

Qualità dell'Aria

Stazioni della Provincia di Belluno

Relazione Annuale 2016 (dati 2015)



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 dello stato e Supporto Operativo

p.i. M. Simionato

dr. R. Tormen

dr.ssa A. De Boni

Redatto da: Ufficio Monitoraggio dello stato e Supporto Operativo

Belluno, maggio 2016

Si ringrazia per il supporto fornito:

Dipartimento Regionale Laboratori - Servizio Laboratorio di Venezia

Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio

Servizio Centro Meteorologico di Teolo

Unità Operativa Meteorologia

Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale

dr.ssa M. Sansone

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.

1- Introduzione.....	5
3 - Inquinanti monitorati.....	6
Polveri (PM10 e PM2,5).....	7
Monossido di Carbonio (CO)	8
Biossido di Azoto (NO₂)	9
Ossidi di Zolfo (SO_x).....	9
Ozono (O₃).....	10
IPA e benzo(a)pirene (C₂₀H₁₂).....	11
4 - Normativa di riferimento.....	12
6 - Efficienza di campionamento.....	14
7 - Commento meteorologico per i territori comunali di Belluno, Feltre e Pieve d'Alpago e valutazione di alcuni parametri utili alla dispersione degli inquinanti atmosferici	15
7.1 Valutazione sintetica della capacità dispersiva dell'atmosfera	15
7.2 Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Belluno.....	16
7.3 Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Feltre	18
7.4 Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Pieve d'Alpago	20
7.5 Rose dei venti registrati nelle aree di Belluno, Feltre e Pieve d'Alpago. ..	22
8 - Stazione di Belluno: analisi dei dati rilevati.....	24
Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati	26
Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati ..	26
Studio dei livelli di Diossine, Furani e PCB in aria ambiente	35
Tossicità equivalente	36
Diossine, furani e policlorobifenili: caratteristiche chimico-fisiche	35
Campagne di monitoraggio.....	37
Risultati	37
9 - Stazione di Feltre: analisi dei dati rilevati	39
Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati	40
Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati ..	41

Distribuzione degli IPA nel PM10	46
Indagine dimensionale del particolato	46
Distribuzione degli IPA nelle diverse classi dimensionali del particolato ..	49
10 - Stazione di Pieve d'Alpago: analisi dei dati rilevati	53
Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati	54
Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati ..	55
11 - Analisi comparativa dei dati delle stazioni fisse di rilevamento di Belluno, Feltre e Pieve d'Alpago	60
12 - Gli Indici Sintetici per la Qualità dell'Aria	66
12.1 Applicazione dell'indice di qualità dell'aria alle stazioni della provincia di Belluno.....	67
13 - Conclusioni.....	69
GLOSSARIO.....	70

1- Introduzione

La Rete di Monitoraggio ARPAV presente sul territorio provinciale di Belluno è attiva dal 1999, anno in cui le centraline, prima di proprietà dell'Amministrazione provinciale, sono state trasferite all'Agenzia. Negli ultimi anni detta Rete di Monitoraggio della qualità dell'aria ha subito a livello regionale un processo di adeguamento alle disposizioni del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Nel processo di adeguamento si è cercato di ottimizzare il numero delle stazioni tenendo conto degli aspetti peculiari del territorio e, al contempo, dei criteri di efficienza, efficacia ed economicità.

Per quanto riguarda il territorio bellunese la riconfigurazione della rete di *monitoraggio per il 2015 prevedeva una configurazione con tre stazioni di rilevamento fisse* (Tabella 1).

La tipologia e l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio sono stabilite dal predetto D.Lgs 155/2010, All. III e VIII mentre gli inquinanti sono monitorati secondo quanto stabilito nel programma di valutazione della qualità dell'aria ai sensi dell'art 5, c.6.

Tabella 1: Classificazione delle stazioni ARPAV per il controllo della Qualità dell'Aria in provincia di Belluno – anno 2015.

STAZIONE	COLLOCAZIONE	ANNO DI ATTIVAZIONE	TIPOLOGIA
Belluno città	Parco "Città di Bologna"	2004	fondo urbano
Area Feltrina	Feltre via Colombo	2004	fondo suburbano
Pieve d'Alpago	via Samuel Friedrich Hahnemann	2006	fondo rurale

I risultati del monitoraggio 2015 condotto su tutte le stazioni del Veneto sono consultabili sul sito dell'agenzia al link <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/riferimenti/documenti>

2 - Caratteristiche dei siti di monitoraggio

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.

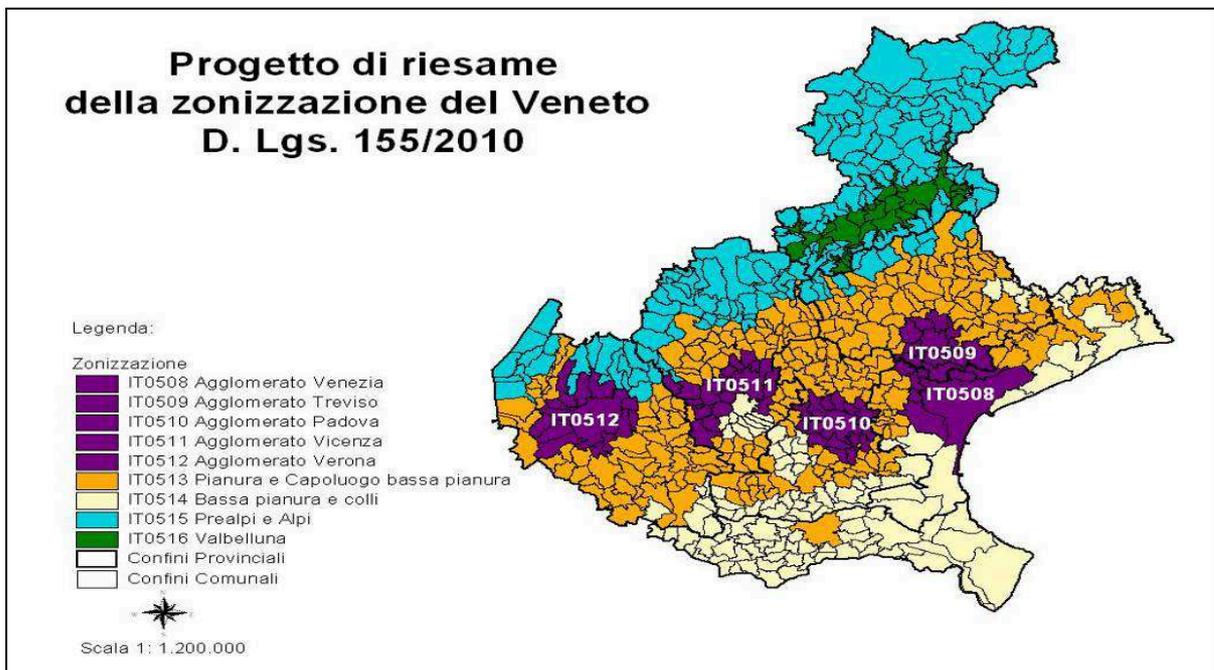


Figura 1: zonizzazione della regione del Veneto.

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.

La stazione di parco città di Bologna ha coordinate geografiche 1748534; 5114874 UTM Gauss Boaga (geobrowser) e ricade nella zona Val Belluna (IT0516), così come quella denominata "Area feltrina", situata a Feltre in via Colombo e avente coordinate geografiche 1724966; 5101654 UTM Gauss Boaga (geobrowser). La stazione di Pieve d'Alpago ricade invece nella zona Prealpi e Alpi (IT0515) e ha coordinate geografiche 1759520; 5117620 UTM Gauss Boaga (geobrowser).

3 - Inquinanti monitorati

Nelle stazioni della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria vengono monitorati tutti gli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico attraverso analizzatori in continuo per il campionamento e la misura che effettuano tutte le fasi predette in modo automatico oppure attraverso campionatori, con prelievo manuale dei campioni e analisi degli stessi presso il laboratorio ARPAV di Venezia.

Nella Tabella 2 si riportano le sostanze inquinanti sottoposte a monitoraggio presso le stazioni fisse della Rete ARPAV.

Tabella 2: Dotazione strumentale delle stazioni ARPAV per il controllo della qualità dell'aria in provincia di Belluno – anno 2015.

STAZIONE	INQUINANTI										
	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	BTEX m	BTEX a	PM2.5 m	PM10 m	PM10 a	IPA	Metalli
Belluno città	0	0	0	0			0	0	0	0	
Area Feltrina		0		0	0		0	0	0	0	0
Pieve d'Alpago		0		0	0				0		

(a): campionamento e analisi automatici

(m): campionamento manuale e analisi in laboratorio

In aggiunta a quanto sopra riportato, nel periodo febbraio 2015 – gennaio 2016, presso la stazione fissa di Belluno e negli altri capoluoghi di provincia del Veneto, è stato condotto uno studio dei livelli di diossine, furani e PCB mediante campionatori ad alto volume. Inoltre, nel periodo settembre 2014 – dicembre 2015 presso la stazione fissa dell'Area Feltrina è stato effettuato un monitoraggio finalizzato allo studio della distribuzione dimensionale del PM10 e della ripartizione degli IPA nelle diverse frazioni dimensionali mediante l'impiego di un impattore multistadio. I risultati analitici dei due approfondimenti d'indagine sono riportati rispettivamente nei paragrafi 8 e 9.

Le caratteristiche, le fonti di emissione e i risvolti sanitari di ogni inquinante monitorato sono così riassumibili:

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 la 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.

In funzione della capacità delle particelle di penetrare nelle vie respiratorie, si distinguono tre frazioni:

- frazione inalabile: include tutte le particelle che riescono ad entrare dalle narici e dalla bocca;
- frazione toracica: comprende le particelle che riescono a passare attraverso la laringe e ad entrare nei polmoni durante l'inalazione, raggiungendo la regione tracheo-bronchiale (inclusa la trachea e le vie cigliate);
- frazione respirabile: include le particelle sufficientemente piccole in grado di raggiungere la regione alveolare, incluse le vie aeree non cigliate e i sacchi alveolari.

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 (NO₂)

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 (NO₂) 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'NO₂ 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 formati, 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 (SO₂) e solforica (SO₃) 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 (O₃)

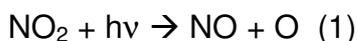
L'ozono è un gas irritante di colore bluastrò, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno; queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O₂) ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo



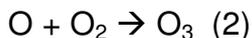
Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

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:



seguita dalla combinazione dell'ossigeno atomico con 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 perossilalchilici", convenzionalmente indicati come RO₂, prodotte dalla ossidazione di idrocarburi ed altri composti organici volatili. Il monossido di azoto reagisce con questi radicali secondo la reazione generale:



In presenza di radicali perossilalchilici 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 O₃ 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 O₃, 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.

IPA e benzo(a)pirene (C₂₀H₁₂)

Gli IPA sono una classe numerosa di composti organici la cui struttura è caratterizzata dalla fusione di due o più anelli aromatici, ed hanno origine principalmente dalla combustione incompleta e dalla pirolisi di materiale organico. La loro presenza nell'ambiente è legata sia a sorgenti naturali sia ad attività antropiche, ma nelle zone altamente antropizzate le principali fonti sono il riscaldamento domestico, il traffico veicolare ed i processi di combustione industriale. A causa di queste fonti numerose e diffuse, gli IPA sono ubiquitari e si ritrovano in tutti i comparti ambientali, dove sono presenti come classe e non come singoli composti.

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.

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.

Essi sono presenti in aria sia in fase gassosa, sia adsorbiti al particolato. La ripartizione tra fase gassosa e fase solida è regolata da una serie di fattori; gli IPA più leggeri (2-3 anelli aromatici) si trovano soprattutto nella fase gassosa, mentre quelli più pesanti sono principalmente associati al particolato.

La loro concentrazione ed il loro destino nell'ambiente dipendono da molteplici fattori, tra i quali il tipo di sorgente e la sua vicinanza al luogo di campionamento, l'orografia del territorio e le condizioni meteorologiche. In atmosfera possono, inoltre, subire processi di foto-degradazione e reagire con altri inquinanti.

La loro diffusione e le comprovate proprietà cancerogene e mutagene di alcuni di questi composti hanno fatto assumere agli IPA grande rilevanza dal punto di vista sanitario. Poiché è stato evidenziato che la relazione tra il benzo(a)pirene - B(a)P - e gli altri IPA è relativamente stabile, la concentrazione di B(a)P viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali. La sua inclusione da parte della IARC nella lista delle sostanze del I gruppo (cancerogeno per l'uomo) rende lo studio di questo inquinante particolarmente importante per gli aspetti sanitari. Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per questo inquinante la concentrazione di 1 ng/m³, quale valore obiettivo ambientale come media annuale per la qualità dell'aria.

Tabella 3: 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 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

4 - 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 D.Lgs 155/2010 e s.m e i., 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.

Tale decreto regola i livelli in aria ambiente di biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato (PM10 e PM2.5), piombo (Pb) benzene (C₆H₆), oltre alle concentrazioni di ozono (O₃) e ai livelli nel particolato PM10 di cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e Benzo(a)pirene (BaP).

In questo documento è stato verificato il rispetto dei valori limite e/o valori obiettivo e di tutti gli indicatori riportati in Tabella 4 per i seguenti parametri: NO₂, NO_x, SO₂, CO, O₃, PM10, PM2.5, C₆H₆, BaP, Pb, As, Ni, Cd.

Tabella 4: Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.).

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO ₂	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di <u>24</u> volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di <u>3</u> volte per anno civile
NO _x	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
NO ₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di <u>18</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di <u>35</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	10 mg/m ³
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m ³
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m ³
C ₆ H ₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m ³
O ₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³ da non superare per più di <u>25</u> giorni all'anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m ³ h da calcolare come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ · h
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20.0 ng/m ³
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6.0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5.0 ng/m ³

5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti convenzionali e non, installati presso le stazioni di monitoraggio, 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 del PM_{2.5} e quello del PM₁₀ per le successive analisi di IPA è stato realizzato con linee di prelievo sequenziali 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 12341:2014".

La determinazione gravimetrica del PM₁₀ è stata effettuata su tutti i filtri campionati, mentre le determinazioni del Benzo(a)Pirene 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. Inoltre si è deciso di escludere dalle elaborazioni statistiche successive i valori anomali e aberranti, chiaramente distanti dalle altre osservazioni disponibili, cosiddetti "outliers".

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).

6 - Efficienza di campionamento

La Rete di Monitoraggio ARPAV fornisce, nel corso dell'anno, le misure in base alle quali è possibile valutare il rispetto degli standard di riferimento per la qualità dell'aria, come evidenziato nel paragrafo 4 di questo documento.

Alcuni analizzatori rendono disponibile un dato ogni ora, ottenuto come media delle misure elementari eseguite con scansione ogni 5 secondi nel corso dell'ora precedente.

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.

Per il benzene la frequenza di campionamento per le misurazioni indicative è stata fissata dal D. Lgs. 155/2010 in 52 campioni giornalieri.

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).

Nella Tabella 5 è possibile verificare l'efficienza della Rete di Monitoraggio del territorio provinciale per l'anno 2015, in relazione alla percentuale di dati validi disponibili per tutti gli inquinanti convenzionali e non convenzionali.

Tabella 5: resa della rete di monitoraggio, anno 2015.

STAZIONE	% DATI ORARI VALIDI NEL 2015				% DATI GIORNALIERI VALIDI NEL 2015				
	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	BTEX m	PM2.5 m	PM10	IPA	Metalli
Belluno città	95	95	96	95		99	100	36	
Area Feltrina		94		94	17	96	99	34	17
Pieve d'Alpago		95		95	39		99		

7 - Commento meteorologico per i territori comunali di Belluno, Feltre e Pieve d'Alpago e valutazione di alcuni parametri utili alla dispersione degli inquinanti atmosferici

In questo capitolo a cura della dott.ssa Maria Sansone, tecnico dell'Unità Operativa Meteorologia del Centro Meteorologico di Teolo, si illustra, relativamente alle aree comunali dove sono stati effettuati i monitoraggi mediante stazioni fisse (Belluno, Feltre, Pieve d'Alpago), un'analisi dettagliata 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 2015 sono stati messi a confronto con la serie climatologica (anni 2006-2014) e con alcuni degli ultimi anni. Infine si riportano le rose dei venti registrati presso le tre stazioni nel corso del 2015.

7.1 Valutazione sintetica della capacità dispersiva dell'atmosfera

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.

Di seguito si riporta il confronto effettuato mediante diagrammi circolari dell'anno 2015 con la serie climatologica (2005-2014), e con i periodi corrispondenti, nei quali sono state registrate le condizioni più favorevoli alla dispersione (migliore) o più critiche per l'accumulo (peggiore). Il confronto è effettuato sui dati delle stazioni di Belluno, Feltre e Torch (per Pieve d'Alpago) per i mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre, dicembre, che risultano più problematici per l'inquinamento da polveri sottili, per la stagione invernale, per l'intero periodo problematico per l'inquinamento da polveri fini (gennaio-marzo, ottobre-dicembre) e per tutto l'anno.

7.2 Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Belluno

La stazione utilizzata per la valutazione delle capacità dispersive dell'atmosfera è quella di Belluno Aeroporto, presso la quale la quota di misura del vento è a 10 m.

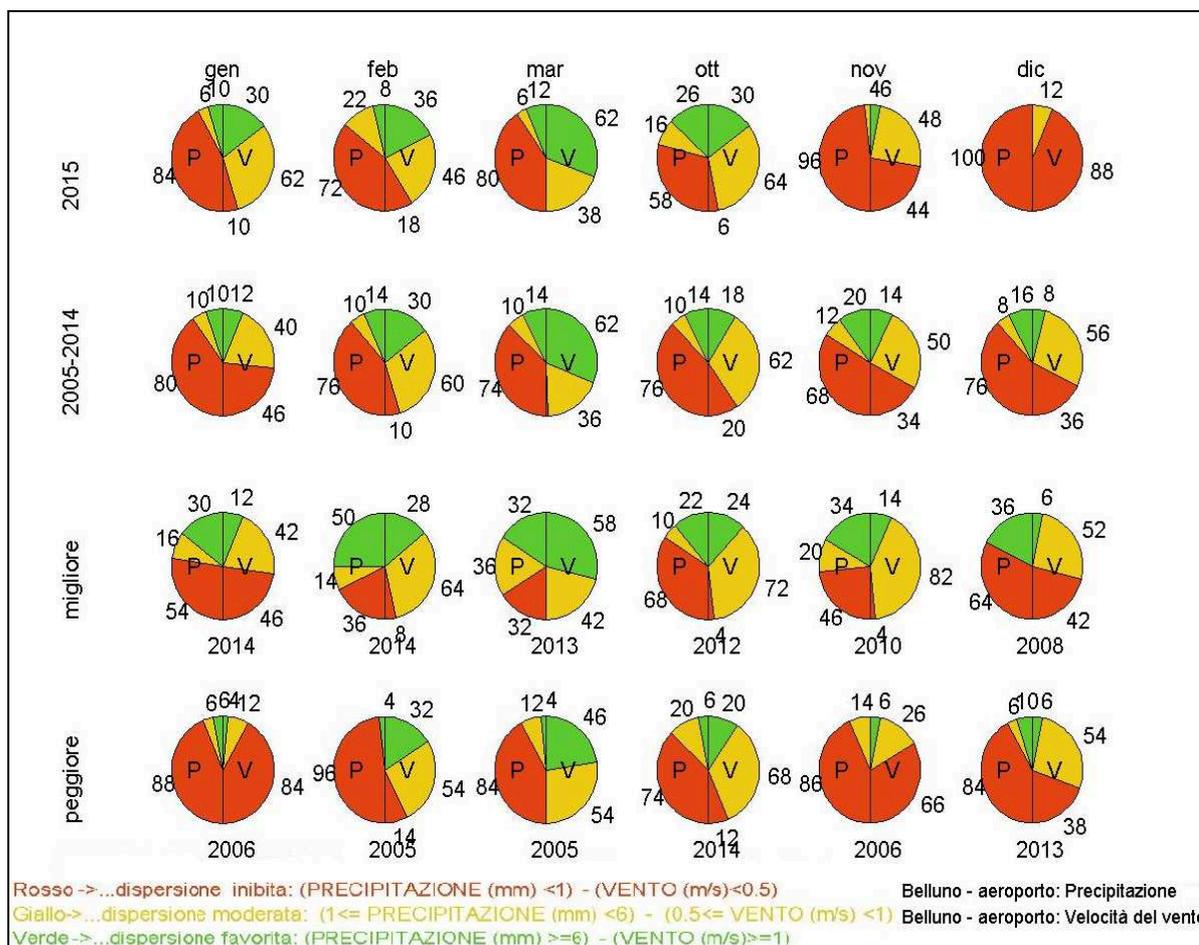


Figura 2: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2015, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2014) relativamente alla stazione di Belluno Aeroporto.

Dal confronto in figura 2 si evince che, relativamente all'anno 2015, presso la stazione di Belluno:

in gennaio, le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sono state più frequenti rispetto alla media, ma un po' meno frequenti rispetto al gennaio migliore (2014), soprattutto a causa di una minor piovosità;

in febbraio, la distribuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera è simile alla media, e le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sottili sono state meno frequenti rispetto al febbraio migliore (2014);

il mese di marzo ha avuto un andamento in linea con la media, con condizioni favorevoli alla dispersione meno frequenti rispetto al migliore (2013).

in ottobre le condizioni favorevoli alla dispersione delle polveri sottili sono state più frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento, quindi anche rispetto al migliore (2012);

il mese di novembre ha presentato caratteristiche simili a quelle del novembre peggiore (2006);

in dicembre le condizioni di dispersione inibita sono state più frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento e quindi anche rispetto al dicembre peggiore (2013).

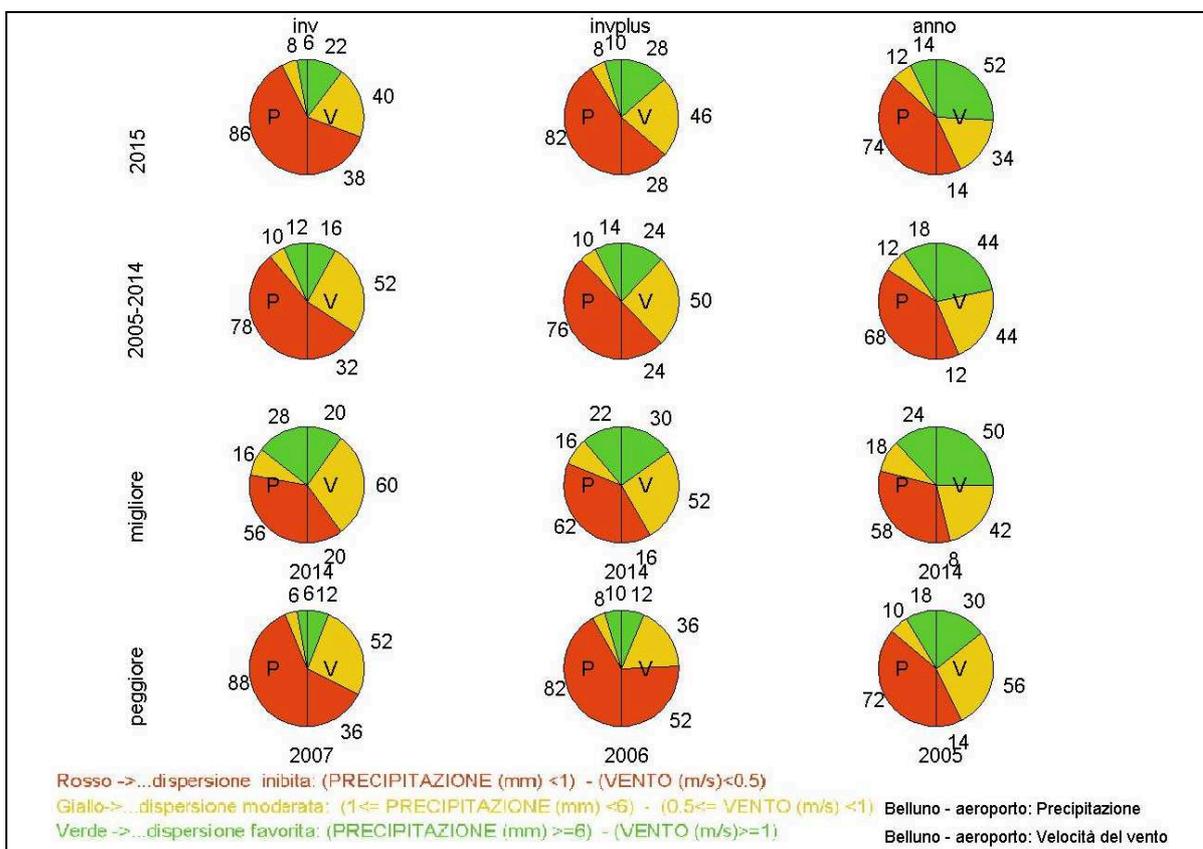


Figura 3: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai mesi invernali, ai mesi invernali + marzo e ottobre (invplus) e annuali, per l'anno 2015, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2014), relativamente alla stazione di Belluno Aeroporto.

Dalla Figura 3 si evince che presso la stazione di Belluno:

durante l'inverno le condizioni di dispersione inibita si sono verificate complessivamente con la stessa frequenza dell'inverno peggiore (2007); su questo fatto ha sicuramente avuto una grande influenza la scarsità di pioggia e vento del mese di dicembre;

la distribuzione delle capacità dispersive nel periodo più critico per l'inquinamento (invplus: gennaio-marzo e ottobre-dicembre) è simile alla media del periodo, anche

se, considerando la sola piovosità, le condizioni di dispersione inibita sono più frequenti della media e simili a quelle del corrispondente periodo peggiore (2006);

la distribuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera dell'intero anno è migliore solo rispetto a quella dell'anno peggiore (2005), grazie ad una maggior ventilazione.

7.3 Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Feltre

La stazione utilizzata è quella di Feltre, presso la quale la quota di misura del vento è a 5 m.

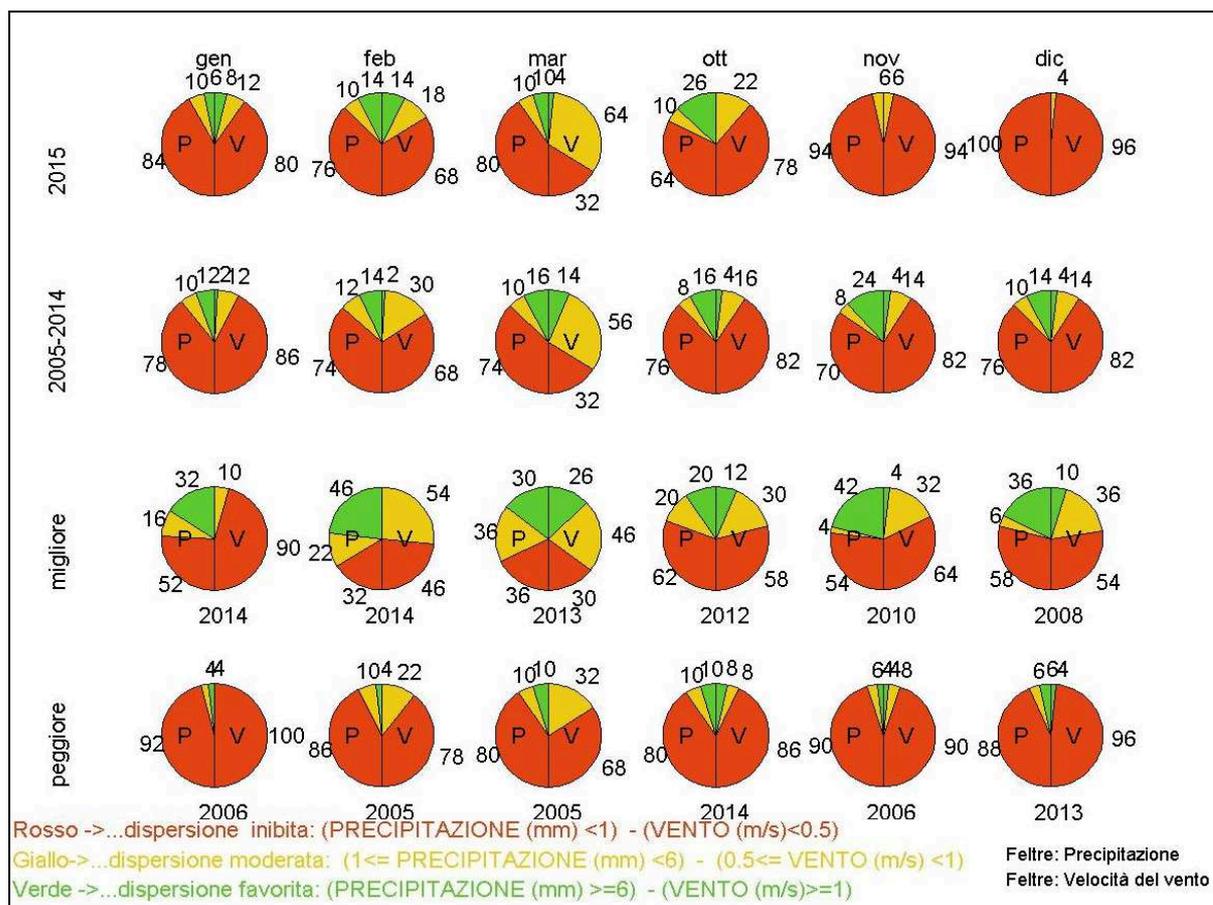


Figura 4: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2015, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2014) relativamente alla stazione di Feltre.

Dal confronto in Figura 4 si evince che, relativamente all'anno 2015:

il mese di gennaio 2015 è abbastanza simile alla media degli anni precedenti, con condizioni di dispersione inibita meno frequenti rispetto al peggiore (2006);

in febbraio la distribuzione delle capacità dispersive è in linea con la media degli anni precedenti, con una maggiore frequenza delle condizioni di ventosità favorevoli alla dispersione;

in marzo le condizioni con dispersione inibita sono più frequenti rispetto alla media, ma meno frequenti rispetto al peggiore (2005);

in ottobre le condizioni con dispersione inibita sono state meno numerose rispetto alla media, ma più frequenti rispetto al migliore (2012), soprattutto per quanto riguarda la ventosità;

in novembre le condizioni di dispersione inibita sono state più frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento, quindi anche rispetto al novembre peggiore (2006);

in dicembre le condizioni di dispersione inibita hanno rappresentato la quasi totalità dei casi, quindi dicembre 2015 assume il ruolo del peggiore della serie degli ultimi dieci anni per quanto riguarda le capacità dispersive.

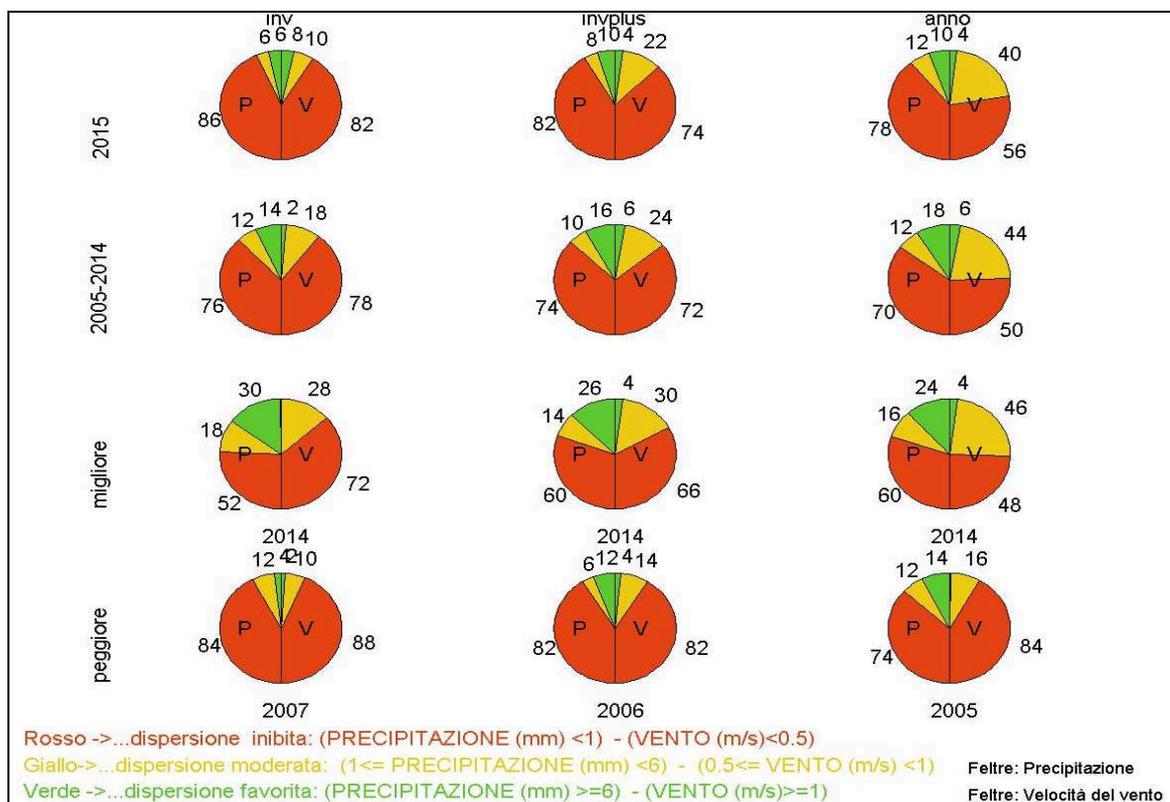


Figura 5: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai mesi invernali, ai mesi invernali + marzo e ottobre (invplus) e annuali, per l'anno 2015, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2014), relativamente alla stazione di Feltre.

Dal confronto in Figura 5 si nota che nel 2015:

durante il periodo invernale le condizioni di dispersione inibita si sono verificate con una frequenza simile a quella della stagione peggiore (2007);

nei mesi critici per l'inquinamento da polveri sottili (invplus), la distribuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera è stata simile a quella della peggiore serie di riferimento (invplus 2006);

nell'intero anno le condizioni con dispersione inibita sono state più frequenti rispetto alla media, ma meno frequenti rispetto alla serie peggiore (2005).

7.4 Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Pieve d'Alpago

La stazione utilizzata come riferimento è quella di Torch, presso la quale la quota di misura del vento è di 5 m.

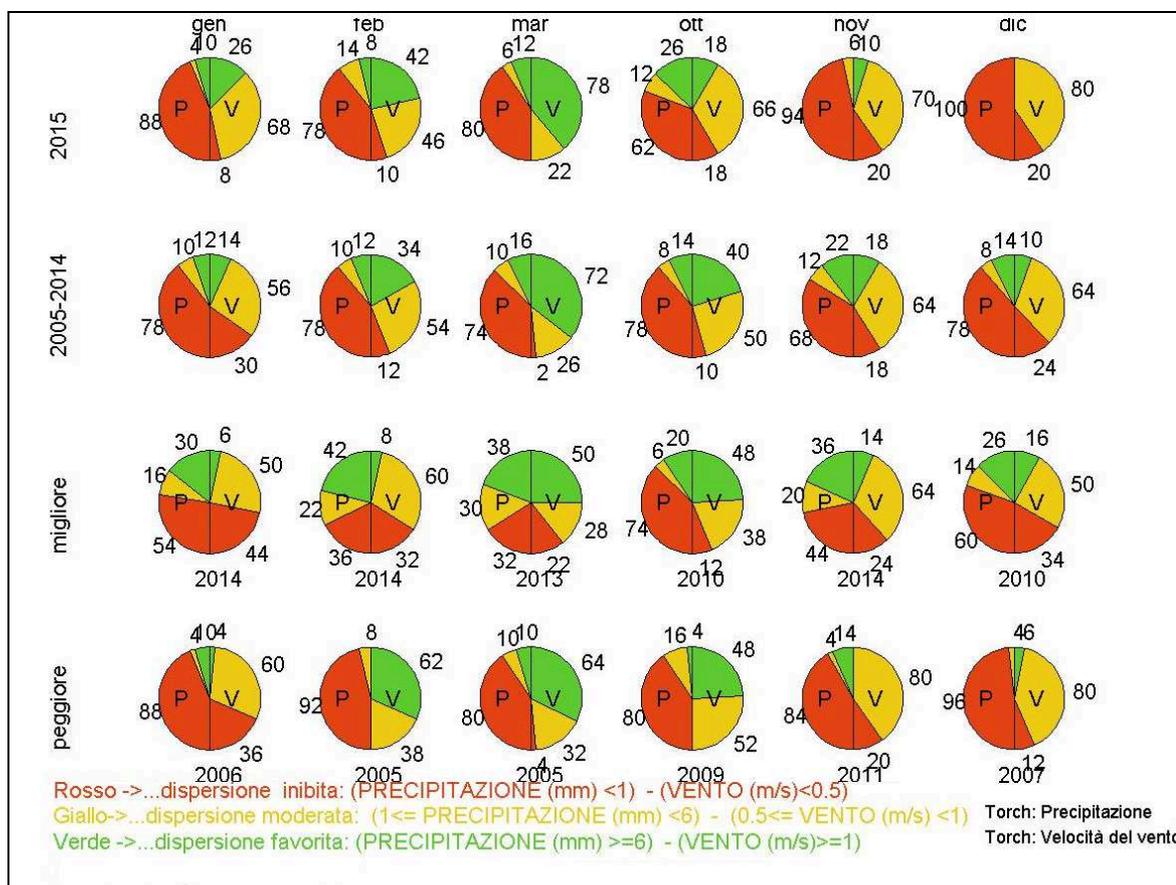


Figura 6: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2015, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2014) relativamente alla stazione di Torch.

Dalla Figura 6 si può osservare che presso la stazione di Torch, nel corso del 2015:

in gennaio, le condizioni di dispersione inibita si sono presentate con la stessa frequenza del gennaio migliore (2014), grazie ad una più intensa ventilazione; infatti, la distribuzione della sola componente delle precipitazioni è invece simile al gennaio peggiore (2006).

- in febbraio le condizioni di dispersione inibita si sono presentate con una frequenza simile a quella della media degli ultimi dieci anni;
- in marzo le condizioni di dispersione favorita sono state più frequenti rispetto al marzo peggiore (2005), ma un po' meno frequenti rispetto alla media.
- in ottobre le condizioni di dispersione inibita sono state meno frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento, grazie soprattutto a un numero maggiore di giorni piovosi o molto piovosi;
- in novembre le condizioni di dispersione inibita sono state più frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento;

- in dicembre le condizioni di dispersione inibita sono state più frequenti anche rispetto al dicembre peggiore (2007).

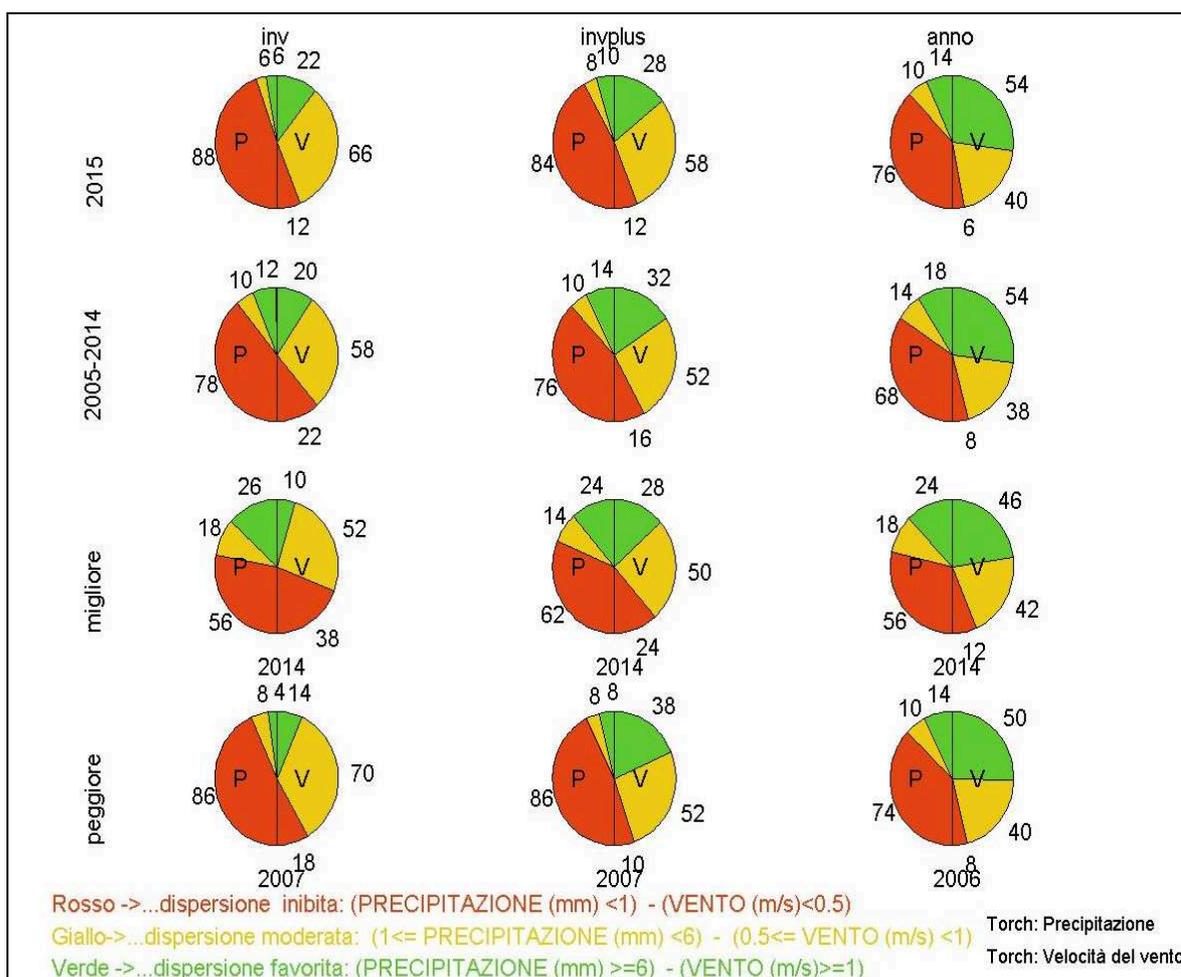


Figura 7: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2015, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2014) per la stazione di Torch.

In Figura 7 si può osservare che nel corso del 2015:

- durante l'inverno le condizioni di dispersione inibita sono state più frequenti rispetto alla media e solo di poco inferiori a quelle della peggiore serie di riferimento (2007), a causa di una minor piovosità;
- durante il periodo più critico per il ristagno delle polveri fini (invplus), la distribuzione delle condizioni di dispersione atmosferica è stata simile a quella del corrispondente periodo peggiore del passato (2007);
- nell'intero anno 2015 le condizioni di dispersione inibita si sono verificate con la stessa frequenza dell'anno peggiore del passato (2006).

7.5 Rose dei venti registrati nelle aree di Belluno, Feltre e Pieve d'Alpago.

Di seguito si riportano le rose dei venti registrati nelle stazioni di Belluno, Feltre e Torch (stazione utilizzata come riferimento per la località di Pieve d'Alpago.)

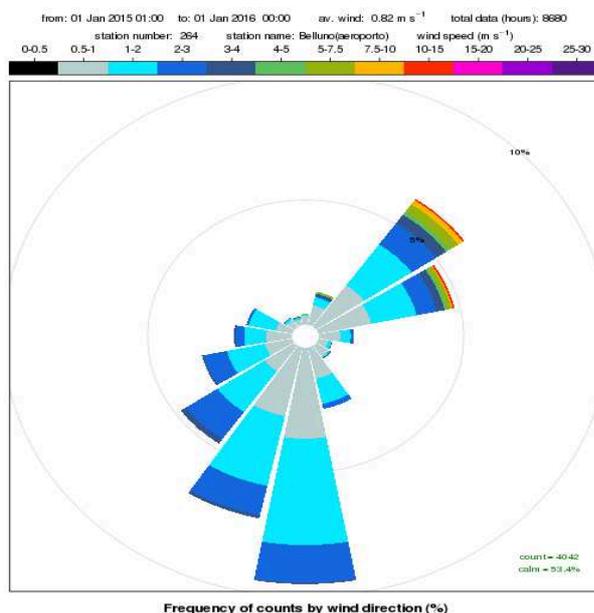


Figura 8: rosa dei venti orari di Belluno aeroporto dell'anno 2015.

Dalla Figura 8 si evince che, nel corso dell'anno 2015, presso la stazione di Belluno aeroporto, la direzione prevalente di provenienza del vento è sud (circa 9% dei casi), seguita da sud-sudovest (circa 7%), i venti di intensità più alta soffiano da nord-est ed est-nord; la frequenza delle calme è pari a circa 53%, la velocità media pari circa a 0.8 m/s.

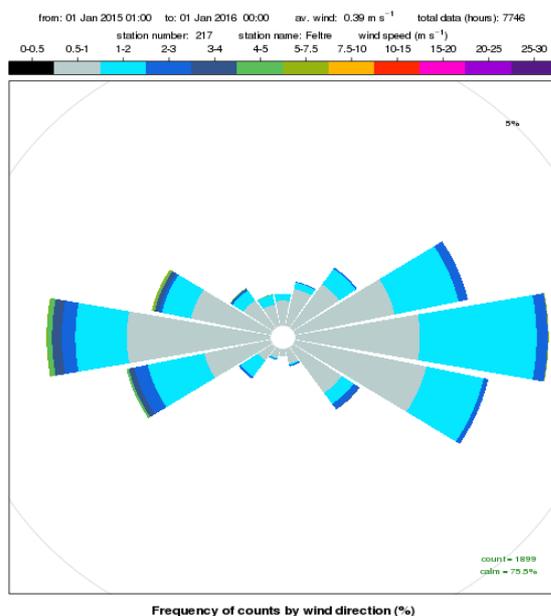


Figura 9: rosa dei venti orari di Feltre dell'anno 2015.

Dalla Figura 9 si evince che, nel corso dell'anno 2015, presso la stazione di Feltre, la direzione prevalente di provenienza del vento è est (circa 4% dei casi), seguita da ovest (3%); la frequenza delle calme è pari a circa 75.5%, la velocità media pari circa a 0.4 m/s.

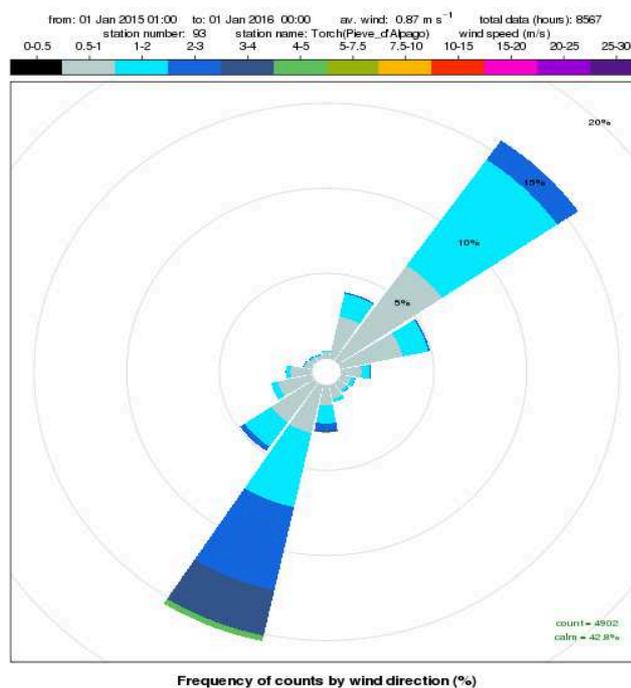


Figura 10: rosa dei venti orari di Torch dell'anno 2015.

Dalla Figura 10 si nota che, nel corso dell'anno 2015, presso la stazione di Torch, le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono nord-est (circa 16% dei casi), e sud-sudovest (circa 15%); la frequenza delle calme è pari a circa 43%, la velocità media pari circa a 0.9 m/s.

8 - Stazione di Belluno: analisi dei dati rilevati

Nel presente paragrafo vengono presentati in forma tabellare e grafica i dati raccolti nella stazione di Belluno presso il parco "Città di Bologna".nell'anno 2015.

Sono di seguito esposti i raffronti tra i limiti di legge e i valori misurati nell'anno.

Tabella 6: confronto con i limiti per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.)- stazione di Belluno.

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Limite	Valore
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di <u>35</u> volte per anno civile	8 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	19 µg/m ³
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³	15 µg/m ³
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m ³	1.3 ng/m ³
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³	3 superamenti
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m ³	0 superamenti
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³	45 superamenti
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³ da non superare per più di <u>25</u> giorni all'anno come media su 3 anni	32 superamenti
NO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³	0 superamenti
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di <u>18</u> volte per anno civile	0 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	24 µg/m ³
SO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m ³	0 superamenti
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di <u>24</u> volte per anno civile	0 superamenti
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di <u>3</u> volte per anno civile	0 superamenti
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	10 mg/m ³	0 superamenti

Polveri PM10: per questo inquinante sono stati rispettati sia lo standard di qualità dell'aria acuto, con 8 superamenti giornalieri (su 35 consentiti), sia quello cronico con una media annuale di $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rispetto ad valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Polveri PM2,5: la media annuale di questo inquinante è risultata pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ad valore limite annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 2015.

Benzo(a)pirene: la concentrazione media annua è risultata di $1,3 \text{ ng}/\text{m}^3$, superiore al valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana fissato in $1 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Ozono: per questo inquinante si sono registrati 3 superamenti della soglia di informazione alla popolazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e nessuno della soglia d'allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il dato massimo orario è stato di $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda il valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni, il valore del periodo 2013-2015 è di 32 giorni all'anno, superiore quindi al valore obiettivo.

Biossido d'azoto: le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di un limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte all'anno. La media annuale pari a $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si è attestata al di sotto del limite di legge.

Anidride solforosa: le concentrazioni rilevate si sono mantenute abbondantemente al di sotto dei limiti di legge. Le basse concentrazioni trovano spiegazione nel fatto che questo inquinante viene misurato in maniera significativa solo in presenza di talune emissioni di tipo industriale che utilizzano soprattutto oli. Il valore massimo orario rilevato è stato di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da confrontarsi col limite di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Monossido di carbonio: le concentrazioni rilevate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. La media mobile di otto ore massima rilevata nel 2015 è stata di $1,6 \text{ mg}/\text{m}^3$, a fronte di un limite massimo giornaliero di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati

Tabella 7: stazione di Belluno, trend annuale inquinanti.

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA` DI BOLOGNA: TREND								
PARAMETRO	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	PM10	PM2.5	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	µg/m ³	ng/m ³
anno	media							
2004	2	24	44	0.4	30	***	***	***
2005	2	27	49	0.3	27	***	3.1	0.9
2006	2	28	48	0.4	26	***	2.5	1.0
2007	3	24	37	0.4	23	***	1.2	1.2
2008	2	23	41	0.3	23	***	1.1	1.1
2009	2	26	41	0.4	24	22	0.9	1.1
2010	1	26	47	0.3	21	19	0.9	1.2
2011	2	24	44	0.3	23	17	1.9	1.3
2012	2	22	47	0.4	20	16	***	1.4
2013	1	23	43	0.5	18	16	***	1.4
2014	2	19	39	0.4	16	14	***	0.9
2015	3	24	46	0.4	19	15	***	1.3

*** Misura non prevista

La tabella, che considera il trend degli inquinanti monitorati dal momento dell'attivazione della stazione di Parco "Città di Bologna", evidenzia una sostanziale stabilità per quanto riguarda l'anidride solforosa (SO₂), il biossido d'azoto (NO₂), il monossido di carbonio (CO) e l'ozono (O₃). L'andamento delle polveri PM10 ha registrato nei primi anni una costante diminuzione delle concentrazioni per poi attestarsi su una sostanziale stabilità. Il benzo(a)pirene nel corso del 2015 si è riportato sui valori medi degli ultimi anni, ad eccezione del 2014, il cui andamento è stato condizionato dalle consistenti precipitazioni del periodo invernale.

Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati

In questo paragrafo vengono presentate alcune valutazioni sull'andamento stagionale e settimanale dei parametri monitorati, cercando di metterne in evidenza la relazione con i fattori climatici e con le fonti di emissione.

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
MEDIE MENSILI PM10 ANNO 2015

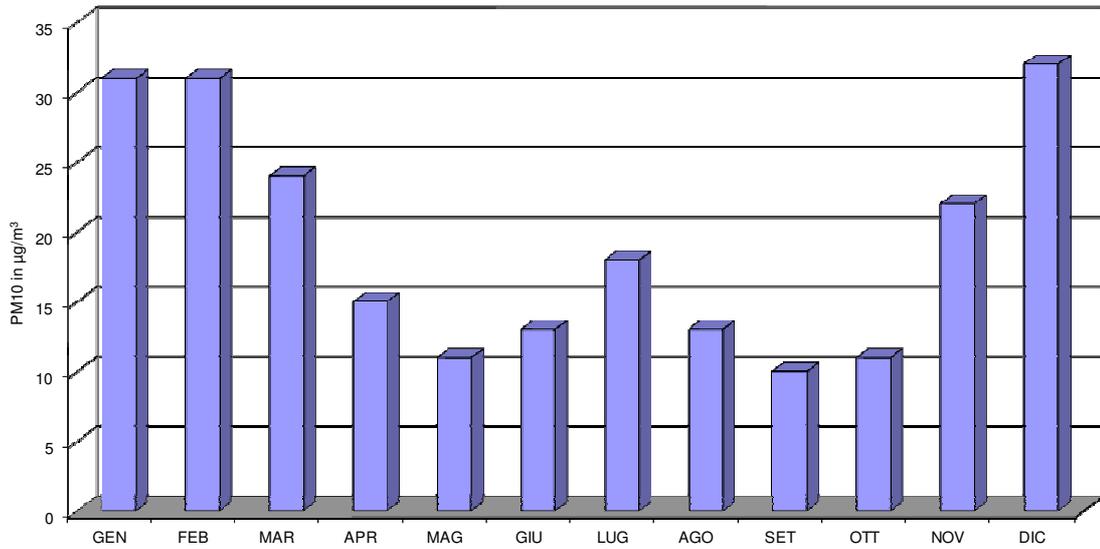


Figura 11: stazione di Belluno; medie mensili PM10.

Il grafico delle polveri PM10 evidenzia la normale stagionalità di questo inquinante dovuta all'aumento del carico antropico e alle condizioni meteorologiche sfavorevoli, con concentrazioni più elevate nei periodi invernali.

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
MEDIE MENSILI PM2,5 ANNO 2015

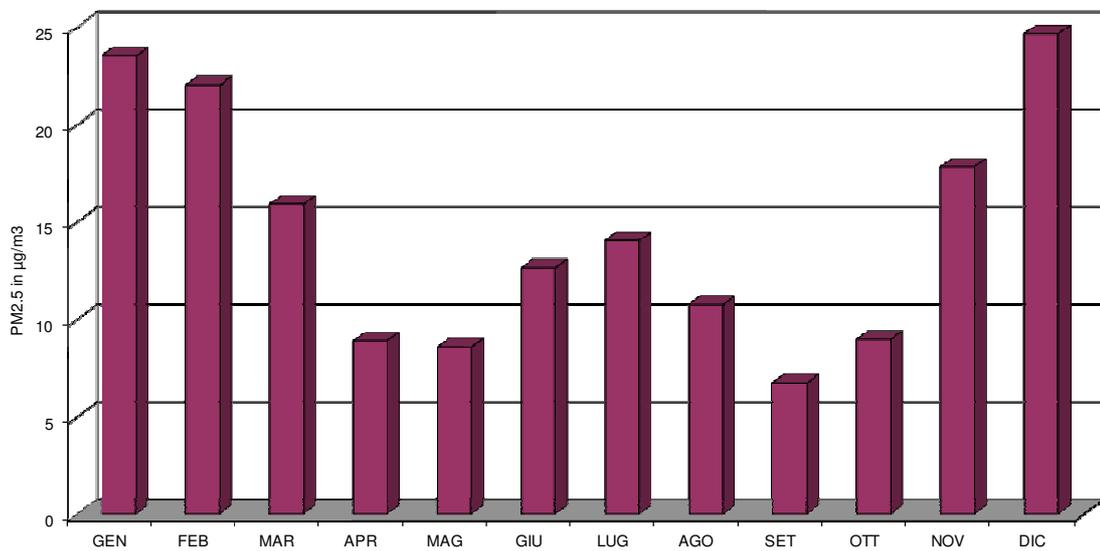


Figura 12: stazione di Belluno; medie mensili PM2.5.

Il grafico del PM2.5 ricalca l'andamento delle polveri PM10.

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
 MEDIE MENSILI PARAMETRO Benzo(a)pirene
 ANNO 2015

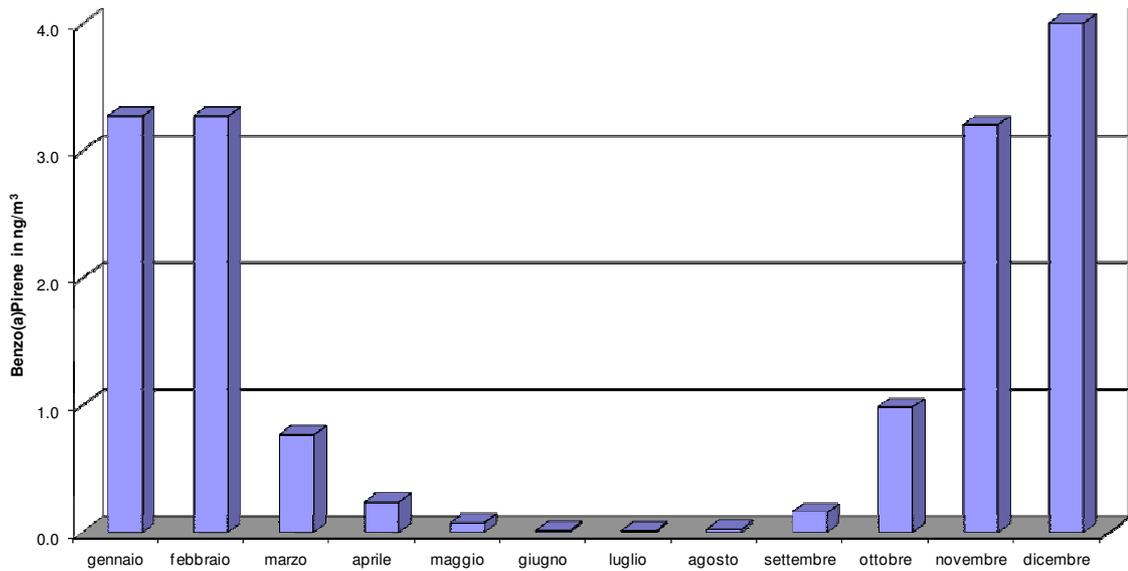


Figura 13: stazione di Belluno; medie mensili B(a)P.

Anche il grafico del Benzo(a)Pirene evidenzia un marcato andamento stagionale, con valori più elevati nel periodo invernale per l'aumento del carico antropico dovuto al riscaldamento domestico e per le condizioni di scarso rimescolamento atmosferico.

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
 MEDIE MENSILI PARAMETRO O₃ - ANNO 2015 -

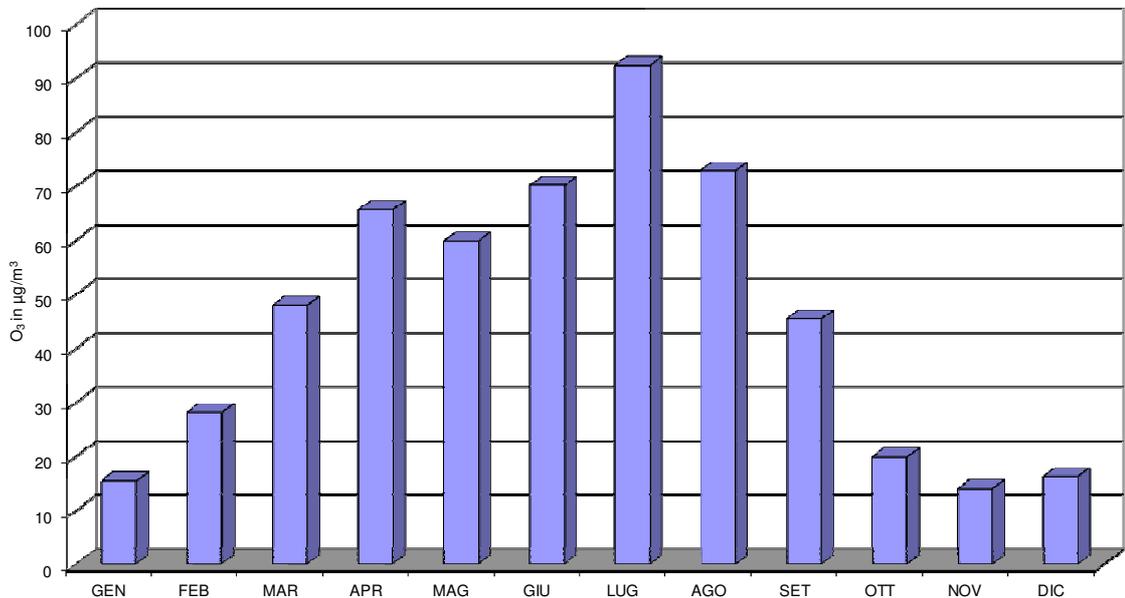


Figura 14: stazione di Belluno; medie mensili O₃.

Contrariamente agli inquinanti precedentemente illustrati l'ozono, inquinante secondario correlato strettamente alla radiazione solare, tende a crescere dalla stagione primaverile-estiva e decrescere successivamente.

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
MEDIE MENSILI PARAMETRO NO₂ - ANNO 2015 -

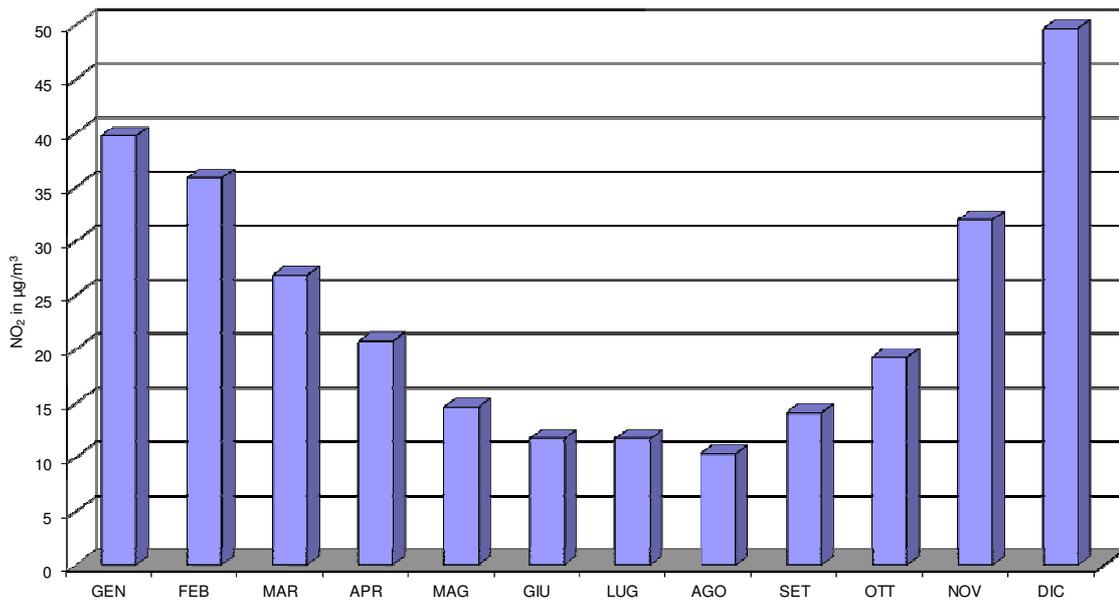


Figura 15: stazione di Belluno; medie mensili NO₂.

Il biossido d'azoto (NO₂) presenta valori più elevati nel periodo invernale sia per l'aumento del carico antropico sia per le ridotte capacità di dispersione degli inquinanti.

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
MEDIE MENSILI PARAMETRO SO₂ - ANNO 2015 -

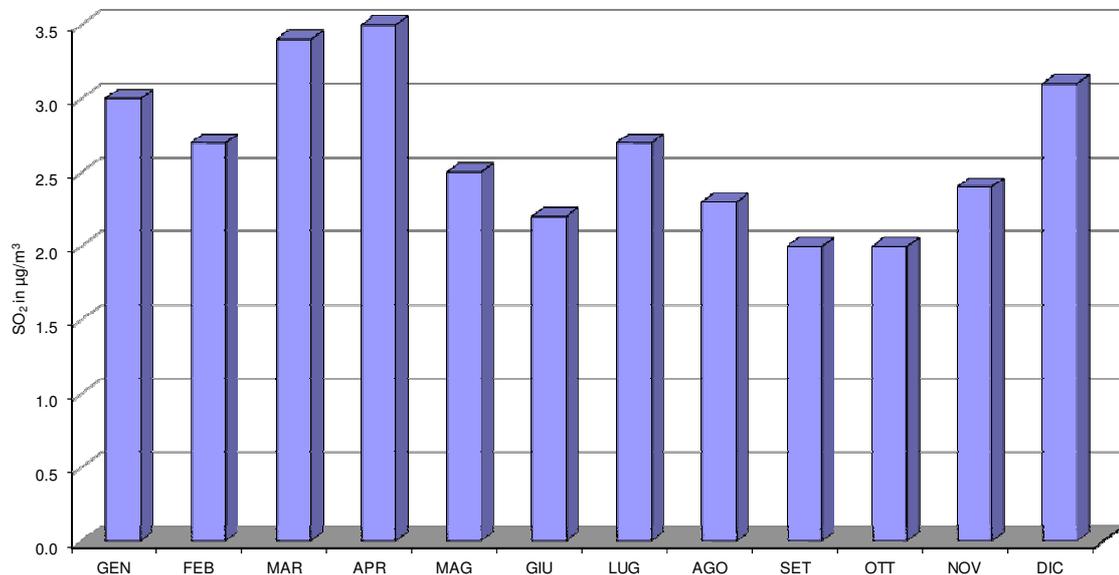


Figura 16: stazione di Belluno; medie mensili SO₂.

Il grafico dell'SO₂ evidenzia valori estremamente bassi per tutti i mesi, con dati vicini al limite di rilevabilità.

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
 MEDIE MENSILI PARAMETRO CO - ANNO 2015 -

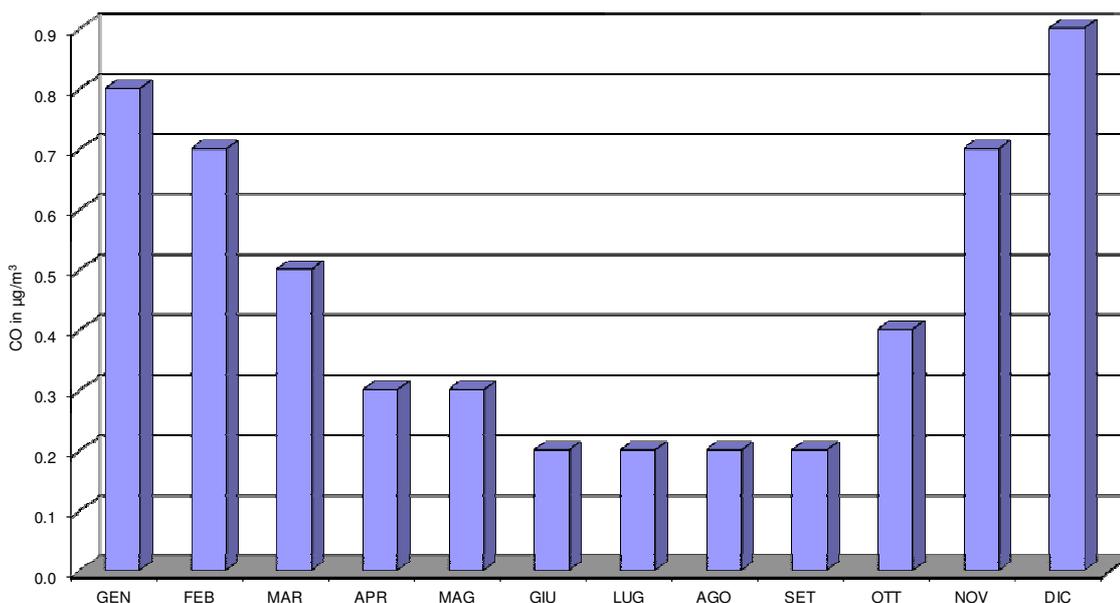


Figura 17: stazione di Belluno; medie mensili CO.

Il monossido di carbonio (CO), pur con livelli modesti, presenta un andamento stagionale marcato, con valori più elevati nel periodo invernale sempre dovuti al generale aumento del carico antropico.

I dati sono stati anche elaborati per ottenere una settimana tipo per ogni inquinante.

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA' DI BOLOGNA
 SETTIMANA TIPO PARAMETRO POLVERI PM10
 ANNO 2015

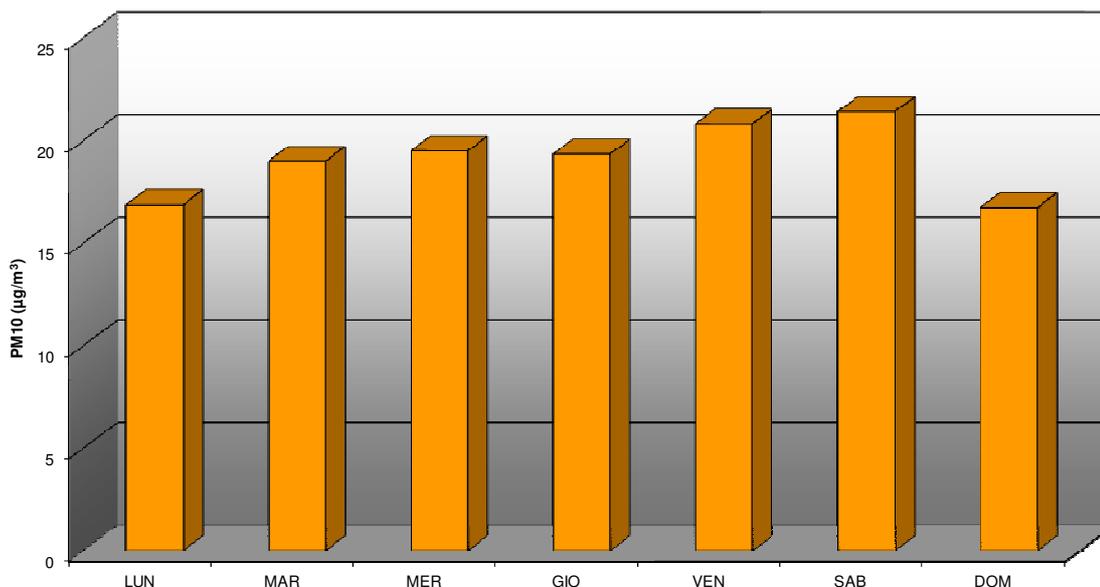


Figura 18: stazione di Belluno; settimana tipo PM10.

La settimana tipo delle polveri PM10 evidenzia un andamento piuttosto costante nel corso della settimana, con un leggero calo la domenica e il lunedì.

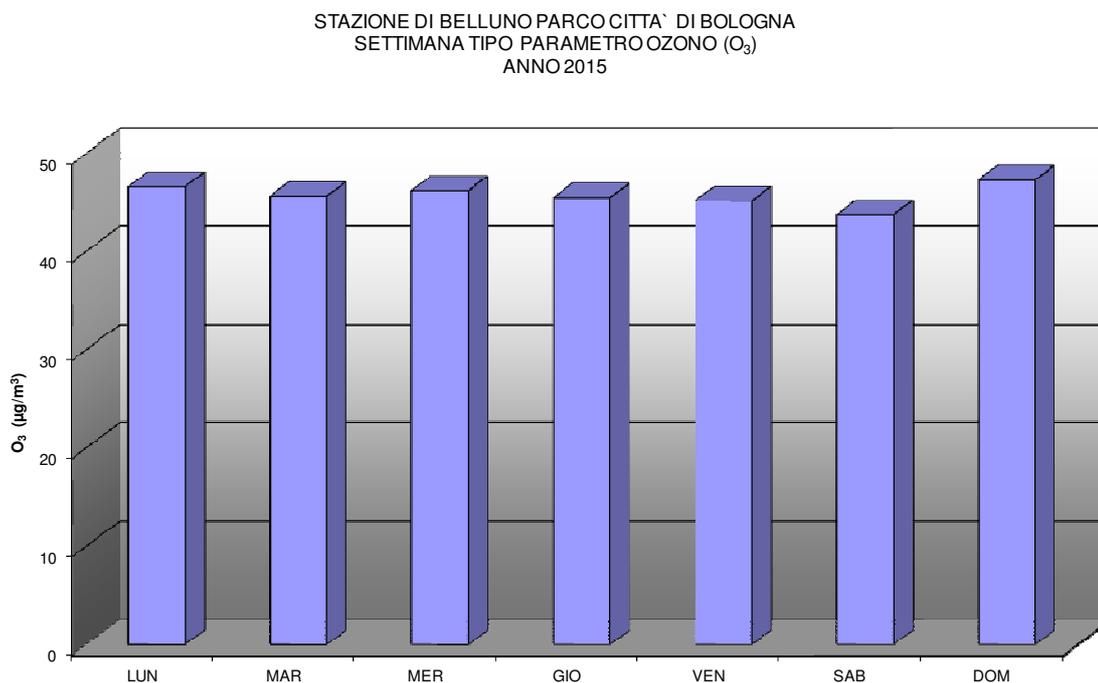


Figura 19: stazione di Belluno; settimana tipo O₃.

Per quanto riguarda l'andamento settimanale dell'ozono, non si notano significative differenze nel corso della settimana, salvo un leggero aumento la domenica. Trattandosi di un inquinante secondario, in parte già presente in natura, non è possibile formulare ipotesi che lo colleghino a particolari fonti.

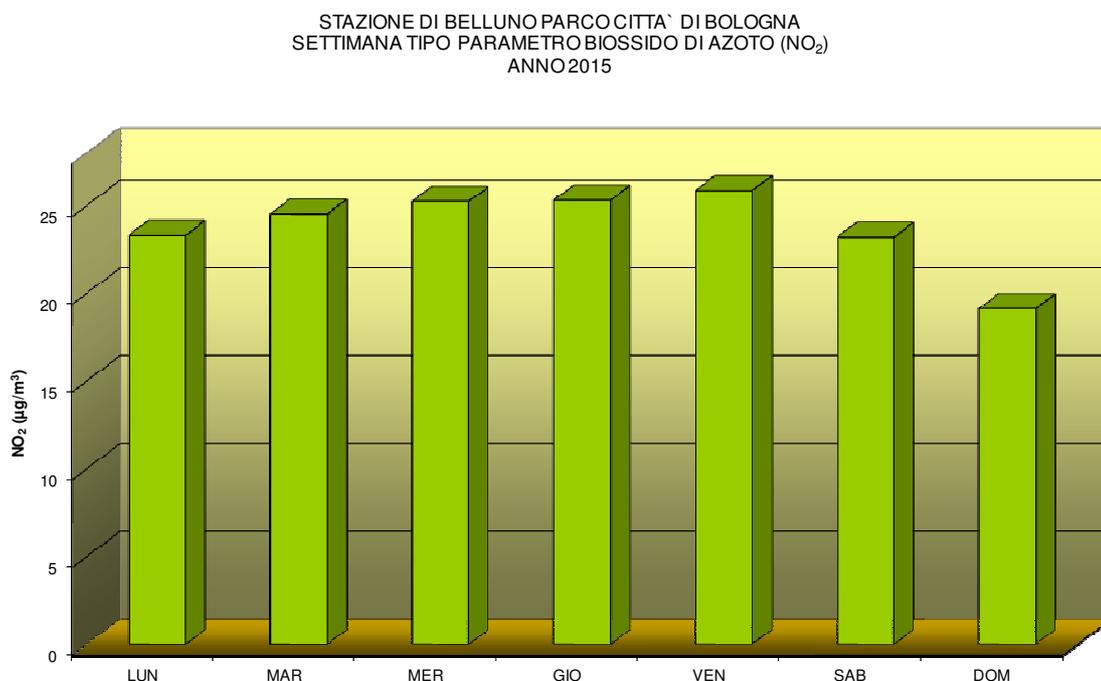
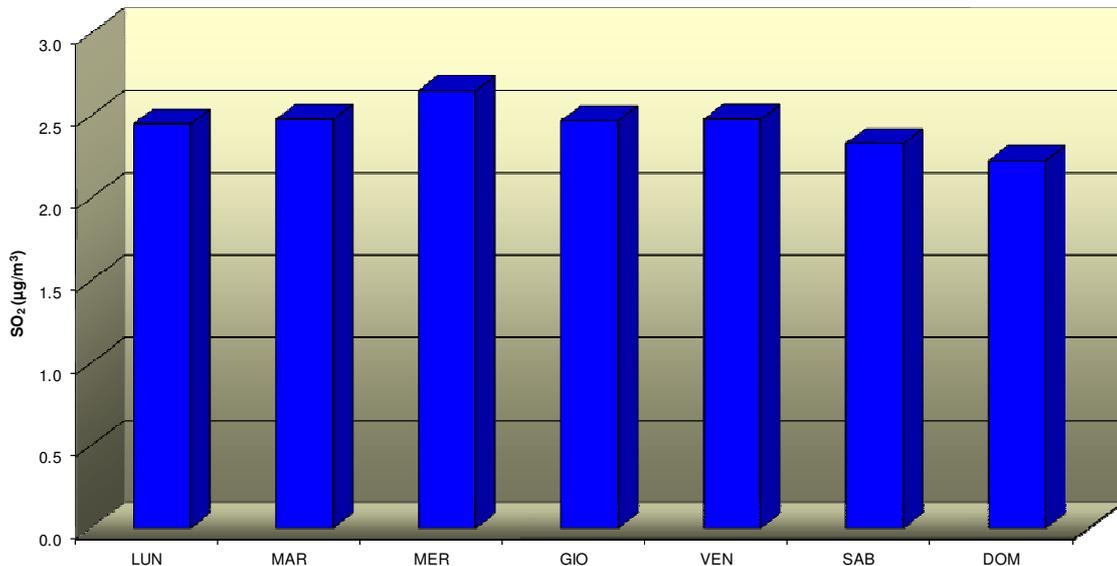


Figura 20: stazione di Belluno; settimana tipo NO₂.

Fig

L'andamento del biossido d'azoto evidenzia un andamento di concentrazioni stabili con un leggero calo nel fine settimana.

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA` DI BOLOGNA
SETTIMANA TIPO PARAMETRO ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)
ANNO 2015

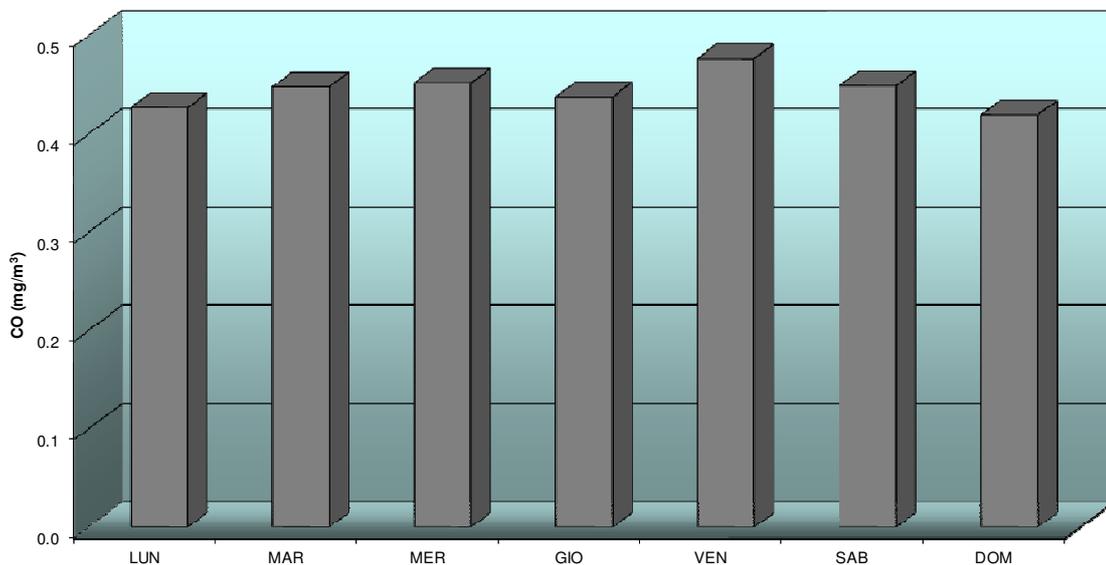


Fig

ura 21: stazione di Belluno; settimana tipo SO₂.

Per quanto riguarda l'anidride solforosa i valori giornalieri sono sempre molto vicini al limite di rilevabilità.

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA` DI BOLOGNA
SETTIMANA TIPO PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
ANNO 2015



Fig

ura 22: stazione di Belluno; settimana tipo CO.

Il monossido di carbonio mostra un andamento di concentrazioni quasi costante nel corso della settimana.

Nei seguenti diagrammi (giorno tipo) viene illustrato l'andamento giornaliero della concentrazione degli inquinanti monitorati in continuo, l'elaborazione è stata eseguita

non considerando la variazione dovuta all'eventuale introduzione dell'ora legale. Si precisa inoltre che l'interruzione nella linea dei grafici è dovuta alla mancanza del dato per il processo di taratura quotidiana dello strumento.

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA' DI BOLOGNA
GIORNO TIPO PARAMETRI OZONO (O₃) E RADIAZIONE SOLARE - ANNO 2015 -

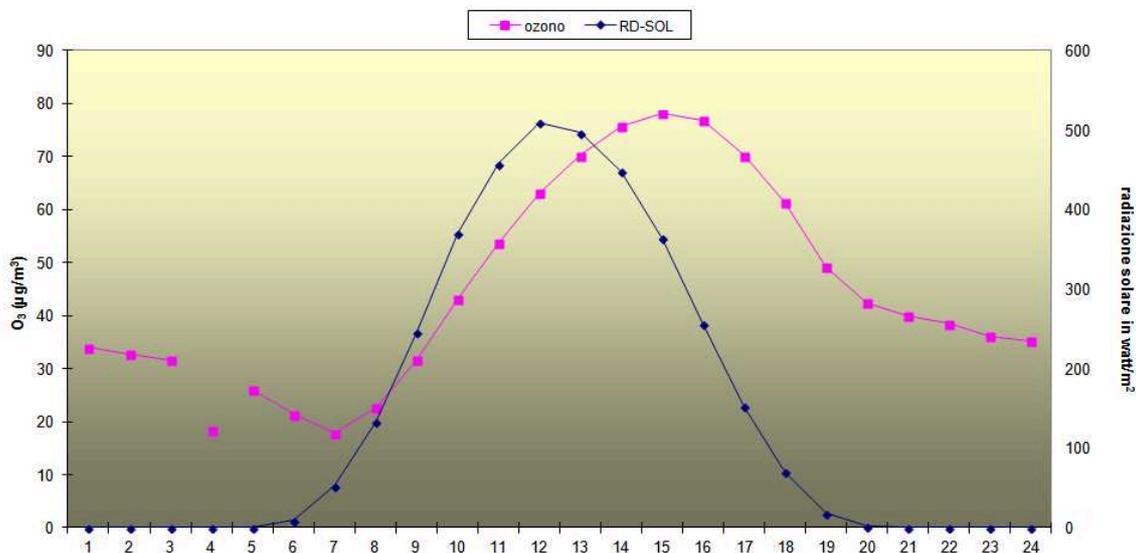


Figura 23: stazione di Belluno; giorno tipo O₃.

Per quanto riguarda il grafico dell'ozono, il cui andamento è associato a quello della radiazione solare, si evidenzia che il picco di radiazione solare precede di qualche ora quello dell'ozono che presenta le massime concentrazioni a metà pomeriggio.

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA' DI BOLOGNA
GIORNO TIPO PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO (NO₂)
ANNO 2015

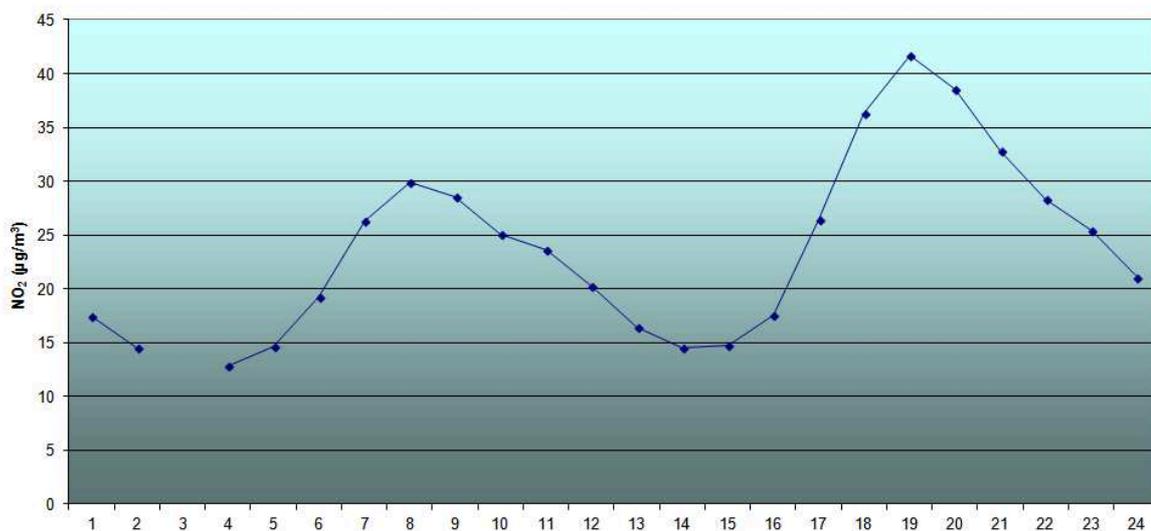


Figura 24: stazione di Belluno; giorno tipo NO₂.

L'andamento del biossido d'azoto mostra due punte giornaliere alle 8-9 di mattina ed alle 19-20 della sera

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA' DI BOLOGNA
GIORNO TIPO PARAMETRO ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)
ANNO 2015

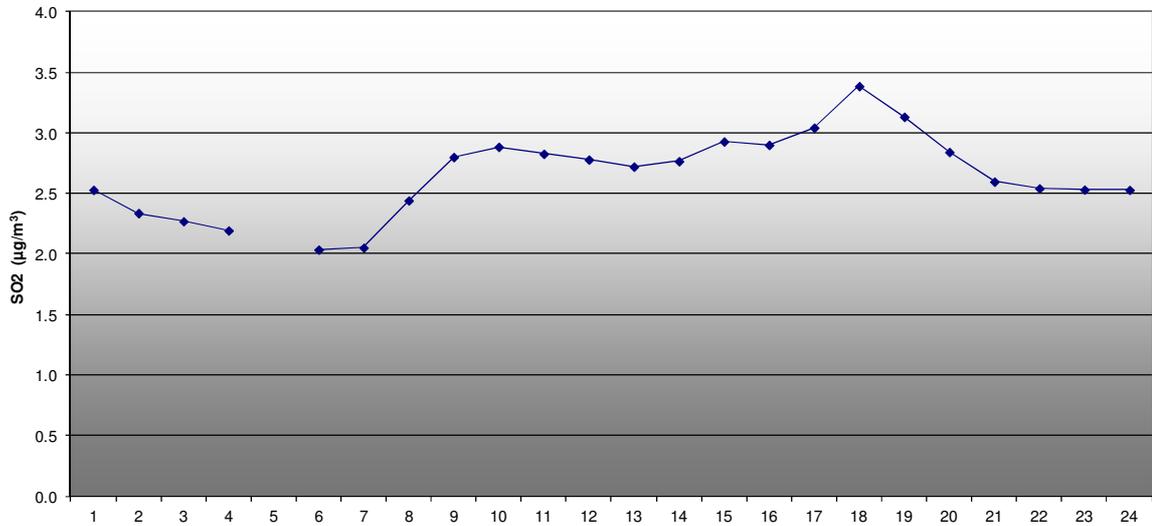


Figura 25: stazione di Belluno; giorno tipo SO₂.

L'anidride solforosa, pur con valori estremamente bassi, ha un andamento con due leggeri aumenti al mattino e in tarda serata.

STAZIONE DI BELLUNO PARCO CITTA' DI BOLOGNA
GIORNO TIPO PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
ANNO 2015

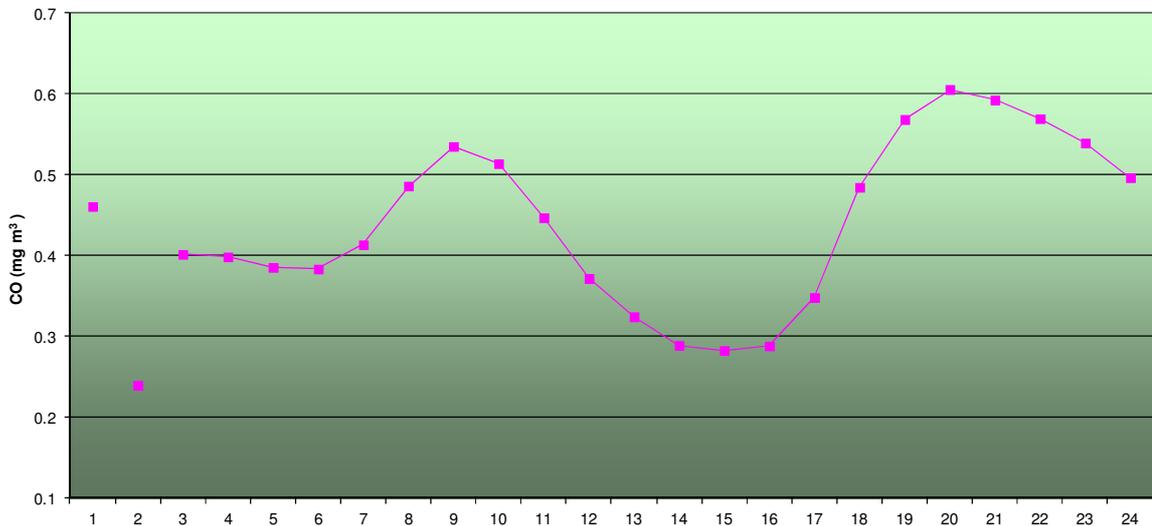


Figura 26: stazione di Belluno; giorno tipo CO.

Il monossido di carbonio ha un andamento del tutto simile a quello del biossido d'azoto.

Per quanto riguarda il PM10 e il PM2.5 non è possibile effettuare un'elaborazione su base oraria in quanto la metodologia ufficiale di campionamento e analisi è su base giornaliera.

Studio dei livelli di Diossine, Furani e PCB in aria ambiente ¹

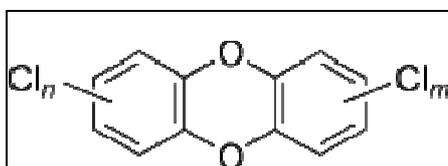
ARPAV ha eseguito un controllo della presenza in aria di diossine (PCDD), furani (PCDF) e policlorobifenili diossina-simili (PCB-DL) con campagne eseguite tra febbraio 2015 e gennaio 2016 nei capoluoghi di provincia.

L'obiettivo dell'indagine è stata la conoscenza delle concentrazioni di questi inquinanti in condizioni "normali" per poter avere termini di confronto in caso di eventi accidentali, specialmente in caso di incendi in attività produttive.

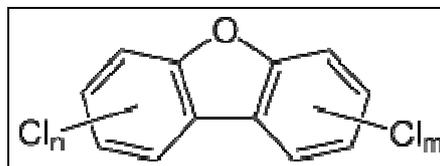
Pur non esistendo riferimenti normativi per le concentrazioni in aria, si è potuto comunque confrontare i valori rilevati con le indicazioni fornite da organismi internazionali.

Diossine, furani e policlorobifenili: caratteristiche chimico-fisiche

Con il termine "diossina" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie: policloro-dibenzo-diossine (PCDD) di cui esistono 75 congeneri e policloro-dibenzo-furani (PCDF) di cui esistono 135 congeneri aventi le strutture sotto riportate.



Struttura generale delle PCDD



Struttura generale dei PCDF

La tossicità e la pericolosità di queste molecole si differenzia in relazione alla struttura; solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.

La loro stabilità al calore e alla degradazione chimica e biologica determinano la loro lunga permanenza nell'ambiente.

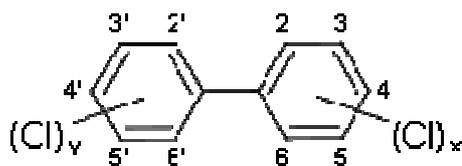
Essendo lipofili, diossine e furani tendono ad accumularsi progressivamente nei tessuti degli organismi con significativi fenomeni di bioaccumulo e di biomagnificazione.

Le diossine non sono prodotte intenzionalmente, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione che avvengono tipicamente fra 200 e 500 °C in presenza di composti clorurati.

Alcuni processi produttivi della plastica, dei pesticidi e dei diserbanti clorurati, di energia, le raffinerie, le cartiere possono emettere diossine e furani.

Anche le combustioni incontrollate (incendi e roghi), le combustioni controllate di rifiuti solidi urbani (incenerimento), la combustione domestica della legna (specialmente se trattata) possono originare questi composti.

I 209 policlorobifenili (PCB) sono composti aromatici aventi la struttura sotto riportata..



Struttura generale dei PCB

¹ Fonte: Relazione Regionale Qualità Aria 2015 – Allegato 1 – Diossine, furani e PCB diossina-simili in Veneto – Valutazione dei livelli di alcuni microinquinanti organici in aria ambiente

Sono composti estremamente stabili, sostanzialmente non infiammabili, dalle ottime proprietà dielettriche, scarsamente solubili in acqua e poco volatili; ma solubili nei solventi organici, negli oli e nei grassi.

Per le loro caratteristiche hanno trovato utilizzi nel settore elettrotecnico come isolanti nei condensatori e nei trasformatori, come lubrificanti negli impianti di condizionamento, come additivi nella preparazione di vernici e di sigillanti nell'edilizia.

Per la loro tossicità e per la tendenza a bioaccumularsi negli organismi, dalla metà degli anni '80 ne è stata vietata la produzione.

La loro tossicità varia in relazione alla struttura chimica; i non-orto-sostituiti (o coplanari), i mono-orto-sostituiti ed i di-orto-sostituiti. I 12 congeneri non-orto- e mono-orto-sostituiti hanno proprietà tossicologiche simili a quelle delle diossine e sono definiti PCB diossina simili (PCB-DL).

Tossicità equivalente

Data la diversa tossicità dei congeneri di PCDD, PCDF e PCB è stata introdotto il concetto di tossicità equivalente che fa riferimento a due tipologie di fattori di conversione: quelli NATO/CCMS e quelli WHO.

Nella tabella sottostante sono riportati i congeneri elencati nei sistemi I-TEQ e WHO-TEQ con i rispettivi fattori di tossicità equivalente.

Tabella 8: Fattori di tossicità equivalente (TEF) secondo I-TEF e WHO-TEF (edizioni 1998 e 2005)

#	Composto	Abbreviazione	Classe	I-TEF 1989	WHO - TEF 1998	WHO-TEF 2005
1	PCB-77	P77	non-ortoPCB	-	1.00E-04	1.00E-04
2	PCB-81	P81	non-ortoPCB	-	1.00E-04	3.00E-04
3	PCB-126	P126	non-ortoPCB	-	1.00E-01	1.00E-01
4	PCB-169	P169	non-ortoPCB	-	1.00E-02	3.00E-02
5	PCB-105	P105	mono-ortoPCB	-	1.00E-04	3.00E-05
6	PCB-114	P114	mono-ortoPCB	-	5.00E-04	3.00E-05
7	PCB-118	P118	mono-ortoPCB	-	1.00E-04	3.00E-05
8	PCB-123	P123	mono-ortoPCB	-	1.00E-04	3.00E-05
9	PCB-156	P156	mono-ortoPCB	-	5.00E-04	3.00E-05
10	PCB-157	P157	mono-ortoPCB	-	5.00E-04	3.00E-05
11	PCB-167	P167	mono-ortoPCB	-	1.00E-05	3.00E-05
12	PCB-189	P189	mono-ortoPCB	-	1.00E-04	3.00E-05
13	2,3,7,8-TCDD	D4	Tetra-CDD	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
14	1,2,3,7,8-PeCDD	D5	Penta-CDD	5.00E-01	1.00E+00	1.00E+00
15	1,2,3,4,7,8-HxCDD	D6a	Esa-CDD	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
16	1,2,3,6,7,8-HxCDD	D6b	Esa-CDD	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
17	1,2,3,7,8,9-HxCDD	D6c	Esa-CDD	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
18	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	D7	Epta-CDD	1.00E-02	1.00E-02	1.00E-02
19	OCDD	D8	Octa-CDD	1.00E-03	1.00E-04	3.00E-04
20	2,3,7,8-TCDF	F4	Tetra-CDF	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
21	1,2,3,7,8-PeCDF	F5a	Penta-CDF	5.00E-02	5.00E-02	3.00E-02
22	2,3,4,7,8-PeCDF	F5b	Penta-CDF	5.00E-01	5.00E-01	3.00E-01
23	1,2,3,4,7,8-HxCDF	F6a	Esa-CDF	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
24	1,2,3,6,7,8-HxCDF	F6b	Esa-CDF	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
25	1,2,3,7,8,9-HxCDF	F6c	Esa-CDF	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
26	2,3,4,6,7,8-HxCDF	F6d	Esa-CDF	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
27	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	F7a	Epta-CDF	1.00E-02	1.00E-02	1.00E-02
28	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	F7b	Epta-CDF	1.00E-02	1.00E-02	1.00E-02
29	OCDF	F8	Octa-CDF	1.00E-03	1.00E-04	3.00E-04

Nel presente documento si è quindi scelto di utilizzare come sistema di riferimento usato nell'analisi statistica dei dati il WHO-TEQ 2005, avendo a disposizione anche i dati di PCB-DL. Tuttavia, nelle tabelle sinottiche dei campioni, il dato di tossicità è stato espresso anche secondo il sistema I-TEQ, in maniera da rendere confrontabili le determinazioni effettuate nell'ambito del presente studio con i dati di letteratura.

Come riferimenti non esistendo limiti normativi per la qualità dell'aria, sono stati utilizzate le indicazioni fornite da organismi internazionali ed in particolare l'Organizzazione Mondiale della Sanità e il Comitato Federale tedesco per il controllo dell'inquinamento atmosferico.

OMS nel 2005 ha stimato i livelli medi di tossicità equivalente di questi composti in ambiente urbano nell'ordine dei 100 fg/m³ ed indica per livelli superiori a 300 fg/m³ la necessità di identificare e controllare le sorgenti emmissive a livello locale.

Il Comitato Federale per il controllo dell'inquinamento atmosferico in Germania ha proposto nel 1994 un limite per l'aria ambiente di 150 fg I-TEQ/m³. Successivamente nel 2004, la stessa commissione, a seguito di una revisione congiunta con WHO ha adottato un limite per la concentrazione totale in aria di miscele di PCDD, PCDF e PCB-DL pari a 150 fg WHO-TEQ /m³

Campagne di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata eseguita a Belluno presso la stazione di installata al parco comunale Città di Bologna utilizzando un campionatore ad alto volume (250-500 l/min) nei periodi indicati in tabella.

I supporti utilizzati sono stati un filtro TSP (*Total Suspended Particle*) in fibra di vetro del diametro di 100 mm, e in sequenza un supporto adsorbente in schiuma poliuretana (PUF – *PolyUrethane Foam*) per poter campionare sia la frazione particolato che quella vapore.

Tabella 9: Fattori Periodi delle campagne di campionamento

Campagna	Periodo	Rappresentatività	Tempo di prelievo
1° Campagna	2-9 febbraio 2015	Semestre invernale	168 h
2° Campagna	10-17 febbraio 2015	Semestre invernale	168 h
3° Campagna	23-30 giugno 2015	Semestre estivo	168 h
4° Campagna	15-29 settembre 2015	Semestre estivo	336 h
5° Campagna	19-26 gennaio 2016	Semestre invernale	168 h

Risultati

La tossicità equivalente dei campioni è stata calcolata sia secondo lo schema NATO che quello WHO. I risultati sono sotto riportati.

Poiché nel presente studio sono stati determinati anche i PCB-DL, per l'analisi dei dati di tossicità ci si riferirà sempre allo schema ponderale *WHO-TEQ 2005*.

Tabella 10: Valori rilevati a Belluno in tossicità equivalente

Comune	Campagna	TEQ WHO2005 (fg•m-3)	TEQ I-TEF (fg•m-3)
Belluno	1 campagna	12	12
Belluno	2 campagna	15	15
Belluno	3 campagna	4	2
Belluno	4 campagna	4	2
Belluno	5 campagna	15	15

Tabella 11: Confronto valori rilevati a Belluno in tossicità equivalente con gli altri capoluoghi del Veneto

Tossicità equivalente [fg/m ³]	Punti di campionamento						
	Belluno	Padova	Rovigo	Treviso	Venezia	Verona	Vicenza
WHO-TEQ 2005	10 ± 6	32 ± 29	29 ± 26	27 ± 22	41 ± 40	25 ± 22	23 ± 16
<i>range</i>	4 - 15	6 - 74	8 - 71	6 - 56	7 - 95	5 - 60	7 - 46
I-TEQ	9 ± 7	32 ± 30	29 ± 28	26 ± 23	41 ± 40	25 ± 23	23 ± 17
<i>range</i>	2 - 15	3 - 74	4 - 73	3 - 57	5 - 95	3 - 61	5 - 46

I dati appaiono rassicuranti con valori inferiori ai 15 fg/mc. In particolare i livelli estivi appaiono estremamente contenuti anche in relazione a quanto rilevato nel resto del Veneto

Con questo studio si è conseguito un primo quadro conoscitivo dei livelli di diossine (PCDD), furani (PCDF) e policlorobifenili diossina-simili (PCB-DL) a Belluno.

Le campagne eseguite in contemporanea con gli altri capoluoghi del Veneto hanno rilevato valori inferiori alle altre città con concentrazioni maggiori nella stagione fredda.

Le concentrazioni rilevate pur non potendo essere confrontabili con termini di legge, rispetto alle indicazioni di organismi internazionali, indicano valori rassicuranti.

9 - Stazione di Feltre: analisi dei dati rilevati

Nel presente paragrafo vengono presentati in forma grafica e tabellare i dati raccolti nell'anno 2015 presso la stazione di Feltre sita in via Colombo e denominata "Area feltrina", in quanto rappresentativa della più ampia area della conca feltrina. Nella seguente tabella vengono esposti i raffronti tra i limiti di legge e i valori misurati nella stazione di Feltre nel corso del 2015.

Tabella 12: confronto con i limiti per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.)- stazione di Feltre.

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Limite	Valore
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di <u>35</u> volte per anno civile	44 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m^3	2.2 ng/m^3
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 superamenti
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 superamenti
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47 superamenti
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di <u>25</u> giorni all'anno come media su 3 anni	30 superamenti
NO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 superamenti
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di <u>18</u> volte per anno civile	0 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20.0 ng/m^3	1.1 ng/m^3
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6.0 ng/m^3	0.5 ng/m^3
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5.0 ng/m^3	0.2 ng/m^3
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.003 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Polveri PM10: sono stati registrati 44 superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dal D.Lgs 155/2010 (sono consentiti 35 superamenti in un anno solare); la media annuale si è attestata a $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Polveri PM2.5: la media annuale di questo inquinante si è attestata sui $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al limite annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzo(a)pirene: il benzo(a)pirene ha superato il valore obiettivo di qualità media annuale attestandosi a $2,2 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Ozono: per questo inquinante non si sono registrati superamenti della soglia di informazione alla popolazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore massimo misurato è stato di $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda il valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni, il valore del periodo 2013-2015 è di 30 giorni all'anno, superiore quindi al valore obiettivo.

Biossido d'azoto: le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di un limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte all'anno.

Benzene: il benzene si è mantenuto ben al di sotto del valore limite annuale per la protezione della salute umana. La media annuale è stata di $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Nichel: la media dei valori rilevati è stata di $1,1 \text{ ng}/\text{m}^3$, ben al di sotto del valore obiettivo fissato dal D.Lgs. 155/10 in $20 \text{ ng}/\text{m}^3$.

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

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

Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati

La tabella, che considera il trend degli inquinanti monitorati dal momento dell'attivazione della stazione "Area Feltrina" evidenzia una sostanziale stabilità per quanto riguarda il biossido d'azoto (NO_2) mentre l'ozono (O_3) ha subito un leggero aumento nell'ultimo anno, caratterizzato da un'estate molto soleggiata. L'andamento delle polveri PM10 ha registrato nei primi anni una costante diminuzione delle concentrazioni per poi attestarsi su una sostanziale stabilità, prima di un nuovo leggero calo nel 2013 e 2014. Nel 2015 si è registrato un leggero incremento dovuto alle condizioni di dispersione inibita più frequenti della media degli ultimi mesi dell'anno. Il benzo(a)pirene, si è riconfermato sui valori medi degli ultimi anni, escludendo il 2014, il cui andamento è stato condizionato dalle consistenti precipitazioni del periodo invernale.

Tabella 13: stazione di Feltre, trend annuale inquinanti.

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO TABELLA MEDIE ANNUALI								
PARAMETRO	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	PM10	PM2.5	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	µg/m ³	ng/m ³
anno	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	27	1.0	1.9
2010	2	18	44	0.4	27	24	1.2	1.8
2011	2	17	41	0.4	28	25	1.7	2.2
2012	***	16	38	***	29	23	2.5	2.6
2013	***	16	39	***	25	22	2.4	2.3
2014	***	11	35	***	22	18	1.0	1.6
2015	***	13	40	***	27	21	1.3	2.2

*** Misura non prevista

Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati

In questo paragrafo vengono presentate alcune valutazioni sull'andamento stagionale e settimanale dei parametri monitorati, cercando di metterne in evidenza la relazione con i fattori climatici e con le fonti di emissione.

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO: MEDIE MENSILI POLVERI PM10
ANNO 2015

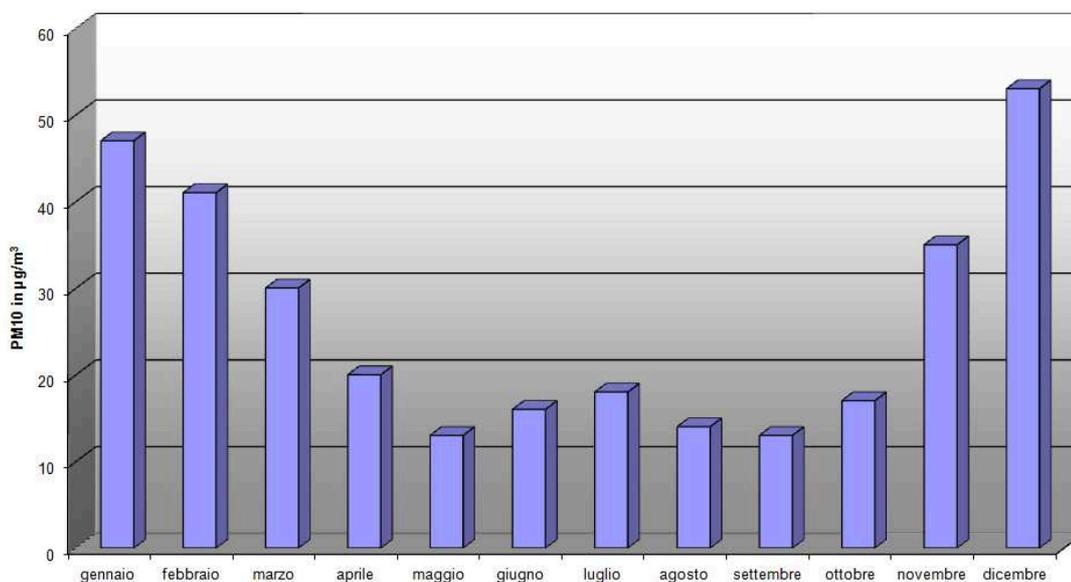


Figura 27: stazione di Feltre; medie mensili PM10.

Il grafico delle polveri PM10 evidenzia la normale stagionalità di questo inquinante dovuta all'aumento del carico antropico e alle condizioni meteorologiche sfavorevoli, con concentrazioni più elevate nei periodi invernali

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO: MEDIE MENSILI PARAMETRO POLVERI PM 2,5
ANNO 2015

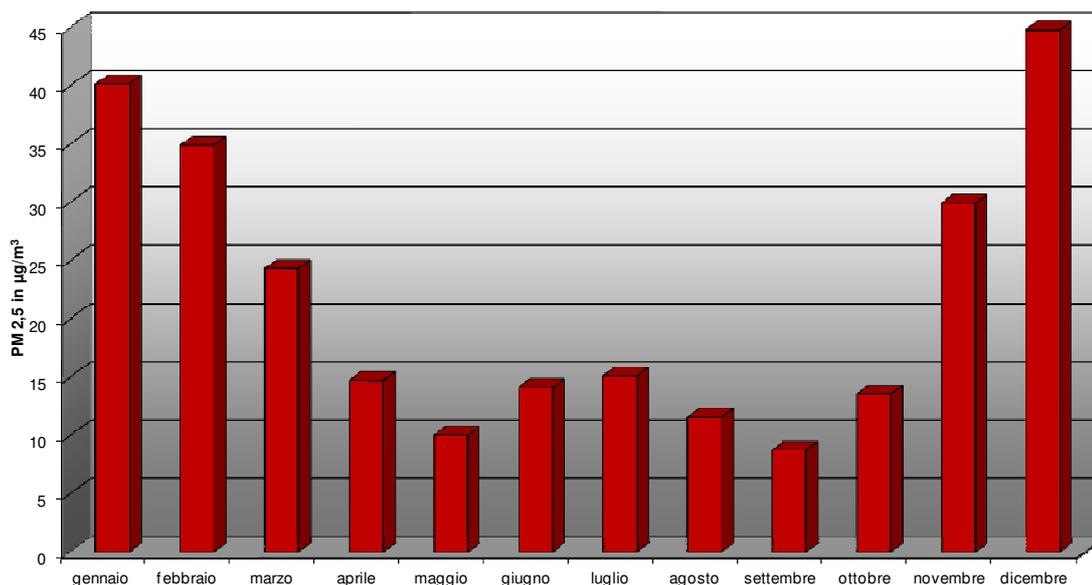


Figura 28: stazione di Feltre; medie mensili PM2.5.

Il grafico del PM2.5 ricalca l'andamento delle polveri PM10.

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO: MEDIE MENSILI PARAMETRO BENZO(a)PIRENE
ANNO 2015

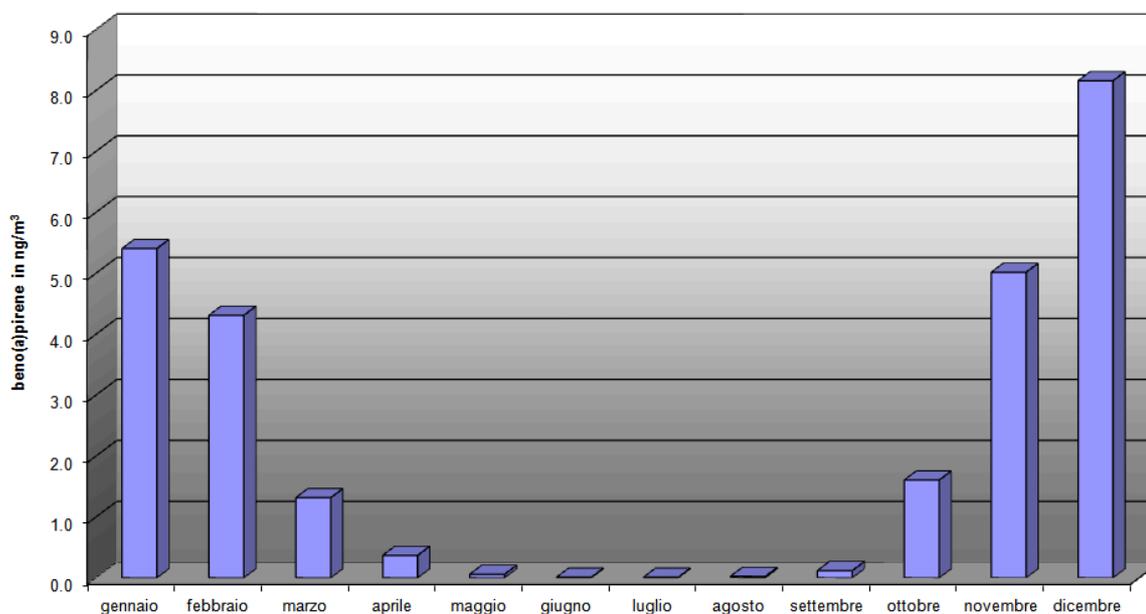


Figura 29: stazione di Feltre; medie mensili B(a)P.

Anche il grafico del benzo(a)pirene evidenzia un marcato andamento stagionale, con valori più elevati nel periodo invernale per l'aumento del carico antropico, in

particolare dovuto al riscaldamento domestico, e per le concomitanti condizioni di scarso rimescolamento atmosferico.

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO: MEDIE MENSILI OZONO (O₃)
ANNO 2015

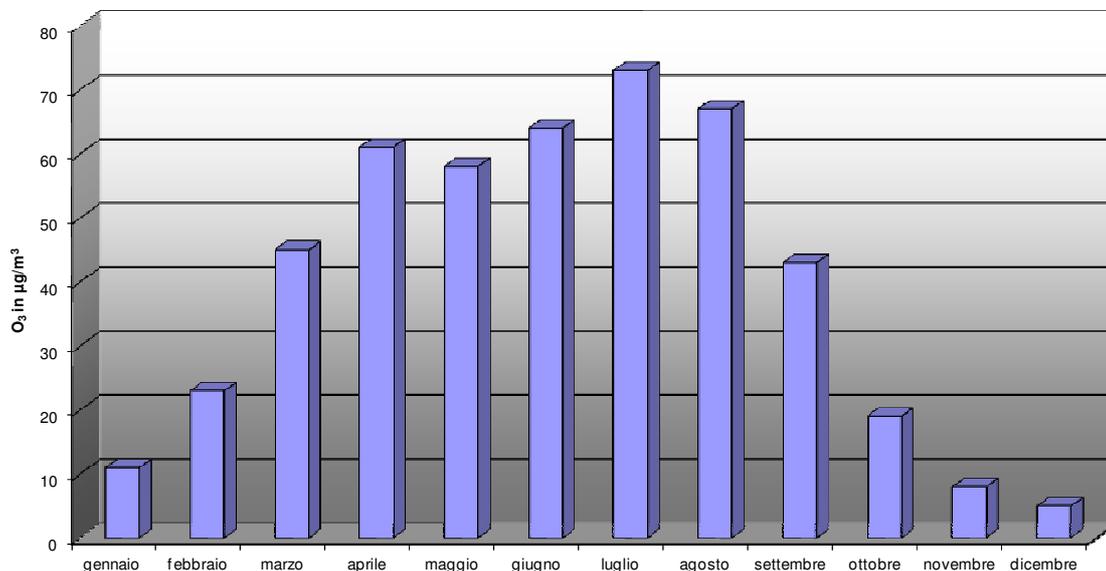


Figura 30: stazione di Feltre; medie mensili O₃.

Contrariamente alle polveri, l'ozono, inquinante secondario correlato strettamente alla radiazione solare, tende a crescere dalla stagione primaverile-estiva e decrescere successivamente.

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO: MEDIE MENSILI BISSIDO D'AZOTO (NO₂)
ANNO 2015

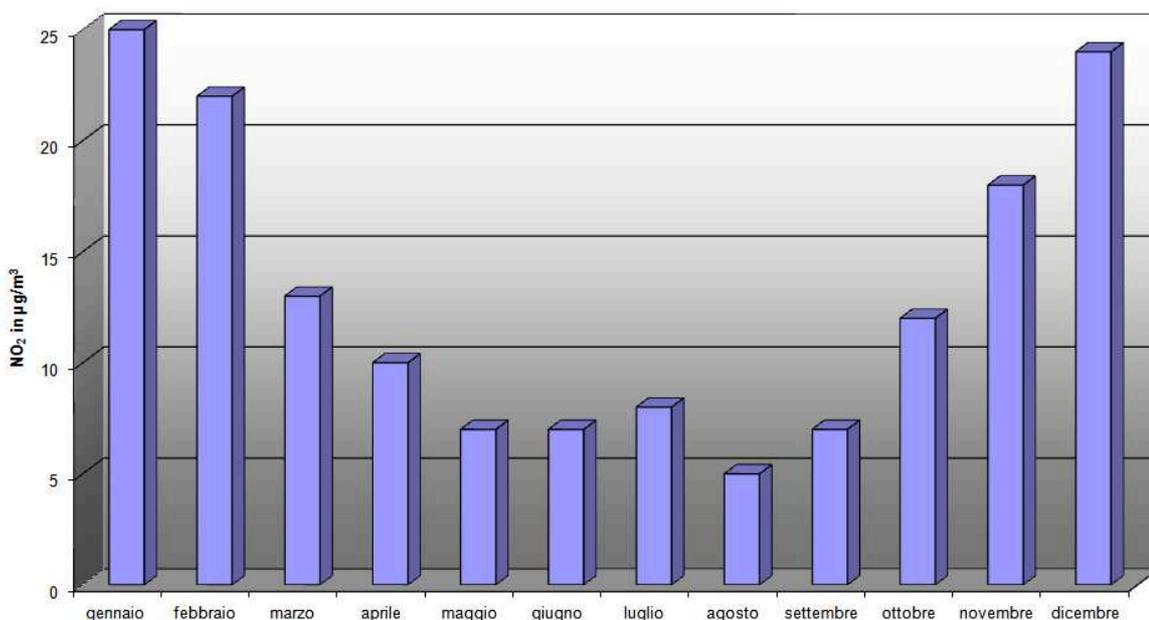


Figura 31: stazione di Feltre; medie mensili NO₂.

Il grafico del biossido d'azoto evidenzia la tipica stagionalità invernale dovuta alle condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione e ad un maggior carico antropico dovuto al riscaldamento domestico.

I dati sono stati anche elaborati per ottenere una settimana tipo per ogni inquinante.

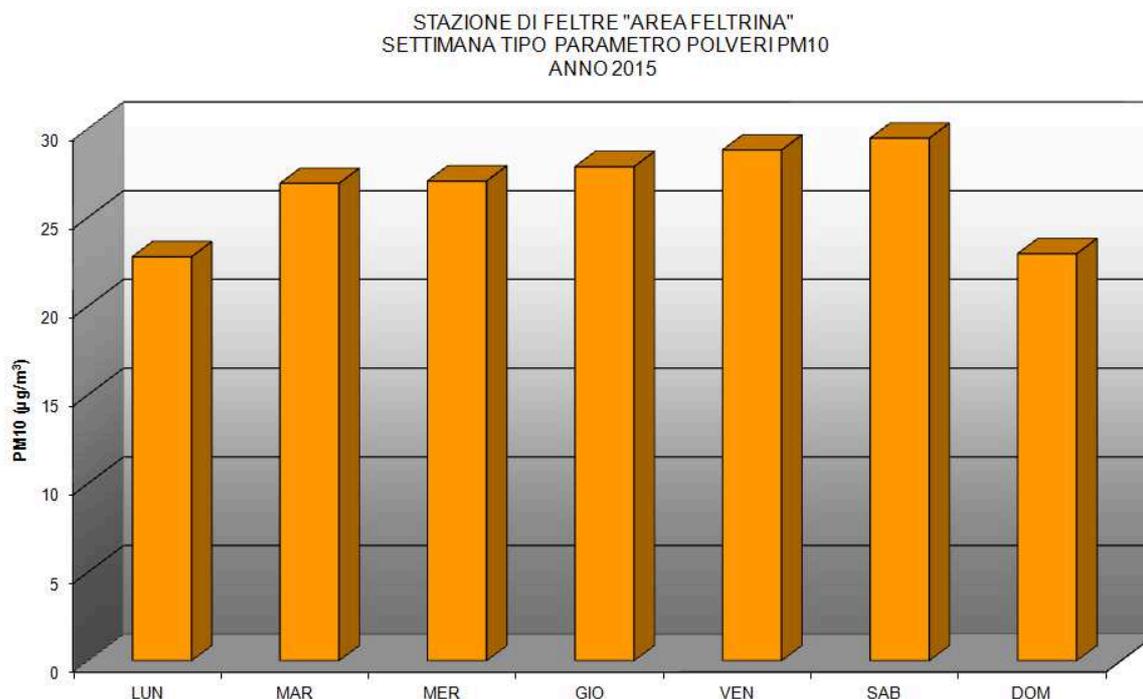


Figura 32: stazione di Feltre; settimana tipo PM10.

L'andamento settimanale del PM10 è relativamente crescente dalla domenica al sabato.



Figura 33: stazione di Feltre; settimana tipo NO₂.

L'andamento del biossido d'azoto evidenzia un andamento di concentrazioni stabili con un leggero calo nella giornata di domenica.

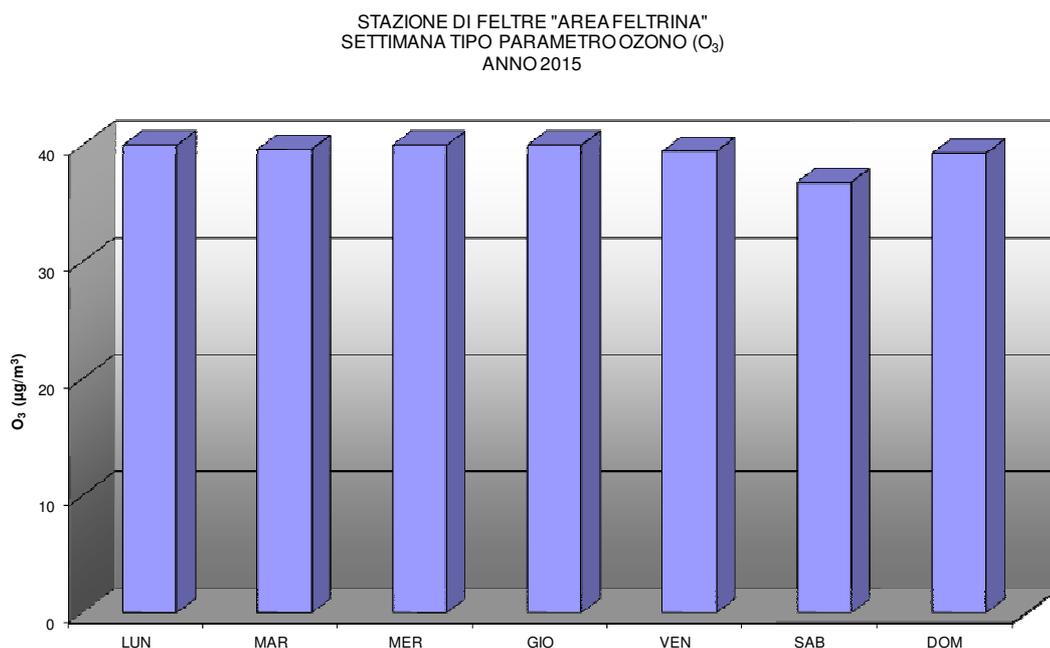


Figura 34: stazione di Feltre; settimana tipo O₃.

Per quanto riguarda l'andamento settimanale dell'ozono, non si notano significative differenze nel corso della settimana. Trattandosi di un inquinante secondario, in parte già presente in natura, non è possibile formulare ipotesi che lo colleghino a particolari fonti.

Nei seguenti diagrammi (giorno tipo) viene illustrato l'andamento giornaliero della concentrazione degli inquinanti monitorati in continuo, l'elaborazione è stata eseguita non considerando la variazione dovuta all'eventuale introduzione dell'ora legale. . Si precisa inoltre che l'interruzione nella linea dei grafici è dovuta alla mancanza del dato per il processo di taratura quotidiana dello strumento.

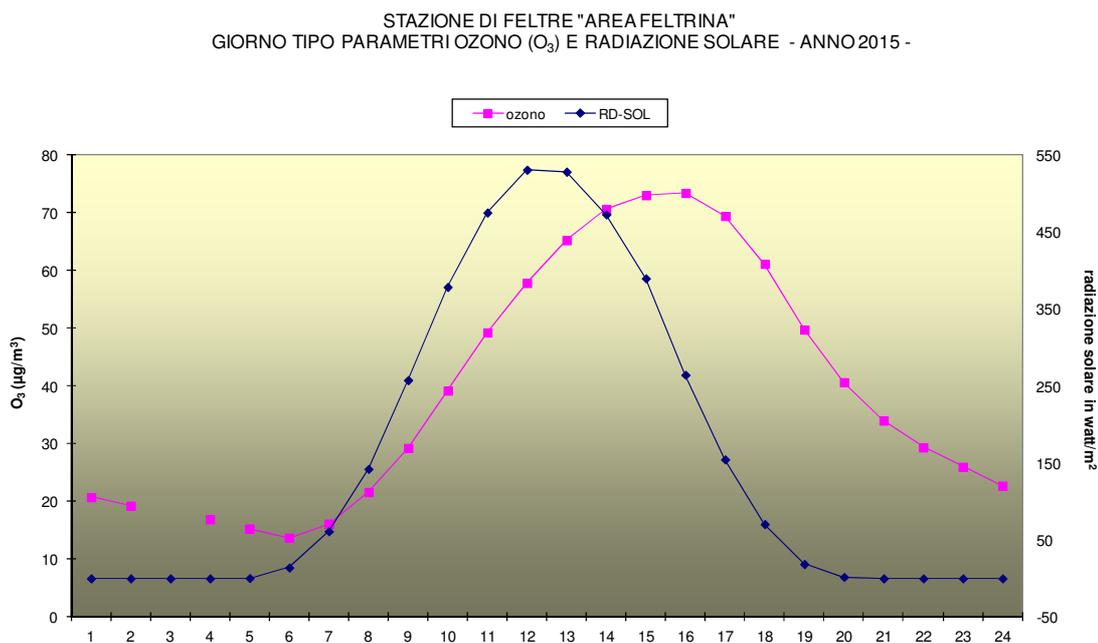


Figura 35: stazione di Feltre; giorno tipo O₃.

Per quanto riguarda il grafico dell'ozono, il cui andamento è associato a quello della radiazione solare, si evidenzia che il picco di radiazione solare precede di qualche ora quello dell'ozono che presenta le massime concentrazioni a metà pomeriggio.

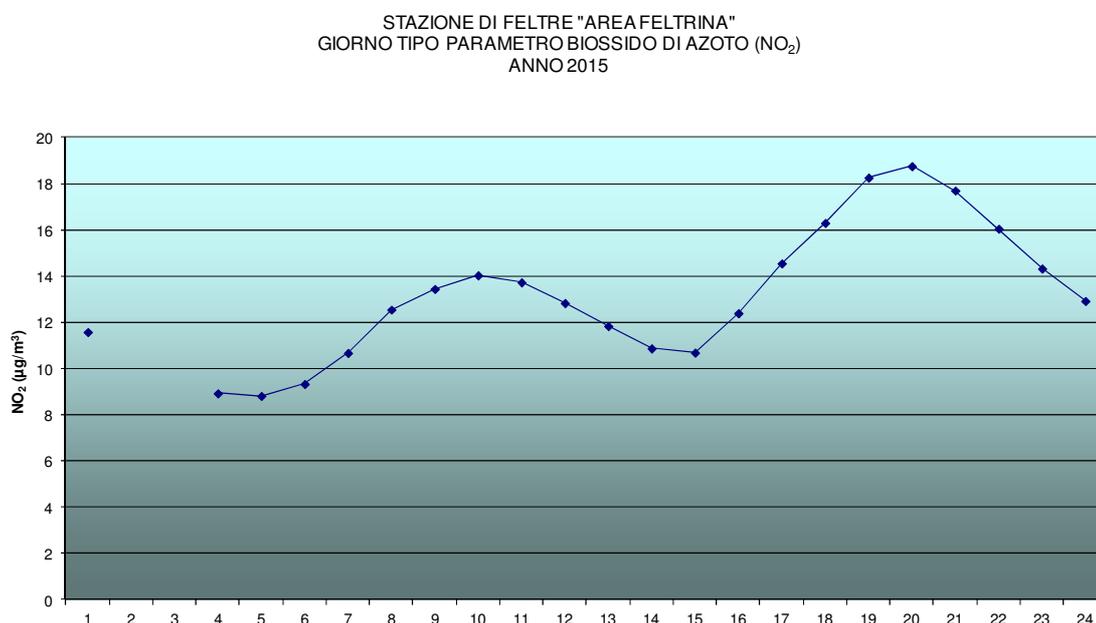


Figura 36: stazione di Feltre; giorno tipo NO₂.

L'andamento del biossido d'azoto mostra due punte giornaliere alle 10 di mattina ed alle 20 della sera.

Per quanto riguarda il PM₁₀ e il PM_{2.5} non è possibile effettuare un'elaborazione su base oraria in quanto la metodologia ufficiale di campionamento e analisi è su base giornaliera.

Distribuzione degli IPA nel PM₁₀

Come già accennato, gli IPA hanno assunto grande rilevanza dal punto di vista sanitario, a causa della loro diffusione e delle loro proprietà. Essendo la maggior parte di essi associati alle polveri sospese, la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che ne condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Per tale motivo lo studio della distribuzione dimensionale del particolato e della ripartizione degli IPA nelle diverse frazioni dimensionali riveste particolare importanza.

Indagine dimensionale del particolato

Al fine di effettuare un'indagine dimensionale delle particelle che costituiscono il PM₁₀, nel periodo settembre 2014 – dicembre 2015 presso la stazione fissa di monitoraggio dell'Area Feltrina sono stati effettuati campionamenti dedicati impiegando un campionatore ad alto volume Tish Environmental munito di una testa

di prelievo PM10 (TE-6070V-BL) e di un impattore multistadio a 5 stadi (TE-235). Tale campionatore consente di determinare la ripartizione delle granulometrie del particolato, mediante differenziazione del diametro aerodinamico, nelle seguenti classi dimensionali: 10-7.2 μm ; 7.2-3.0 μm ; 3.0-1.5 μm ; 1.5-0.95 μm ; <0.5 μm).

Il monitoraggio è stato condotto in diversi periodi, in modo da rappresentare diverse stagioni e condizioni meteorologiche. Sono stati eseguiti 8 campionamenti pluri-giornalieri nelle seguenti date:

Tabella 14: stazione di Feltre, periodi di campionamento multistadio con alto volume.

23/09/2014 – 29/09/2014	14/05/2015 – 19/05/2015
18/12/2014 – 23/12/2014	25/09/2015 – 30/09/2015
23/01/2015 – 27/01/2015	19/10/2015 – 23/10/2015
20/02/2015 – 25/02/2015	15/12/2015 – 21/12/2015

Il particolato frazionato è stato raccolto su filtri in fibra di quarzo, sui quali è stata condotta l'analisi gravimetrica secondo il metodo UNI EN 12341:2014. A causa di un problema tecnico nei risultati relativi al campionamento effettuato nel mese di ottobre del 2015, non è stata considerata la frazione 10-7.2 μm .

Nel grafico che segue si riporta l'andamento complessivo della concentrazione del PM10:

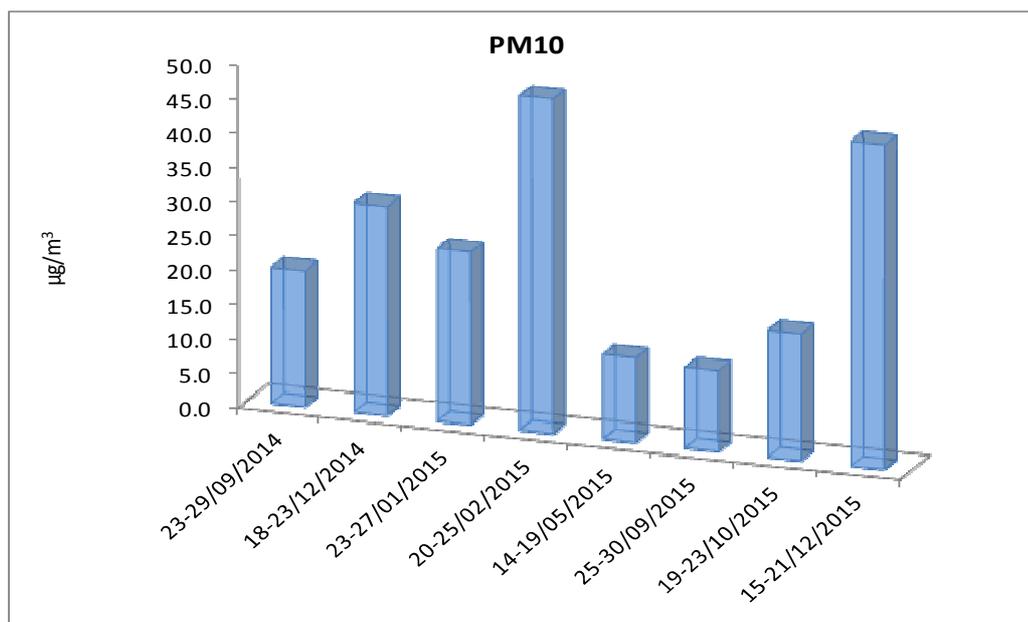


Figura 37: PM10 rilevato nelle campagne di monitoraggio.

Tale grafico conferma l'ormai ben noto trend stagionale del PM10, con i valori maggiori registrati nei periodi più freddi, caratterizzati in particolare dall'aumento del carico antropico e da condizioni atmosferiche più stabili. Emerge, inoltre, una "variabilità" dei valori rilevati nei mesi invernali; questo potrebbe essere dovuto in particolare a diverse condizioni meteorologiche nei periodi di monitoraggio, le quali giocano un ruolo fondamentale per il destino degli inquinanti aerodispersi.

Ogni sessione di campionamento ha permesso di ricavare una distribuzione dimensionale del particolato nelle classi granulometriche considerate. In figura 38 si riporta il contributo delle singole frazioni granulometriche al PM10 rilevato in ogni campagna di misura; in figura 39, si presenta, invece, il contributo medio percentuale delle frazioni stesse.

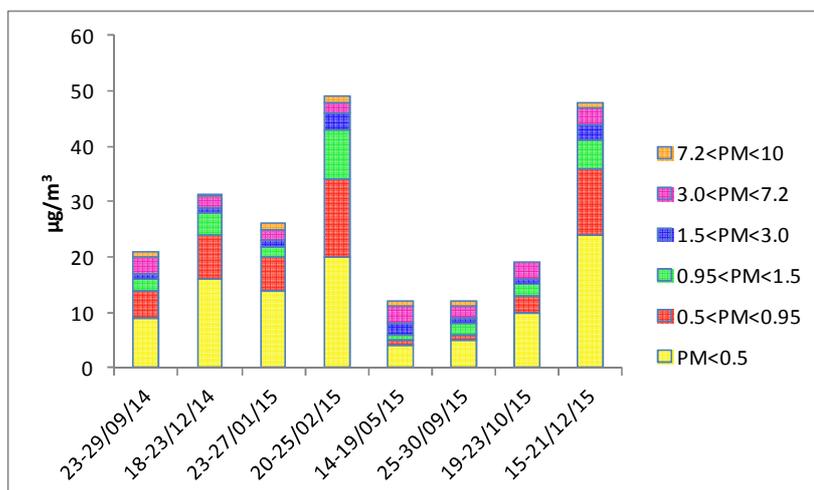


Figura 38: contributo delle frazioni granulometriche al PM10.

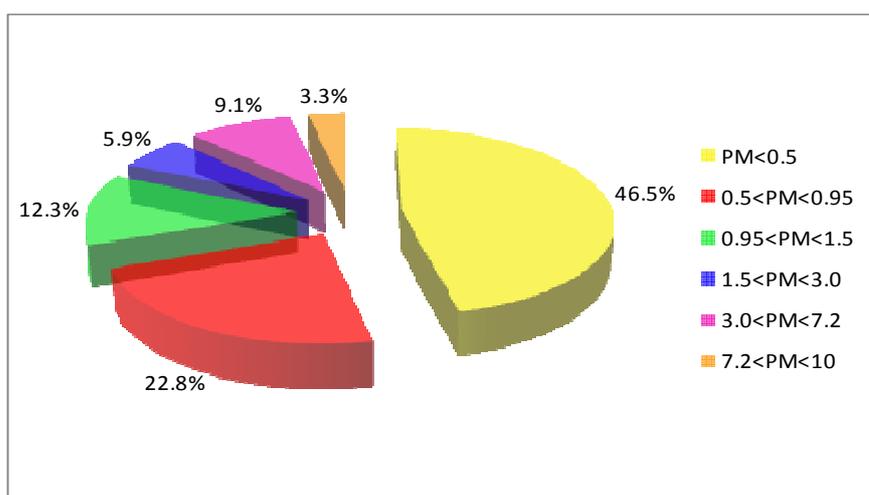


Figura 39: contributo medio percentuale delle frazioni granulometriche al PM10.

Dalla figura 38 emerge il contributo importante della frazione più fine (PM<0.5) in tutti i periodi di campionamento, con un evidente andamento stagionale e valori più elevati registrati nelle campagne invernali. La figura 39 evidenzia un contributo medio percentuale del PM<0.5 pari al 46.5% e del PM<0.95 pari al 69.3%. Tale risultato ha un importante rilievo dal punto di vista sanitario, in quanto, come accennato in precedenza, dalle dimensioni delle particelle dipende la capacità delle stesse di penetrare nelle vie respiratorie. In funzione di tale capacità si distinguono tre frazioni:

- frazione inalabile: include tutte le particelle che riescono ad entrare dalle narici e dalla bocca;
- frazione toracica: comprende le particelle che riescono a passare attraverso la laringe e ad entrare nei polmoni durante l'inalazione, raggiungendo la regione tracheo-bronchiale (inclusa la trachea e le vie cigliate);
- frazione respirabile: include le particelle sufficientemente piccole in grado di raggiungere la regione alveolare, incluse le vie aeree non cigliate e i sacchi alveolari.

In generale, quanto più piccola è la dimensione delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nell'apparato respiratorio e dunque di produrre effetti dannosi sulla salute.

Distribuzione degli IPA nelle diverse classi dimensionali del particolato

Come accennato, la maggior parte degli IPA sono associati alle polveri sospese; lo studio della distribuzione degli IPA nelle diverse frazioni dimensionali del particolato diventa, quindi, importante per capire la capacità di penetrazione degli stessi nei diversi tratti dell'apparato respiratorio.

A tal fine, oltre alla determinazione gravimetrica del particolato raccolto, su ciascuna frazione è stata effettuata l'analisi degli IPA riportati nelle figure che seguono. Per la determinazione del benzo(a)pirene è stato impiegato il metodo UNI EN15549:2008, mentre per gli altri IPA il metodo riportato nel DM 5 maggio 2015.

Va precisato che, per convenzione, le concentrazioni superiori al limite di rilevanza (LOD) ma inferiori al limite di quantificazione (LOQ), sono state assunte pari alla metà di quest'ultimo.

Nei grafici che seguono si riporta per ogni campagna di campionamento la distribuzione degli IPA rilevati nelle singole frazioni. In tabella 11 si riporta, inoltre, per ognuno di essi la classificazione secondo la IARC.

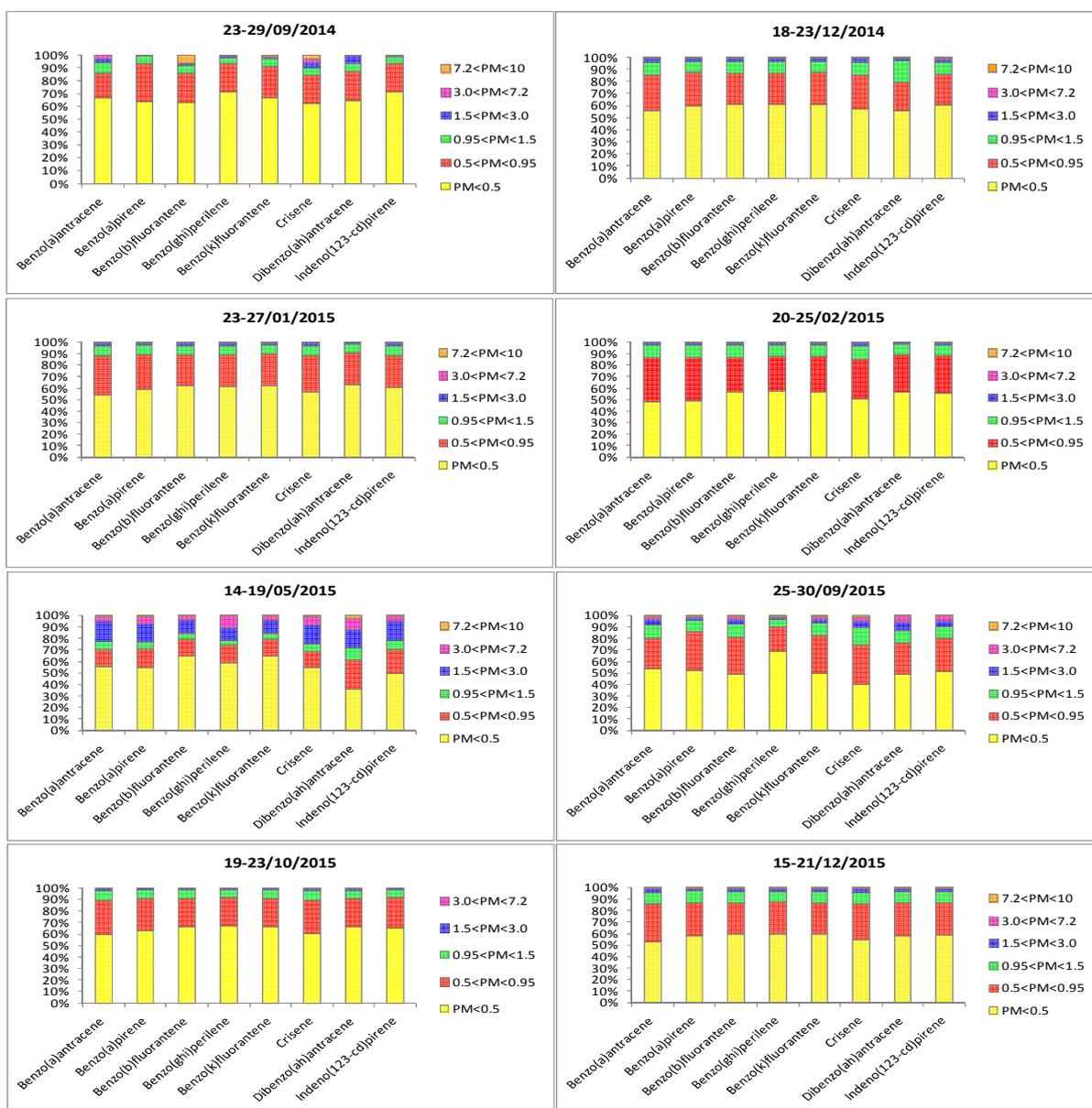


Figura 40: distribuzione degli IPA nelle diverse frazioni granulometriche.

I risultati ottenuti confermano quanto riportato in letteratura, ovvero che gli IPA sono associati principalmente alla frazione più fine del particolato.

Tabella 15: classificazione secondo la IARC.

	Classificazione IARC	Effetto
Benzo(a)antracene	2B	Possibile cancerogeno per l'uomo
Benzo(a)pirene	1	Cancerogeno per l'uomo
Benzo(b)fluorantene	2B	Possibile cancerogeno per l'uomo
Benzo(g,h,i)perilene	3	Non classificabile come cancerogeno per l'uomo
Benzo(k)fluorantene	2B	Possibile cancerogeno per l'uomo
Crisene	2B	Possibile cancerogeno per l'uomo
Dibenzo(a,h)antracene	2A	Probabile cancerogeno per l'uomo
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	2B	Possibile cancerogeno per l'uomo

Nella figura che segue si riporta la concentrazione totale degli IPA rilevati nel PM10 nei diversi periodi di campionamento, da cui emergono fluttuazioni stagionali, con concentrazioni più elevate nella stagione invernale, caratterizzata, oltre che da particolari condizioni meteorologiche, dal considerevole impiego della legna per il riscaldamento domestico.

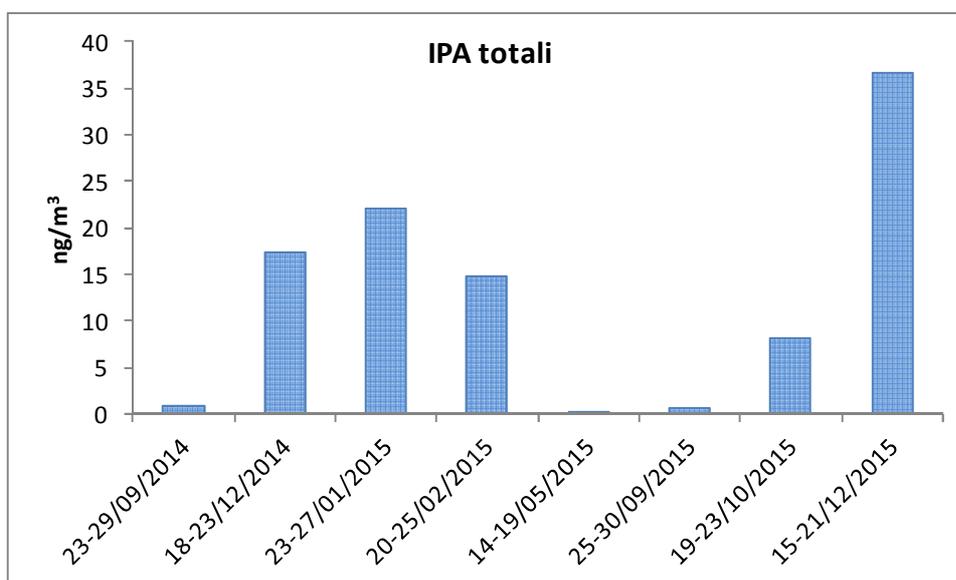


Figura 41: concentrazione totale degli IPA nel PM10.

Nella tabella e nei grafici che seguono viene focalizzata l'attenzione sul frazionamento del benzo(a)pirene nelle diverse classi dimensionali; per una lettura più immediata dei risultati, in figura 43 viene riportato graficamente quanto riassunto nella tabella 16. Nella figura 44 viene raffigurata, invece, la distribuzione granulometrica media nelle campagne di monitoraggio.

Tabella 16: benzo(a)pirene rilevato nelle classi dimensionali.

	Benzo(a)pirene ng/m ³							
	23-25 09/14	18-23 12/14	23-27 01/15	20-25 02/15	14-19 05/15	25-30 09/15	19-23 10/15	15-21 12/15
PM<0.5	0.068	1.9961	2.305	1.1634	0.0129	0.0684	1.068	4.251
0.5<PM<0.95	0.032	0.9245	1.2	0.8734	0.0039	0.0438	0.476	2.12
0.95<PM<1.5	0.006	0.3047	0.303	0.2576	0.0013	0.0134	0.124	0.722
1.5<PM<3.0	0.001	0.0719	0.072	0.045	0.0036	0.0031	0.022	0.173
3.0<PM<7.2	5.00E-05	0.0251	0.024	0.0129	0.0016	0.0015	0.004	0.033
7.2<PM<10	5.00E-05	0.0094	0.01	0.0061	0.0002	0.0008	-	0.014

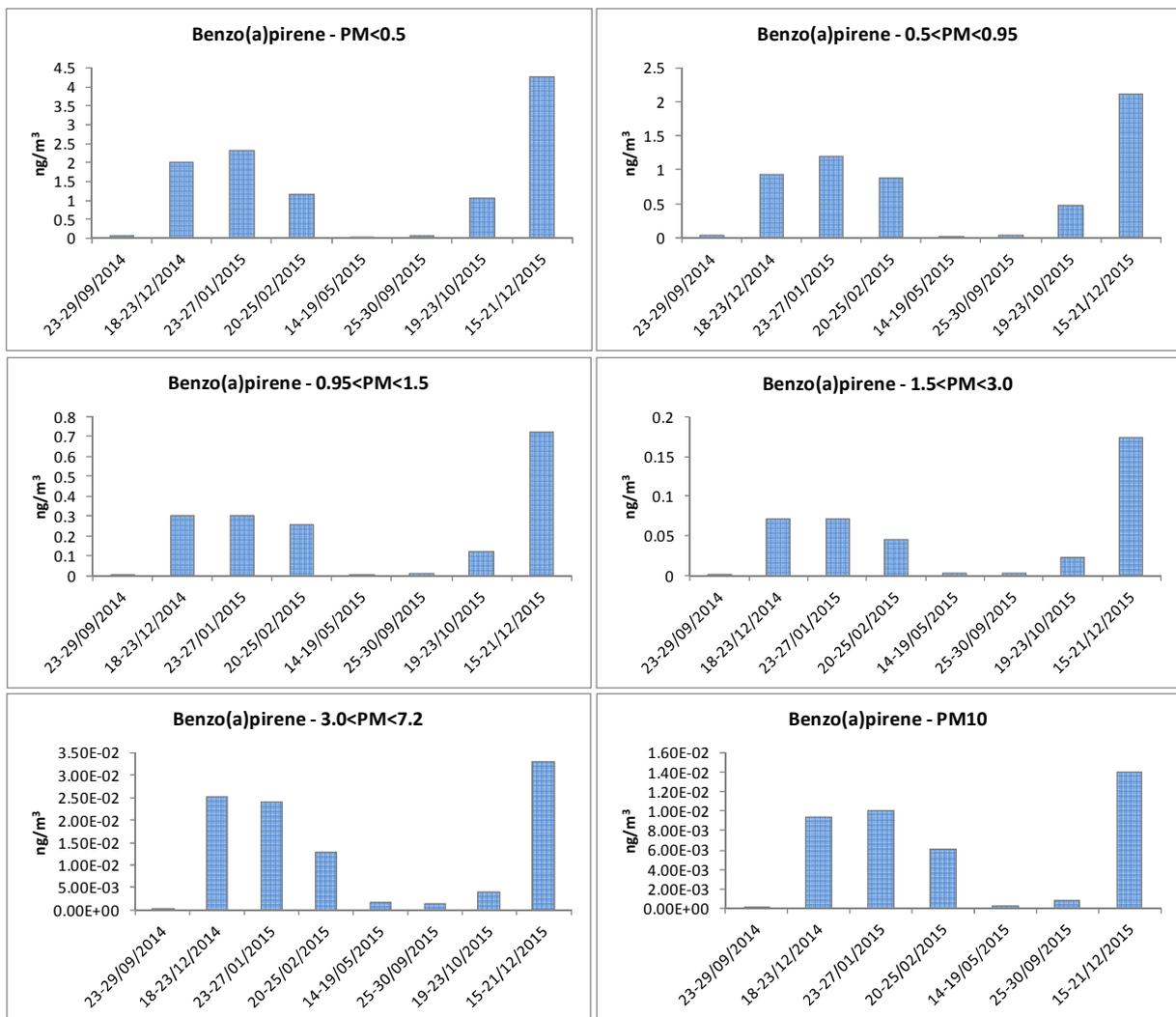


Figura 42: benzo(a)pirene rilevato nelle classi dimensionali.

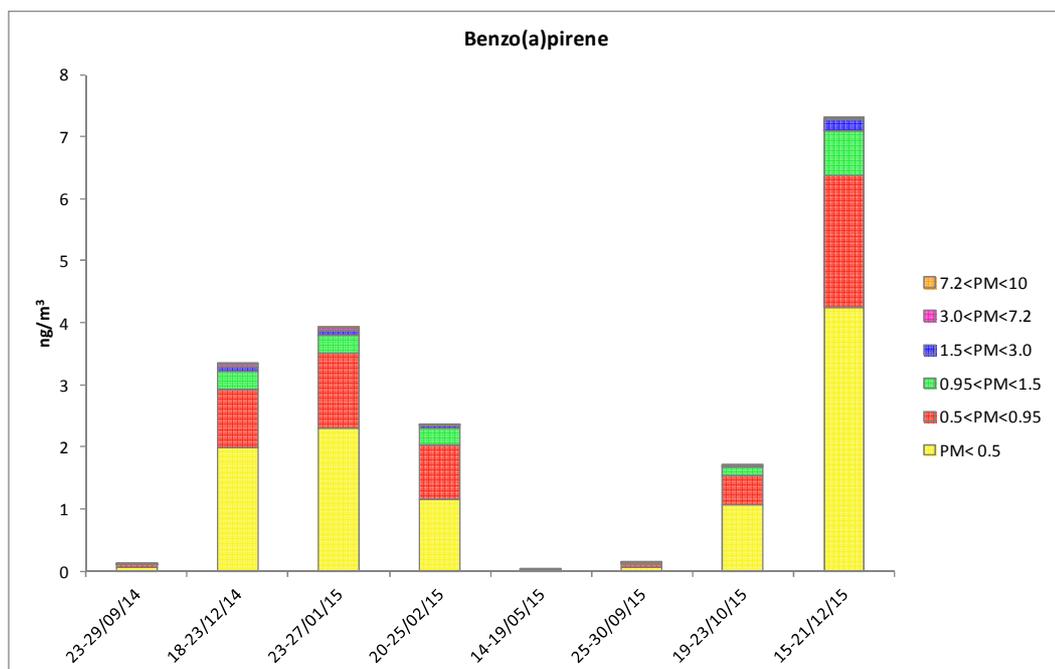


Figura 43: benzo(a)pirene rilevato nelle classi dimensionali.

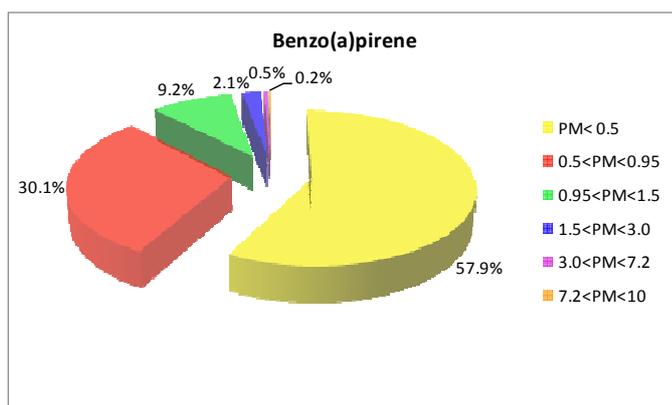


Figura 44: distribuzione granulometrica media del benzo(a)pirene.

La tabella e le figure confermano quanto già evidenziato nei grafici di figura 40, ovvero che il benzo(a)pirene è legato soprattutto alle frazioni più fini del particolato. I grafici riportati nelle figure 42 e 43 evidenziano, inoltre, un marcato andamento stagionale, con i valori più elevati registrati nei mesi invernali in tutte le frazioni.

10 - Stazione di Pieve d'Alpago: analisi dei dati rilevati

Nel presente paragrafo vengono presentati in forma grafica e tabellare i dati raccolti nell'anno 2015 presso la stazione di Pieve d'Alpago in via Samuel Friedrich Hahnemann. Nelle seguenti tabelle vengono esposti i raffronti tra i limiti di legge e i valori misurati nella stazione di Pieve d'Alpago nel corso del 2015.

Tabella 17: confronto con i limiti per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.)- stazione di Pieved'Alpago.

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Limite	Valore
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile	3 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 superamento
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 superamenti
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47 superamenti
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni	40 superamenti
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ da calcolare come media su 5 anni	23288 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	25265 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
NO_x	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 superamenti
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile	0 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C₆H₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Polveri PM10: sono stati registrati 3 superamenti del limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dal D.Lgs 155/2010 (sono consentiti 35 superamenti in un anno solare); la media annuale si è attestata a 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozono: per questo inquinante è stato registrato un superamento della soglia di informazione alla popolazione di 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore massimo misurato è stato

quindi di 184 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore alla soglia di allarme fissata in 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda il valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni, il valore del periodo 2013-2015 è di 40 giorni all'anno, superiore quindi al valore obiettivo. Per questa stazione, di background rurale, i valori obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 sono risultati superiori a quanto previsto dalla normativa.

Ossidi d'azoto (NOx): per questa stazione di background urbano è prevista la valutazione del limite critico degli ossidi d'azoto per la vegetazione. Il valore registrato è abbondantemente inferiore ai 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Biossido d'azoto: le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di un limite orario di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte all'anno.

Benzene: il benzene si è mantenuto ben al di sotto del valore limite annuale per la protezione della salute umana. La media annuale è stata di 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati

La tabella, che considera il trend degli inquinanti monitorati dal momento dell'attivazione della stazione di Pieve d'Alpago evidenzia una sostanziale stabilità per quanto riguarda il biossido d'azoto (NO_2) e l'ozono (O_3). Le polveri PM10 si sono sempre mantenute su valori molto bassi e negli ultimi anni sono ulteriormente diminuite, anche a causa di inverni molto piovosi. Il benzene infine manifesta un trend di continua diminuzione dall'inizio del suo rilevamento nel 2012.

Tabella 18: stazione di Pieve d'Alpago, trend annuale inquinanti.

STAZIONE DI PIEVE D'ALPAGO LOC. VILLA TABELLA MEDIE ANNUALI							
PARAMETRO	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	PM10	Benzene	Benzo(a)Pirene
Unità di misura	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 293K	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 293K	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 293K	mg/m^3 293K	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 293K	nanogrammi/ m^3
anno	media	media	media	media	media	media	media
2006	2	12	59	***	17	***	***
2007	1	11	64	***	20	***	***
2008	1	12	62	***	19	***	***
2009	1	14	63	***	20	***	***
2010	1	11	63	***	20	***	***
2011	1	10	64	***	17	***	***
2012	***	9	64	***	15	3.0	***
2013	***	8	58	***	13	2.3	***
2014	***	7	55	***	12	1.2	***
2015	***	7	63	***	14	0.6	***

*** Misura non prevista

Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati

In questo paragrafo vengono presentate alcune valutazioni sull'andamento stagionale e settimanale dei parametri monitorati, cercando di metterne in evidenza la relazione con i fattori climatici e con le fonti di emissione.

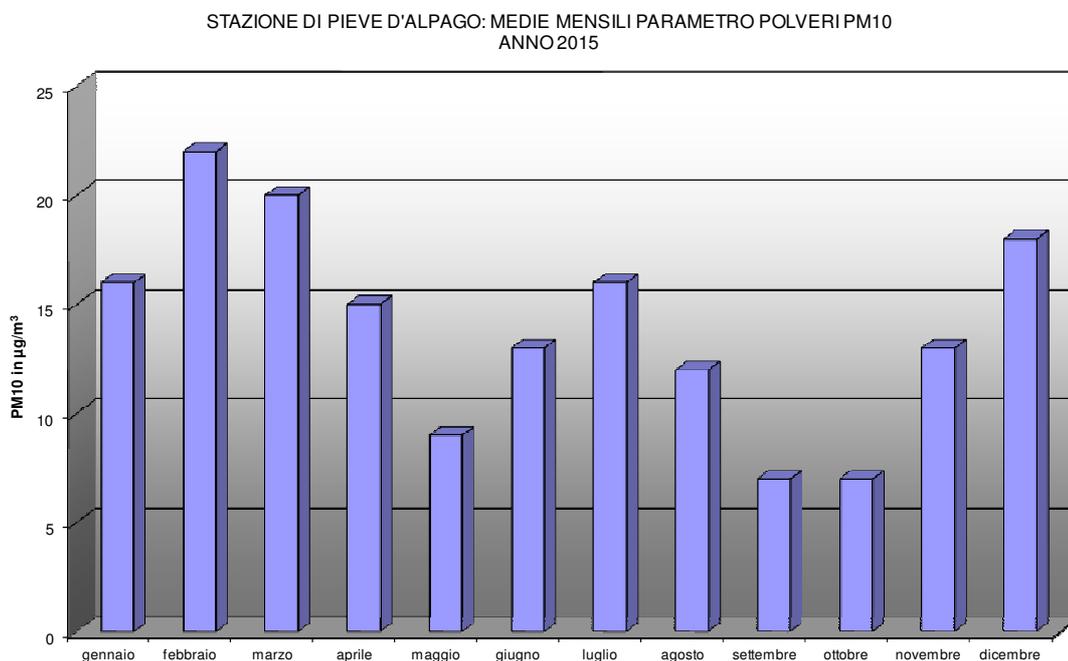


Figura 45: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili PM10.

Il grafico delle polveri PM10 evidenzia, la normale stagionalità di questo inquinante dovuta all'aumento del carico antropico e alle condizioni meteorologiche sfavorevoli, con concentrazioni più elevate nei periodi invernali. Le condizioni di particolare siccità estiva hanno causato un relativo aumento estivo dovuto al particolato secondario.

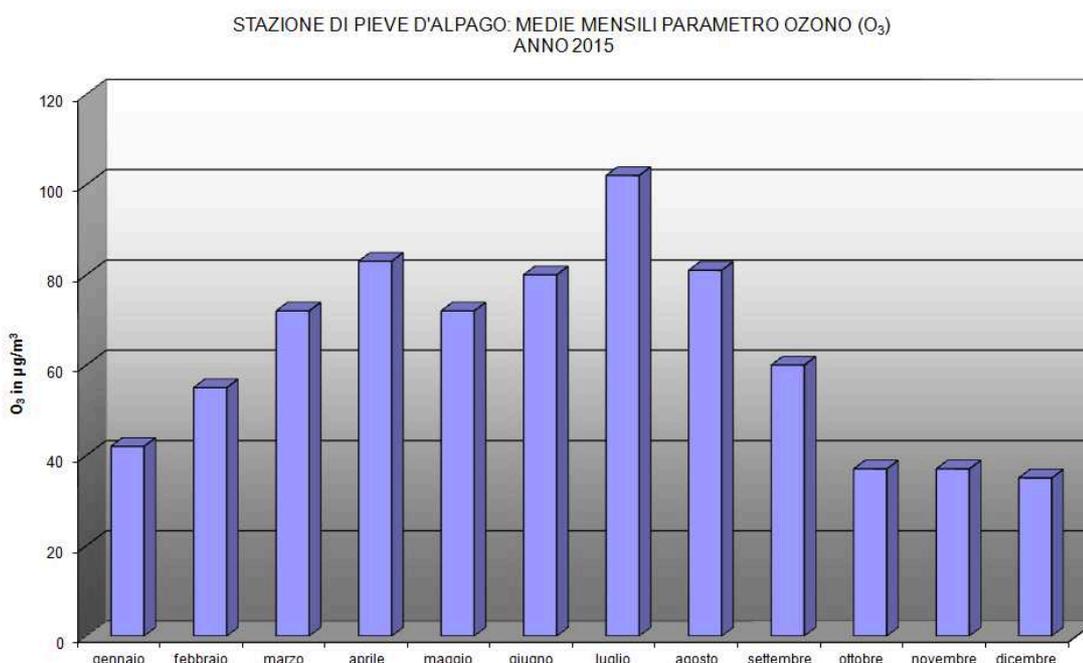


Figura 46: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili O_3 .

Contrariamente al PM10 l'ozono, inquinante secondario correlato strettamente alla radiazione solare, tende a crescere dalla stagione primaverile -estiva e decrescere successivamente.

STAZIONE DI PIEVE D'ALPAGO: MEDIE MENSILI PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO (NO₂)
ANNO 2015

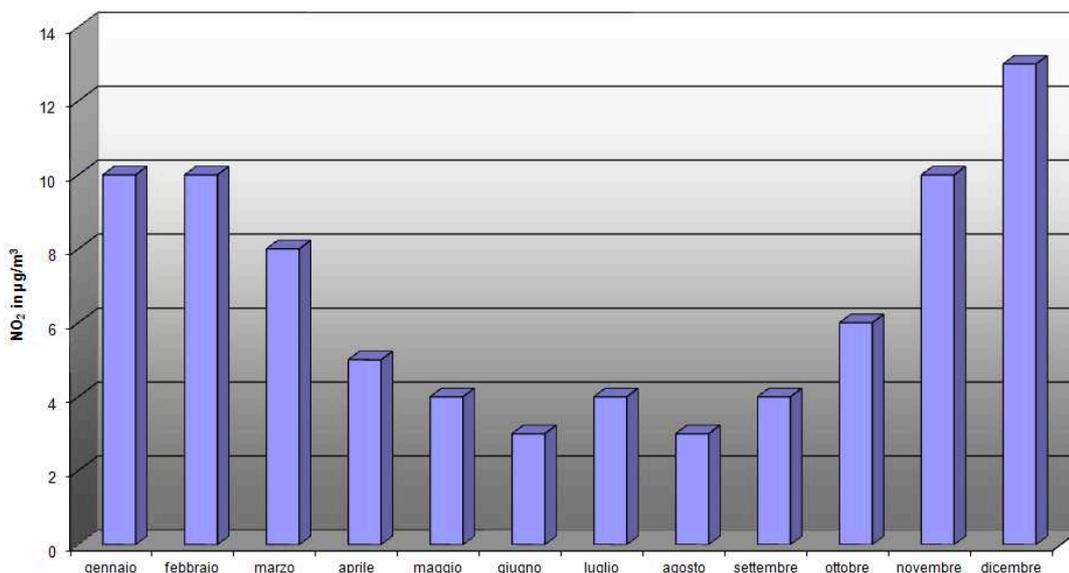


Figura 47: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili NO₂.

Il grafico del biossido d'azoto evidenzia la tipica stagionalità invernale dovuta alle condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione ed ad un maggior carico antropico dovuto al riscaldamento domestico.

STAZIONE DI PIEVE D'ALPAGO MEDIE MENSILI PARAMETRO BENZENE
ANNO 2015

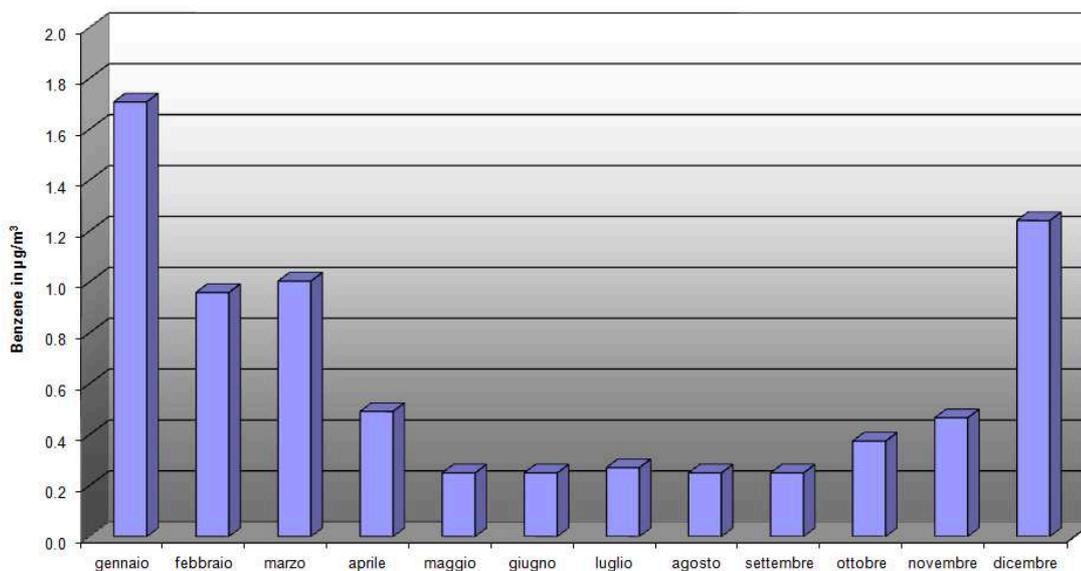


Figura 48: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili C₆H₆.

Anche il grafico del benzene evidenzia un marcato andamento stagionale, con valori più elevati nel periodo invernale per l'aumento del carico antropico e per le condizioni di scarso rimescolamento atmosferico.

I dati sono stati anche elaborati per ottenere una settimana tipo per ogni inquinante.

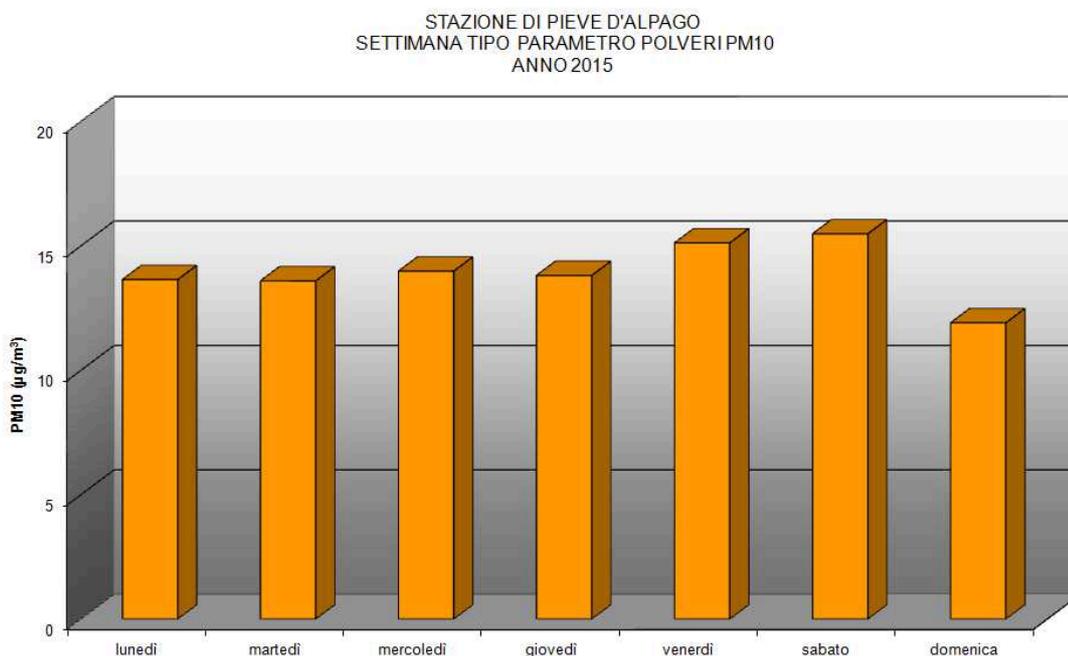


Figura 49: stazione di Pieve d'Alpago; settimana tipo PM10.

L'andamento settimanale del PM10 tende a subire un leggero aumento nelle giornate di sabato e domenica per poi calare nuovamente la domenica.



Figura 50: stazione di Pieve d'Alpago; settimana tipo NO₂.

L'andamento del biossido d'azoto evidenzia un andamento di concentrazioni stabili con un leggero calo nella giornata di domenica

STAZIONE DI PIEVE D'ALPAGO
 SETTIMANA TIPO PARAMETRO OZONO (O₃)
 ANNO 2015

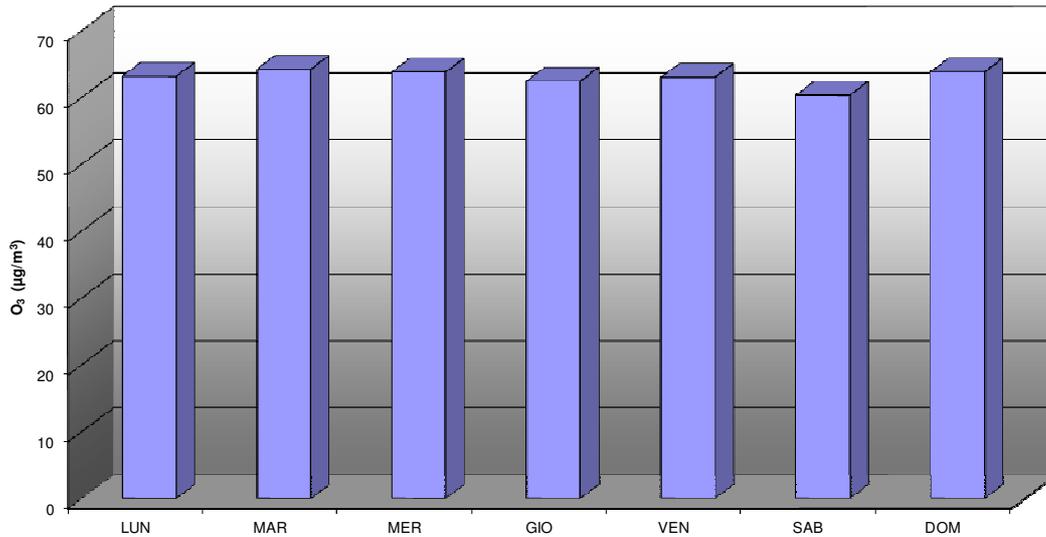


Figura 51: stazione di Pieve d'Alpago; settimana tipo O₃.

Per quanto riguarda l'andamento settimanale dell'ozono, non si notano significative differenze nel corso della settimana. Trattandosi di un inquinante secondario, in parte già presente in natura, non è possibile formulare ipotesi che lo colleghino a particolari fonti. Nei seguenti diagrammi (giorno tipo) viene illustrato l'andamento giornaliero della concentrazione degli inquinanti monitorati in continuo, l'elaborazione è stata eseguita non considerando la variazione dovuta all'eventuale introduzione dell'ora legale. Si precisa inoltre che l'interruzione nella linea dei grafici è dovuta alla mancanza del dato per il processo di taratura quotidiana dello strumento.

STAZIONE DI PIEVE D'ALPAGO
 GIORNO TIPO PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO (NO₂)
 ANNO 2015

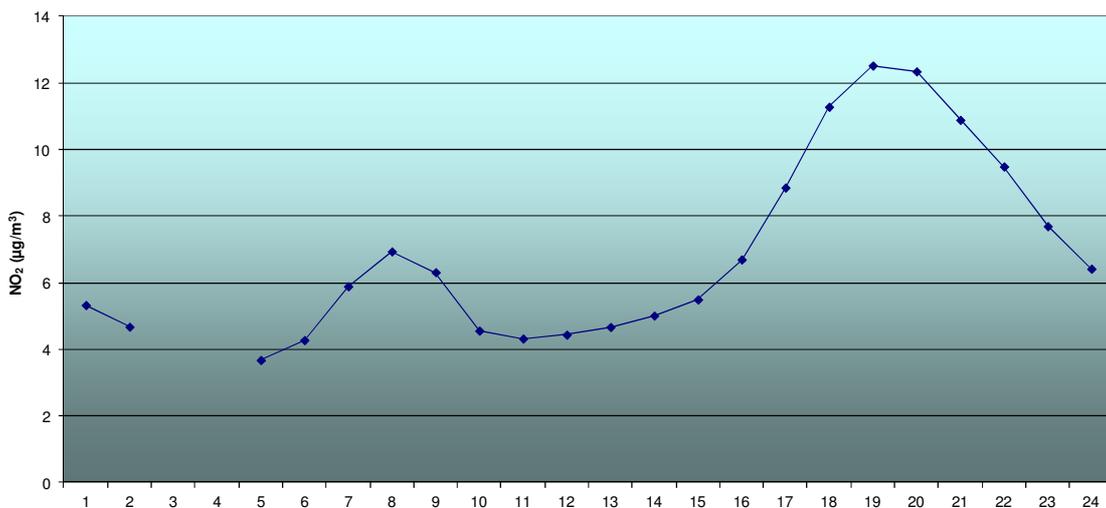


Figura 52: stazione di Pieve d'Alpago; giorno tipo NO₂.

L'andamento del biossido d'azoto mostra due punte giornaliere alle 8 – 9 di mattina ed alle 19 - 20 della sera.

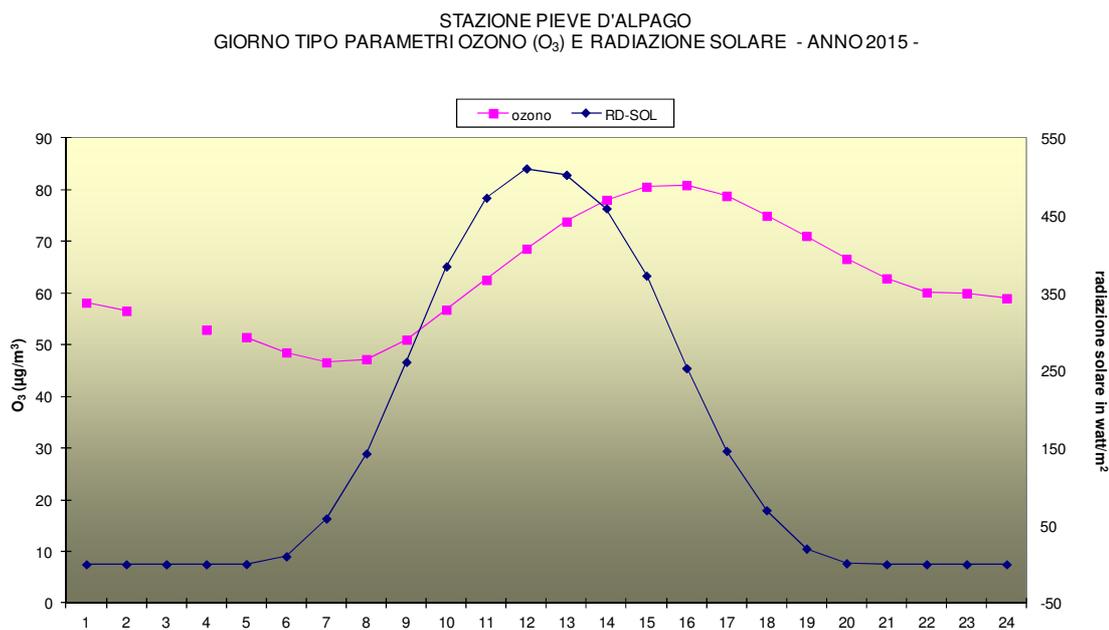


Figura 53: stazione di Pieve d'Alpago; giorno tipo O₃.

Per quanto riguarda il grafico dell'ozono, il cui andamento è associato a quello della radiazione solare, si evidenzia che il picco di radiazione solare precede di qualche ora quello dell'ozono che presenta le massime concentrazioni a metà pomeriggio.

Per quanto riguarda il PM₁₀ e il PM_{2.5} non è possibile effettuare un'elaborazione su base oraria in quanto la metodologia ufficiale di campionamento e analisi è su base giornaliera.

11 - Analisi comparativa dei dati delle stazioni fisse di rilevamento di Belluno, Feltre e Pieve d'Alpago

In questo paragrafo viene presentato in forma grafica il confronto tra le tre stazioni fisse della rete con riferimento ai principali inquinanti monitorati:

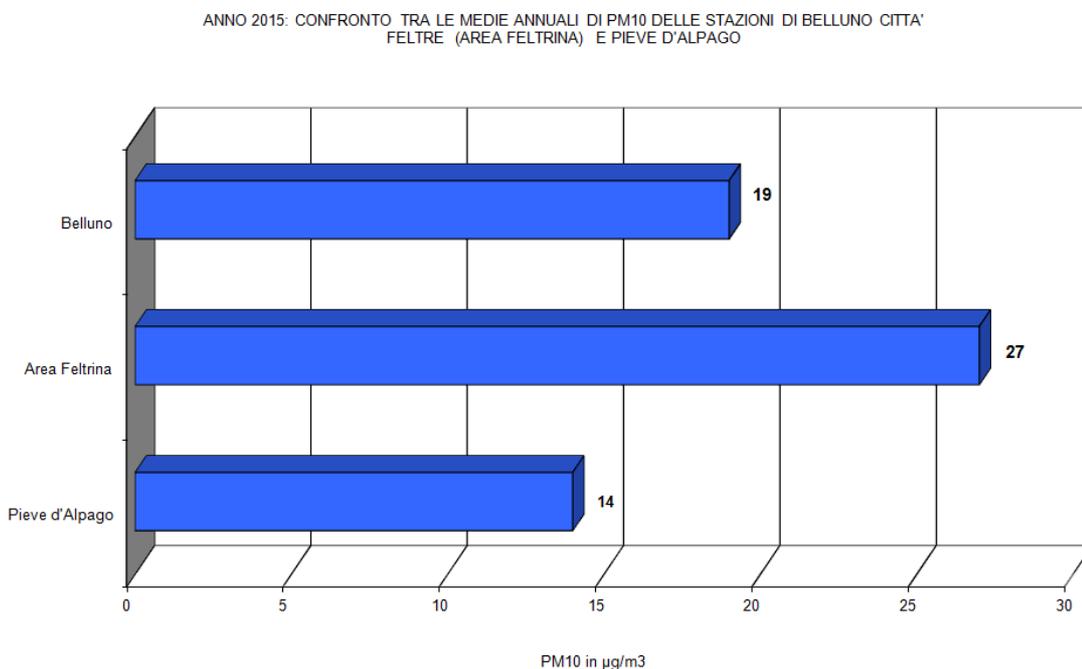


Figura 54: rete di monitoraggio provinciale: medie annuali PM10.

Il grafico di confronto delle medie annuali di PM10 delle stazioni fisse evidenzia il rispetto del limite per l'esposizione cronica ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale) in tutte le stazioni anche se Feltre si conferma la stazione con il più elevato livello annuale di polveri.

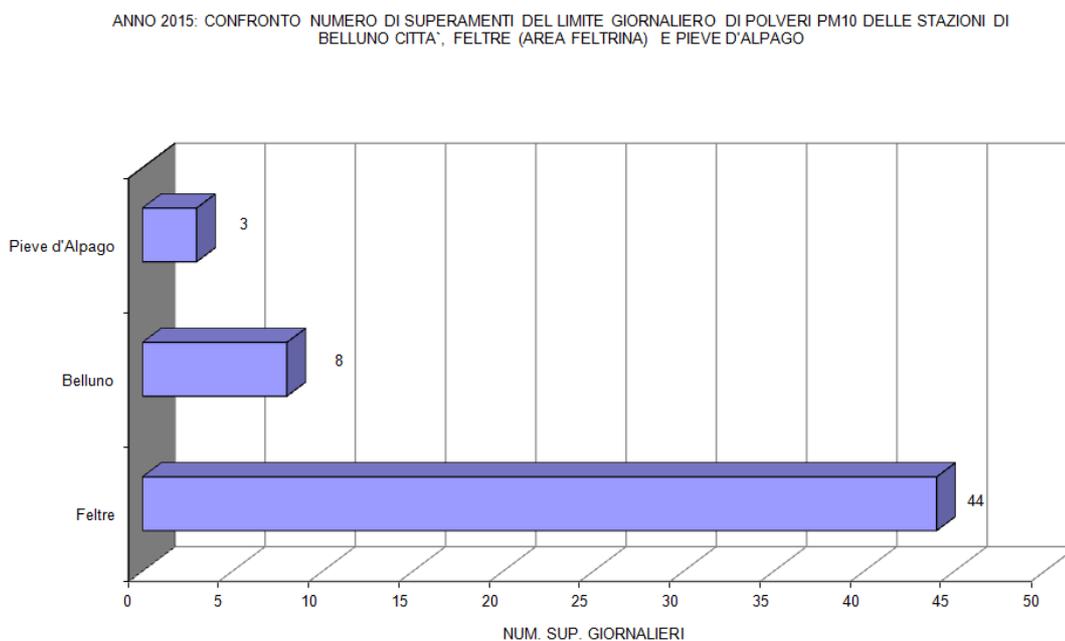


Figura 55: rete di monitoraggio provinciale: superamenti PM10.

Il grafico di confronto dei superamenti del limite acuto delle polveri PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno) evidenzia il superamento di tale limite di tipo acuto nella stazione “area feltrina”; decisamente inferiori sono stati i superamenti nelle stazioni di Belluno e Pieve d’Alpago.

ANNO 2015: CONFRONTO TRA LE MEDIE ANNUALI DI OZONO (O_3) DELLE STAZIONI DI BELLUNO CITTA', FELTRE (AREA FELTRINA) E PIEVE D'ALPAGO

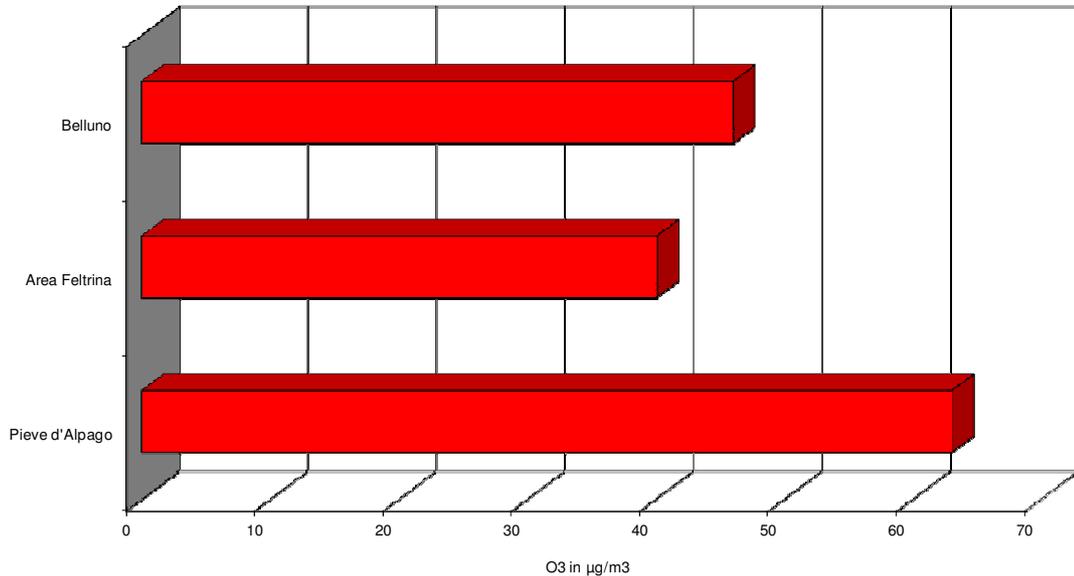


Figura 56: rete di monitoraggio provinciale: medie annuali O_3 .

Nel caso dell’ozono la stazione di Pieve d’Alpago, sita in zona pedemontana (loc. Villa), conferma anche per il 2015 il valore medio più elevato, per le caratteristiche di ruralità della localizzazione, con modesta presenza di inquinanti primari (NO , NO_2 e NO_x) che degradano l’ozono.

ANNO 2015: CONFRONTO TRA I SUPERAMENTI DELLA SOGLIA DI INFORMAZIONE ALLA POPOLAZIONE ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) PER L'OZONO (O_3) NELLE STAZIONI DI BELLUNO, FELTRE (AREA FELTRINA) E PIEVE D'ALPAGO

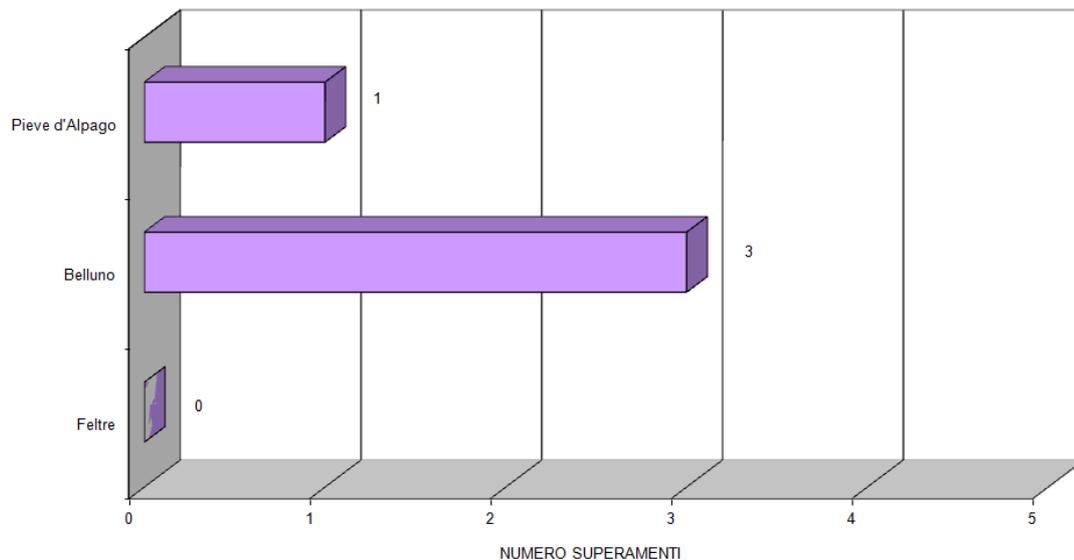


Figura 57: rete di monitoraggio provinciale: superamenti soglia informazione O_3 .

Per quanto riguarda i superamenti della soglia di informazione alla popolazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) la stazione di Belluno ha fatto registrare tre sforamenti del limite, mentre

quella di Pieve d'Alpago ne ha fatto registrare solamente uno. Nessuna delle tre stazioni ha fatto registrare superamenti della soglia di allarme.

ANNO 2015: CONFRONTO TRA LE MEDIE ANNUALI DI BISSIDO D'AZOTO (NO₂) DELLE STAZIONI DI BELLUNO CITTA', FELTRE (AREA FELTRINA) E PIEVE D'ALPAGO

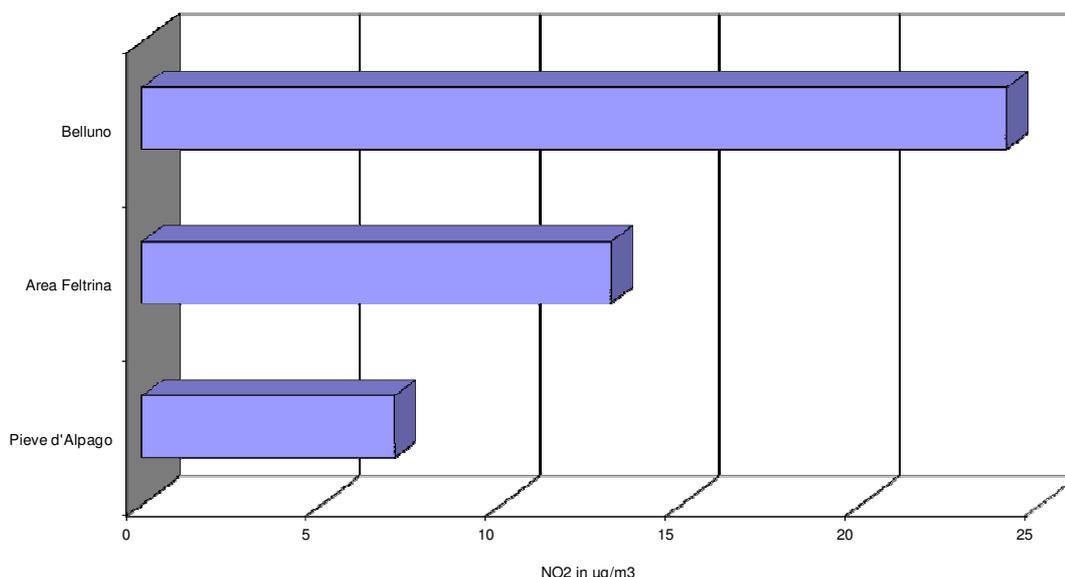


Figura 58: rete di monitoraggio provinciale: medie annuali NO₂.

Il grafico del biossido d'azoto conferma la scarsa presenza di ossidi d'azoto nella stazione di Pieve d'Alpago mentre per la stazione di Belluno, di tipo urbano, le concentrazioni sono relativamente più elevate per la maggior vicinanza a strade trafficate.

Vengono ora presentati in forma grafica e comparata tra le diverse stazioni i trend annuali dei diversi inquinanti già illustrati in forma tabellare per singole stazioni:

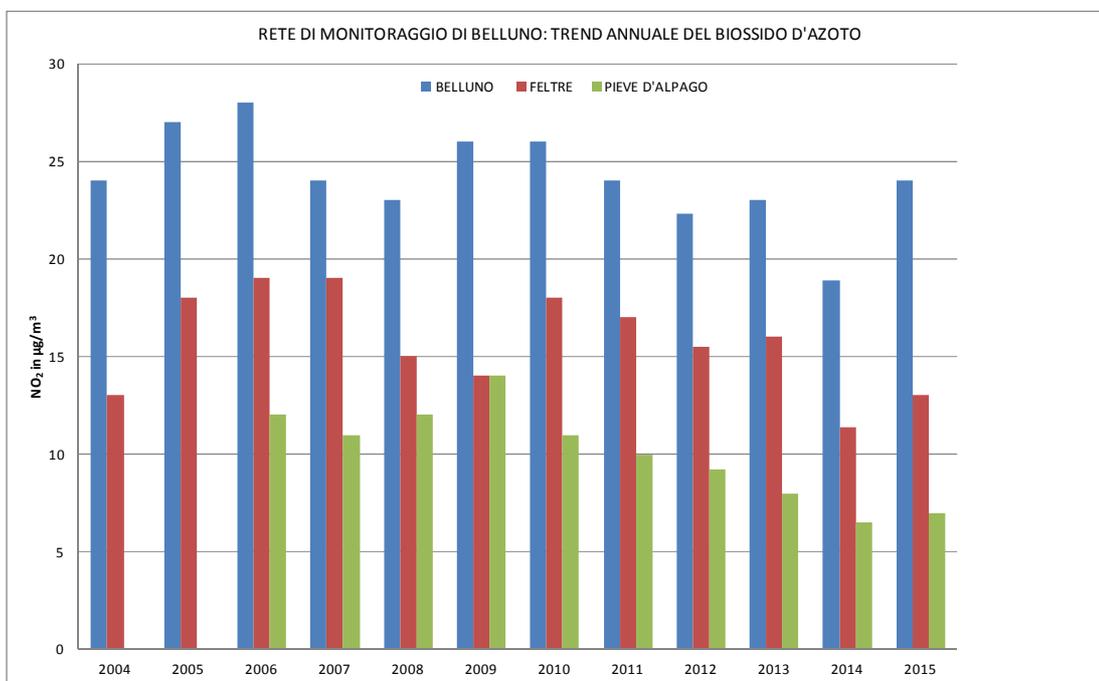


Figura 59: rete di monitoraggio provinciale: trend medie annuali NO₂.

Il grafico del biossido d'azoto (NO₂) segnala per il 2015 un rallentamento del trend di diminuzione di questo inquinante. L'effetto positivo dovuto al miglioramento generale

dei sistemi di combustione nel settore dei trasporti e del riscaldamento civile è stato vanificato dalle condizioni di eccezionale siccità che non hanno consentito il normale abbattimento degli inquinanti operato dalle precipitazioni piovose.

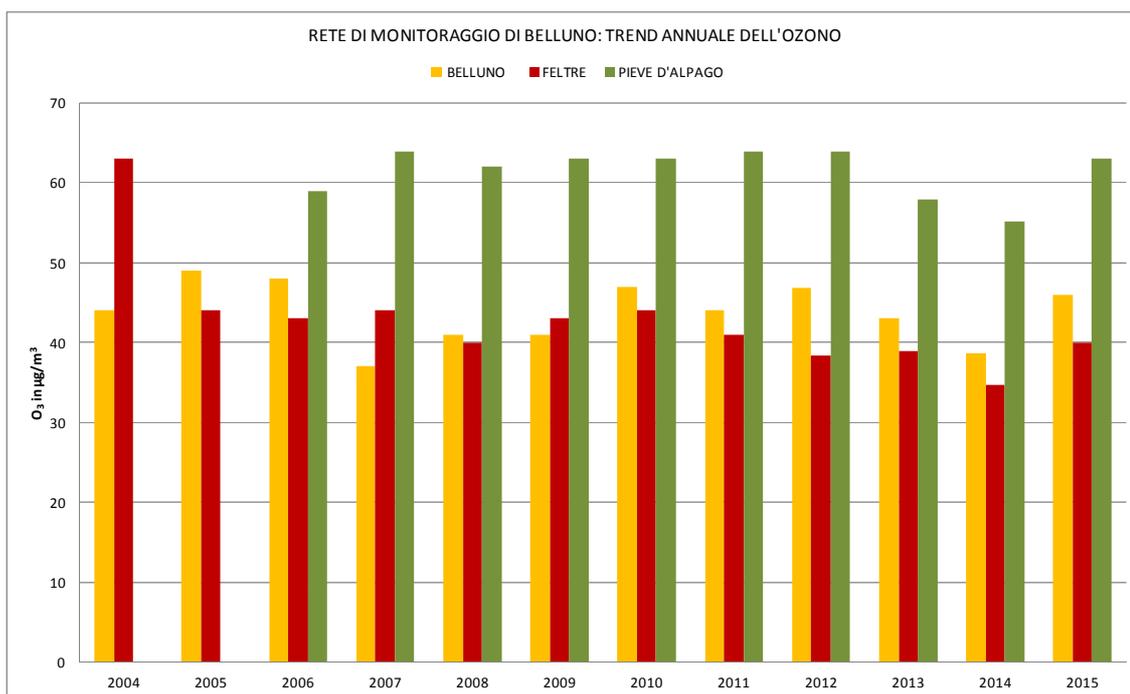


Figura 60: rete di monitoraggio provinciale: trend medie annuali O₃.

Per quanto riguarda l'ozono, dopo un trend annuale di diminuzione negli ultimi anni legato ad estati molto piovose e con uno scarso irraggiamento medio, le particolari condizioni di siccità della scorsa estate hanno determinato un aumento dei valori medi di questo inquinante. La stazione di Pieve d'Alpago presenta i valori più elevati a causa del suo posizionamento in zona rurale pedemontana.

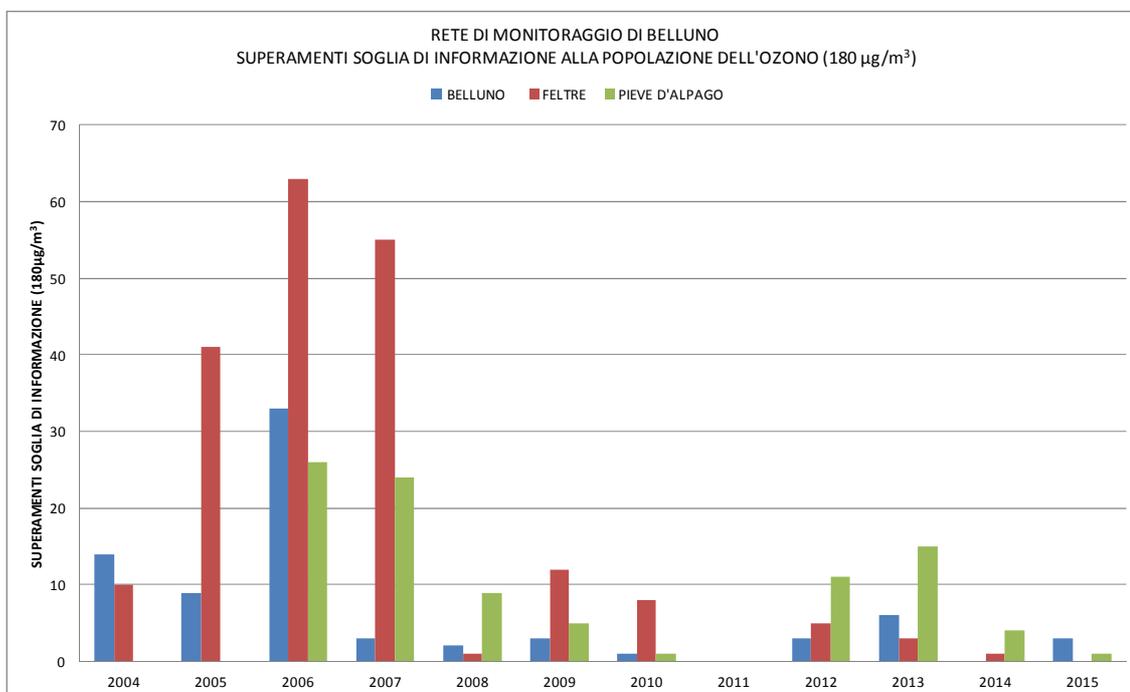


Figura 61: rete di monitoraggio provinciale: trend superamenti soglia informazione O₃.

I superamenti della soglia di informazione alla popolazione per l'ozono sono ridotti negli ultimi anni rispetto ai primi anni di rilevamento. Anche nel 2015, nonostante un

andamento meteorologico favorevole alla formazione di questo inquinante secondario, non si sono verificati numerosi superamenti dei $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, probabilmente per la permanenza di un trend di diminuzione della concentrazione di altri precursori come i composti organici volatili (COV). L'andamento delle concentrazioni medie non è sovrapponibile a quello dei picchi di concentrazione a causa della posizione "rurale" di Pieve d'Alpago, con un fenomeno di accumulo determinato dalla minor presenza di inquinanti che operano la rimozione dell'ozono.

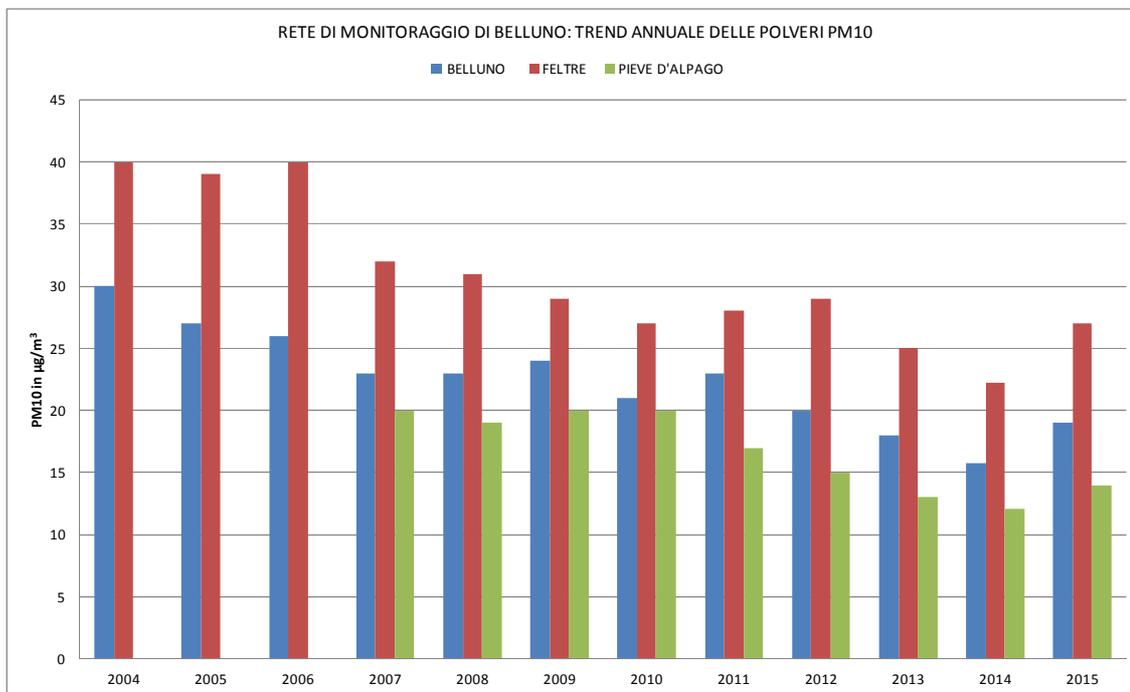


Figura 62: rete di monitoraggio provinciale: trend annuale polveri PM10.

Il trend annuale delle polveri PM10 nel 2015 ha subito un'inversione di tendenza, con un rialzo delle concentrazioni condizionato dal particolare andamento meteorologico. Anche quest'anno comunque il limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è stato superato.

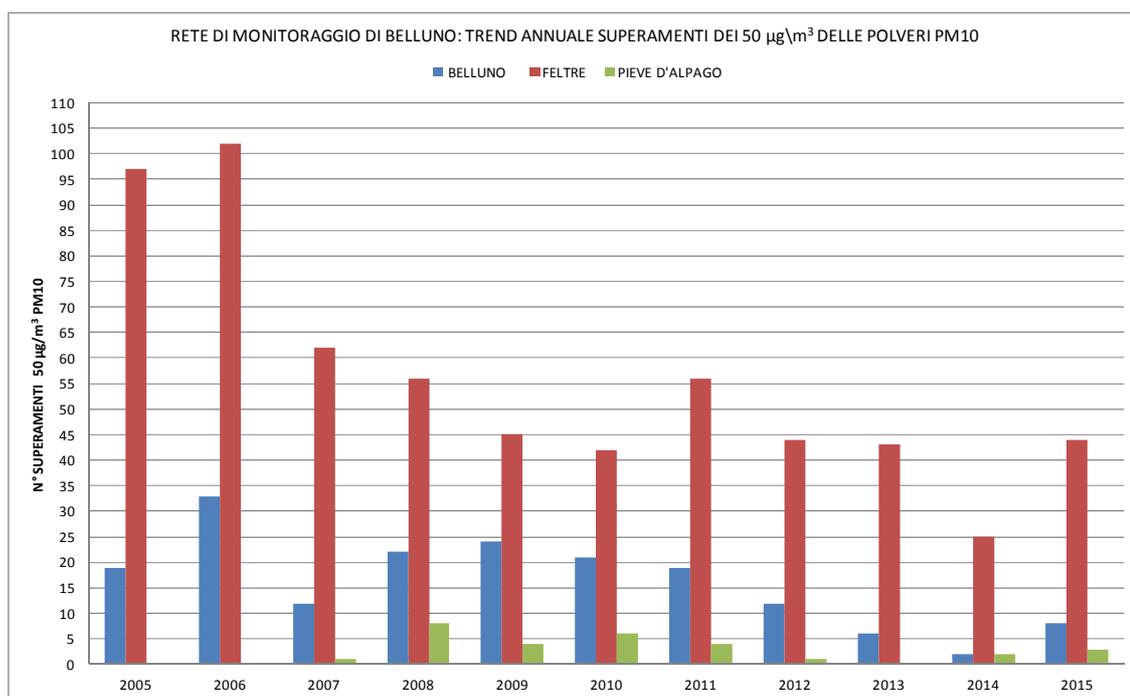


Figura 63: rete di monitoraggio provinciale: trend annuale superamenti giornalieri limite polveri PM10.

Anche per quanto riguarda il numero di superamenti giornalieri dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 nell'anno il 2015 ha segnato un'inversione di tendenza, dopo tre anni positivi. Di conseguenza la stazione di Feltre ha superato la soglia dei 35 giorni di sfornamento ammessi dalla legge.

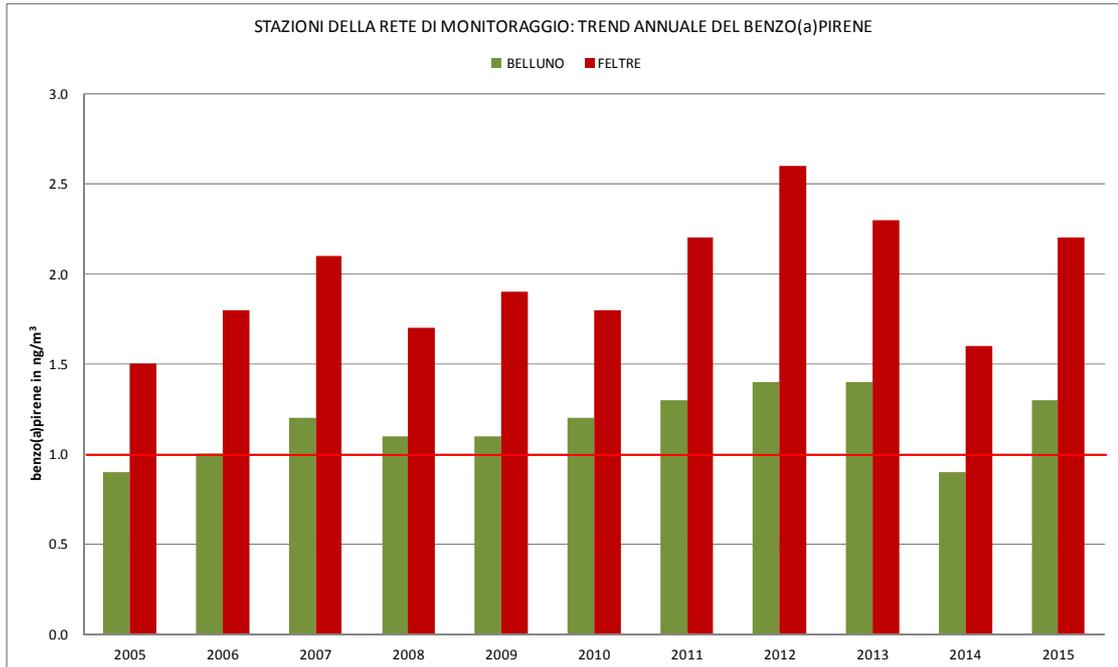


Figura 64: rete di monitoraggio provinciale: trend medie annuali B(a)P.

Anche il benzo(a)pirene, dopo il calo registrato negli ultimi due anni, quando per la prima volta dal 2006 è rientrato al di sotto del valore obiettivo di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ nella stazione di Belluno, ha subito un aumento nel corso del 2015, con valori comunque leggermente inferiori a quelli del 2013, prima dell'eccezionale annata 2014.

12 - 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 (NO₂), l'ozono (O₃), il biossido di zolfo (SO₂), 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 acuti, 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'NO₂ e l'O₃ che tra gli inquinanti con effetti a breve termine sono quelli che in regione presentano le maggiori criticità, escludendo invece il CO e l'SO₂ 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:

$$I_p = C_p / L_p \times 100$$

I_p = sottoindice per l'inquinante p

C_p = concentrazione dell'inquinante p

L_p = valore di riferimento dell'inquinante p

I livelli di riferimento per la standardizzazione sono i seguenti:

PM10: media giornaliera. Valore di riferimento: 50 µg/m³.

O₃: 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/m³.

NO₂: valore massimo orario sulle 24 h. Valore di riferimento: 200 µg/m³.

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 adottato da ARPAV.

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.

12.1 Applicazione dell'indice di qualità dell'aria alle stazioni della provincia di Belluno

Tabella 19: rete di monitoraggio provinciale: ripartizione classi di qualità dell'aria.

giudizio sintetico	n.d.		buona		accettabile		mediocre		scadente		pessima	
	%	n° giorni	%	n° giorni	%	n° giorni	%	n° giorni	%	n° giorni	%	n° giorni
STAZIONI												
Belluno	1.6%	6	21.6%	79	62.5%	228	14.0%	51	0.0%	0	0.3%	1
Area feltrina	1.6%	6	13.4%	49	60.5%	221	23.6%	86	0.5%	2	0.3%	1
Pieve d'Alpago	3.0%	11	27.1%	99	56.2%	205	13.4%	49	0.3%	1	0.0%	0

Indice di qualità dell'aria - CONFRONTO STAZIONI: ANNI 2014 - 2015

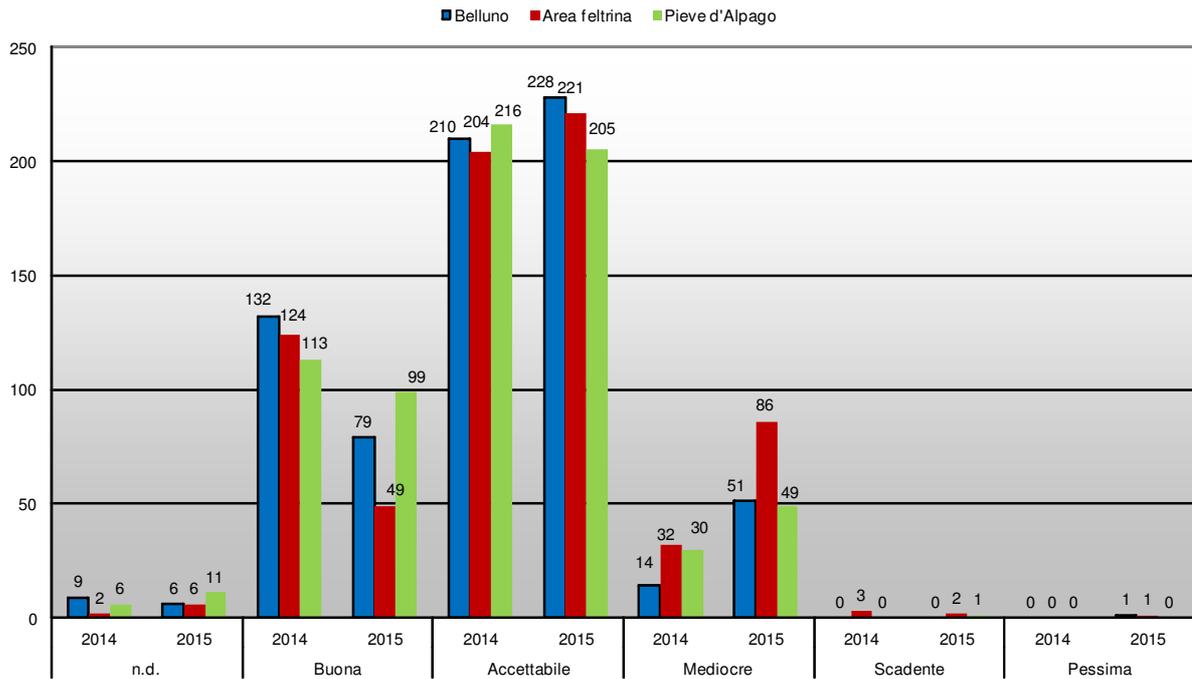


Figura 65: rete di monitoraggio provinciale: ripartizione classi di qualità dell'aria. Confronto 2014-2015.

La valutazione della qualità dell'aria delle stazioni della rete della provincia attraverso l'applicazione dell'indice può dirsi soddisfacente anche se rispetto allo scorso anno le giornate con valori di qualità dell'aria ascrivibili alle prime due classi di qualità sono passate da più del 90% ad una percentuale variabile dal 74 di Feltre all'83 di Pieve d'Alpago. Di conseguenza è cresciuta la percentuale di giornate con qualità dell'aria mediocre.

13 - Conclusioni

Il 2015, dopo la parentesi del 2014 condizionata da eventi meteorologici anomali, ha fatto registrare valori di inquinamento dell'aria paragonabili a quelli medi degli anni precedenti. Come per gli anni passati il Benzo(a)Pirene e le polveri PM10 in inverno sono gli inquinanti maggiormente responsabili del degrado della qualità dell'aria e, nel caso della stazione di Feltre, i superamenti giornalieri del riferimento di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ delle polveri PM10 sono risultati superiori ai 35 ammessi nell'anno. Il Benzo(a)Pirene si è riportato sui valori medi abituali sia a Feltre sia a Belluno, superando in entrambe le stazioni il valore obiettivo.

Per quanto riguarda il PM2,5 la concentrazione è risultata inferiore al limite annuale dei $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sia a Feltre sia a Belluno.

Per il parametro ozono in estate si sono registrati sporadici superamenti della soglia di informazione alla popolazione ma nessuno della soglia d'allarme. Per quanto riguarda il valore obiettivo per la protezione della salute si sono registrati 47 superamenti dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore di media mobile giornaliera sulle otto ore nelle stazioni di Feltre e Pieve d'Alpago e 45 in quella di Belluno. La media del triennio 2013-2015 è stata di $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Belluno, $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Feltre e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Pieve d'Alpago.

Anidride solforosa, biossido di azoto e monossido di carbonio, dove monitorati, hanno rispettato i limiti di legge.

L'applicazione dell'indice sintetico di qualità dell'aria adottato da ARPAV ha confermato una situazione peggiore rispetto al 2014 ma in linea con gli anni precedenti.

Lo studio dei livelli di diossine, furani e PCB condotto a Belluno ha consentito di ottenere un primo quadro conoscitivo delle concentrazioni di questi inquinanti che, pur non potendo essere confrontabili con termini di legge, rispetto alle indicazioni di organismi internazionali, indicano valori rassicuranti. L'indagine, eseguita in contemporanea con gli altri capoluoghi del Veneto, ha rilevato valori inferiori alle altre città, con concentrazioni maggiori nella stagione fredda.

L'approfondimento sulla distribuzione dimensionale del PM10 e sulla ripartizione degli IPA nello stesso, effettuato presso la stazione di Feltre, ha evidenziato come il PM10 sia dominato dalla frazione più fine, la più importante dal punto di vista sanitario a causa del maggior grado di penetrazione nell'apparato respiratorio. L'analisi della distribuzione degli IPA nelle diverse classi dimensionali ha confermato i dati di letteratura, che li vedono associati prevalentemente alla frazione con diametro aerodinamico $<0.5 \mu\text{m}$. L'indagine ha evidenziato, infine, il tipico andamento stagionale sia per il PM10 che per gli IPA, con i valori più elevati registrati nella stagione più fredda, caratterizzata in particolare da condizioni meteorologiche sfavorevoli alla loro dispersione e dal diffuso impiego della legna per il riscaldamento domestico.

Le considerazioni conclusive sopra esposte devono tener conto del fatto che il 2015 è stato un anno caratterizzato da frequenti periodi di stabilità atmosferica registrati nel semestre invernale, a inizio e fine anno, con ristagno delle masse d'aria, mancato effetto di rimescolamento e accumulo degli inquinanti.

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).

Background (stazione di)

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento medi caratteristici dell'area monitorata.

Campagne con mezzi mobili

monitoraggio della qualità dell'aria in aree del territorio non completamente coperte dalle centraline fisse. Relazioni consultabili all'indirizzo: <http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-belluno/aria/Qualita-dellaria-prov-bl>

Condizioni al contorno

Valori di concentrazione dei vari inquinanti presenti ai bordi del dominio di calcolo; sono input necessari nei modelli euleriani. Generalmente sono stimati con l'utilizzo di altri modelli euleriani a minor risoluzione, implementati su una scala più ampia del dominio di calcolo (es: scala continentale).

Fattore di emissione

Valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione (ad es. kg di inquinante emesso per tonnellata di prodotto o di combustibile utilizzato). Rappresenta l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente, espressa ad esempio come quantità di inquinante emesso per unità di prodotto processato, o come quantità di inquinante emesso per unità di combustibile consumato.

Industriale (stazione)

Punto di campionamento per il monitoraggio di fenomeni acuti posto in aree industriali con elevati gradienti di concentrazione degli inquinanti. Tali stazioni sono situate in aree nelle quali i livelli d'inquinamento sono influenzati prevalentemente da emissioni di tipo industriale.

Input

valore di una o più variabili in ingresso al modello, necessarie per risolvere le equazioni del trasporto e della dispersione. Nei modelli euleriani gli input meteorologici devono essere forniti per ogni cella del dominio tridimensionale di simulazione, mentre gli input emissivi devono essere forniti almeno per tutte le celle del primo livello.

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.

Inventario delle emissioni

Raccolta, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, di informazioni e dati tecnologici, economici, territoriali, che permette di individuare le fonti di inquinamento, la loro localizzazione con disaggregazione provinciale e comunale, la quantità e la tipologia di inquinanti emessi.

IQA (Indice di Qualità dell'Aria)

E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

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

Modelli deterministici

Sono basati sulla ricostruzione matematica delle relazioni del tipo causa – effetto.

Modelli di dispersione degli inquinanti

Sono algoritmi matematici che stimano l'andamento nel tempo e nello spazio delle concentrazioni degli inquinanti. Possono essere deterministici o stocastici. I modelli deterministici di dispersione degli inquinanti risolvono l'equazione di conservazione della massa di ogni inquinante sulla base dei valori assunti, in ogni punto del dominio di calcolo, dalle variabili meteorologiche, che ne descrivono il trasporto e la dispersione, e dalle emissioni dell'inquinante (e/o dei suoi precursori).

Modelli euleriani

Nei modelli euleriani il calcolo delle concentrazioni viene riferito ad una griglia tridimensionale regolare, il cui sistema di riferimento è fissato per l'intera durata della simulazione.

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

Percentile

I percentili o quantili, sono parametri di posizione che dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

Proxy

Variabili di disaggregazione spaziale delle emissioni, il cui valore deve essere noto sia sull'area più estesa (es: popolazione della provincia/regione) sia al dettaglio territoriale di interesse (es: popolazione comunale).

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 (spray marino, foreste, ecc.) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

Traffico (stazione di)

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

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 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