è composta da 5 classi. L'adozione di un numero limitato di classi è legata sia alle capacità previsionali dei modelli di previsione della qualità dell'aria (utilizzo di primaria importanza dell'indice), sia a scelte di natura comunicativa.

L'indice di qualità dell'aria adottato da ARPAV, come quello di ARPA Emilia Romagna, fa riferimento a 5 classi di giudizio a cui sono associati altrettanti cromatismi (vedi tabella di seguito) e viene calcolato in base ad indicatori di legge relativi a 3 inquinanti critici in Veneto:

- concentrazione media giornaliera di PM10;
- valore massimo orario di Biossido di azoto;
- valore massimo delle medie su 8 ore di Ozono.

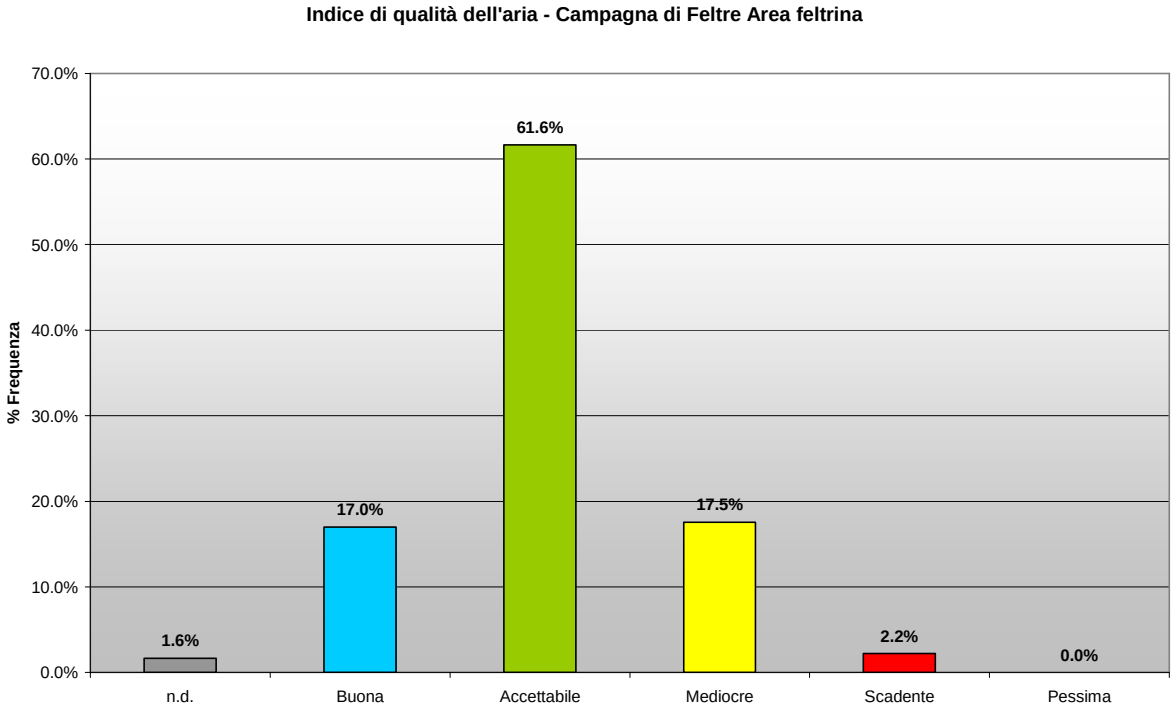
Se la misura di uno dei tre inquinanti non risulta valida per un dato giorno, l'indice di qualità dell'aria non viene calcolato per quel giorno (n.d. non determinato).
Nella tabella vengono riportati i cromatismi e relativi giudizi legati all'indice di qualità dell'aria.

Cromatismi	Qualità dell'aria
	Buona
	Accettabile
	Mediocre
	Scadente
	Pessima

L'indice di qualità dell'aria adottato da ARPAV è un indice cautelativo e cioè esprime un giudizio sulla qualità dell'aria basandosi sempre sullo stato del peggiore fra i tre inquinanti considerati.

Applicazione di indici di qualità dell'aria alla stazione di Feltre

Area Feltrina anno 2013		
giudizio sintetico	Indice IQA	
	%	n° giorni
buona	17.0%	62
accettabile	61.6%	225
mediocre	17.5%	64
scadente	2.2%	8
pessima	0.0%	0
Classe non determinata (N.D.)	1.6%	6



La valutazione della qualità dell'aria nell'area feltrina attraverso l'applicazione dell'indice può dirsi soddisfacente. Oltre il 75% delle giornate presenta valori di qualità dell'aria ascrivibili alle prime due classi di qualità.

9 - Conclusioni

L'andamento degli inquinanti monitorati presso la stazione di Feltre ha confermato anche per il 2013 la situazione di deterioramento della qualità dell'aria per la presenza di elevate concentrazioni di polveri PM10 e del benzo(a)pirene nel periodo invernale. Rispetto al 2012 le concentrazioni medie di PM10 e benzo(a)pirene sono leggermente diminuite per le condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti che si sono frequentemente verificate nei mesi più critici.
Per quanto riguarda il PM2,5 la concentrazione è risultata inferiore al limite annuale dei 25 µg/m^3 previsto a regime nel 2015 anche senza applicare il relativo margine di tolleranza.
In estate, relativamente all'ozono, si sono registrati quattro superamenti della soglia di informazione alla popolazione per quanto riguarda il limite acuto ma nessuno della soglia d'allarme. Per quanto riguarda il valore obiettivo per la protezione della salute si sono registrati 31 superamenti dei 120 µg/m^3 come valore di media mobile giornaliera sulle otto ore.
Le concentrazioni di biossido d'azoto, benzene, piombo, cadmio, nichel e arsenico si sono mantenute ampiamente al di sotto dei limiti di legge per l'esposizione acuta e cronica.
L'applicazione dell'indice sintetico di qualità dell'aria ha dato esito soddisfacente.
Come sintesi finale di valutazione dei dati è stata elaborata una scheda riassuntiva dello stato di qualità dell'aria nel comune di Feltre durante il monitoraggio effettuato nel 2013.

Nella scheda sono riportati gli indicatori selezionati, il riferimento normativo (ove applicabile), il relativo giudizio sintetico.

Indicatore dello stato di qualità dell'aria	**Riferimento normativo**	**Giudizio sintetico**	**Sintesi dei principali elementi di valutazione**
Polveri fini (PM10)	*D.Lgs. 155/10*	☹	*Numero di superamenti del valore limite giornaliero nell'anno eccedente a quelli consentiti dalla normativa.*
Polveri fini (PM2,5)	*D.Lgs. 155/10*	☺	*Concentrazione media annuale pari al valore limite annuale previsto dalla normativa.*
Ozono (O_3)	*D.Lgs. 155/10*	😐	*Alcuni superamenti della soglia di informazione alla popolazione ma nessuno di quella di allarme prevista dalla normativa.*
Biossido di azoto (NO_2)	*D.Lgs. 155/10*	☺	*Concentrazione ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.*
Benzo(a)pirene (IPA)	*D.Lgs. 155/10*	☹	*Concentrazione media annuale superiore al valore obiettivo previsto dalla normativa*
Arsenico (As)	*D.Lgs. 155/10*	☺	*Concentrazione media annuale ampiamente inferiore ai valore obiettivo previsto dalla normativa.*
Nichel (Ni)	*D.Lgs. 155/10*	☺	*Concentrazione media annuale ampiamente inferiore ai valore obiettivo previsto dalla normativa.*
Benzene (C_6H_6)	*D.Lgs. 155/10*	☺	*Concentrazione media annuale inferiore al limite previsto dalla normativa.*
Piombo (Pb)	*D.Lgs. 155/10*	☺	*Concentrazione media annuale ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.*
Cadmio (Cd)	*D.Lgs. 155/10*	☺	*Concentrazione media annuale ampiamente inferiore ai valore obiettivo previsto dalla normativa.*

Legenda

Simbolo	**Giudizio sintetico**	**Tendenza indicatore**
☺	*Positivo*	*Miglioramento*
😐	*Intermedio*	*Stabile*
☹	*Negativo*	*Peggioramento*
?	*Informazioni incomplete o non sufficienti*	

L'Ufficio Reti
- P.I. M. Simionato -
- Dr. R. Tormen -

Visto
Il Dirigente del Servizio Stato dell'Ambiente
Dott.ssa Anna Favero

ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto
Direzione Generale
Via Matteotti, 27
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