

Qualità dell'Aria

Stazioni della Provincia di Belluno

Relazione Annuale 2017 (dati 2016)



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, giugno 2017

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.

Indice

1- Introduzione.....	5
2 - Caratteristiche dei siti di monitoraggio.....	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
5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi.....	14
6 - Efficienza di campionamento.....	15
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.....	16
7.1 - Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2016.....	16
7.2 - Sintesi della situazione meteorologica ed effetti sulle capacità dispersive dell'atmosfera.....	16
7.3 - Valutazione sintetica della capacità dispersiva dell'atmosfera.....	17
7.4 - Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Belluno.....	18
7.5 - Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Feltre.....	20
7.6 - Valutazione della capacità dispersiva dell'atmosfera presso l'area comunale di Pieve d'Alpago.....	22
8 - Stazioni di "Belluno città" e Belluno "La Cerva": analisi dei dati rilevati.....	27
8.1 - Stazione di "Belluno città".....	27
8.1.1 - Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati.....	29
8.1.2 - Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati.....	29
8.2 - Stazione di "Belluno La Cerva".....	38
9 - Stazione di Feltre: analisi dei dati rilevati.....	39

9.1 - Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati	40
9.2 - Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati	42
10 - Stazione di Pieve d'Alpago: analisi dei dati rilevati	47
10.1 - Valutazione del trend poliennale di tutti i parametri rilevati	48
10.2 - Valutazione stagionale, settimanale e giornaliera dei parametri monitorati	49
11 - Analisi comparativa dei dati delle stazioni fisse di rilevamento di Belluno, Feltre e Pieve d'Alpago	54
12 - Gli Indici Sintetici per la Qualità dell'Aria	59
12.1 Applicazione dell'indice di qualità dell'aria alle stazioni della provincia di Belluno	60
13 - Conclusioni.....	62
GLOSSARIO.....	63

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 la 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 2016 ha comportato l'aggiunta di una quarta stazione fissa nel territorio comunale di Belluno. Questa stazione, installata presso l'incrocio della Cerva, ha come scopo il monitoraggio di inquinanti legati al traffico veicolare (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 2016.

STAZIONE	COLLOCAZIONE	ANNO DI ATTIVAZIONE	TIPOLOGIA
Belluno città	Parco "Città di Bologna"	2004	fondo urbano
BI_La Cerva	Incrocio "La Cerva"	febbraio 2016	traffico
Area Feltrina	Feltre via Colombo	2004	fondo suburbano
Pieve d'Alpago	via Samuel Friedrich Hahnemann	2006	fondo rurale

I risultati del monitoraggio 2016 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.

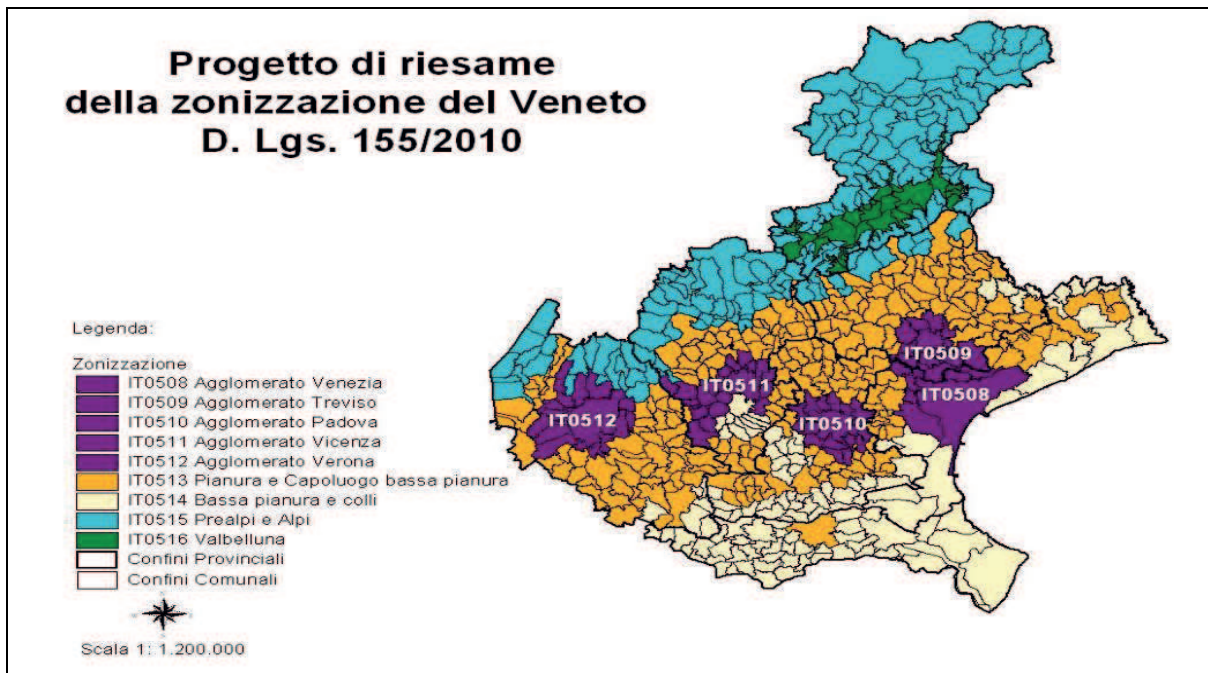


Figura 1: zonizzazione della regione del Veneto.

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 BI_La Cerva, situata presso l'incrocio de "La Cerva" avente coordinate 1748144; 5115057 UTM Gauss Boaga (geobrowser), e quella denominata "Area feltrina", situata a Feltre in via Colombo, 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 2016.

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	
Bl_La Cerva		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, presso la stazione di Feltre è in corso una campagna di monitoraggio per lo studio dei livelli di diossine, furani e PCB mediante campionatore ad alto volume. I campionamenti, iniziati nel mese di febbraio 2016, proseguiranno anche nel 2017 e i risultati saranno presentati a conclusione dell'indagine.

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)

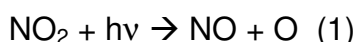
L'ozono è un gas irritante di colore bluastrò, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno; queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O₂) ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo



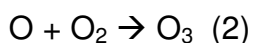
Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

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 perossilchilici", 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 perossilchilici 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 la 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 (BaP) e gli altri IPA è relativamente stabile, la concentrazione di BaP 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 24 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 3 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 18 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 35 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 25 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).

Le tecniche di analisi per i singoli parametri sono così riassumibili:

- Polveri PM10: determinazione per assorbimento β delle polveri su nastro in fibra di vetro previo frazionamento;
- Ossidi d'azoto, in particolare biossido d'azoto: determinazione per emissione a chemiluminescenza;
- Ozono: determinazione per assorbimento U.V.;
- Monossido di carbonio: determinazione per assorbimento I.R.;
- Biossido di zolfo: determinazione per emissione a fluorescenza;

Il campionamento manuale del particolato inalabile del PM2.5 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.

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri in quarzo mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite "metodo UNI EN 14902:2005 e UNI EN 15549:2008".

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, mentre per l'ozono deve essere almeno pari al 90% d'estate e al 75% in inverno.

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 2016, in relazione alla percentuale di dati validi disponibili per tutti gli inquinanti convenzionali e non convenzionali.

Tabella 5: resa della rete di monitoraggio, anno 2016.

STAZIONE	GRADO DI COPERTURA IN % DATI ORARI VALIDI NEL 2016				GRADO DI COPERTURA IN % DATI GIORNALIERI VALIDI NEL 2016				
	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	BTEX m	PM2.5 m	PM10	IPA	Metalli
Belluno città	95	95	96	94		99	99	37	
Bl_La Cerva*		95	95						
Area Feltrina		95		96	16	99	99	36	17
Pieve d'Alpago		95		95	39		98		

* = valore calcolato a partire dal 19 febbraio 2016

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 2016 sono stati messi a confronto con la serie climatologica (anni 2005-2015) e con alcuni degli ultimi anni. Infine si riportano le rose dei venti registrati presso le tre stazioni nel corso del 2016.

7.1 - Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2016

Le condizioni meteorologiche che causano un maggiore accumulo di inquinanti e la cui persistenza può portare ad episodi acuti di inquinamento, sono in modo particolare quelle associate alla presenza di alta pressione. In tali situazioni, infatti, da un lato mancano le precipitazioni che dilavano l'atmosfera e, dall'altro, l'intensità dei venti, che favorirebbe la dispersione degli inquinanti, è debole o molto debole. Inoltre, durante l'inverno, lo scarso rimescolamento dei bassi strati durante il giorno e la prolungata presenza di inversioni termiche, prevalentemente notturne provocano un forte ristagno degli inquinanti, tra cui le polveri sottili.

Il passaggio di perturbazioni, invece, con le relative precipitazioni e con l'aumento della ventilazione favorisce il dilavamento dell'atmosfera, la dispersione degli inquinanti e la scomparsa dell'inversione termica; pertanto ai passaggi di perturbazioni sono generalmente connesse migliori capacità dispersive dell'atmosfera.

Nel successivo paragrafo si riportano una sintesi delle condizioni meteorologiche prevalenti nel corso dell'anno e alcune considerazioni sul loro effetto sulle capacità dispersive dell'atmosfera. Un'analisi meteorologica più completa dell'intero anno viene riportata nella relazione regionale annuale di qualità dell'aria. Per tali analisi ci si è basati sui commenti meteorologici stagionali, pubblicati sul sito internet dell'Agenzia alla pagina di Climatologia a cura del Dipartimento per la Sicurezza del Territorio – Centro Valanghe di Arabba.

7.2 - Sintesi della situazione meteorologica ed effetti sulle capacità dispersive dell'atmosfera

Nel mese di gennaio le condizioni meteorologiche sono in prevalenza poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti, in quanto le precipitazioni sono state sporadiche e poco abbondanti e si sono verificati prolungati periodi con forti inversioni termiche, soprattutto fino a metà mese e nell'ultima settimana di gennaio.

Già dai primi giorni di febbraio avviene un'inversione di tendenza, grazie al passaggio di frequenti episodi perturbati con piogge anche abbondanti che favoriscono il dilavamento dell'atmosfera e la diminuzione delle polveri sottili.

Successivamente, per buona parte della primavera, le precipitazioni frequenti e anche abbondanti in alcuni periodi (fino alla prima decade di marzo e da metà aprile in poi) creano condizioni in prevalenza favorevoli all'abbattimento degli inquinanti.

Durante l'estate, i frequenti episodi di instabilità, che hanno interessato la regione fino alla prima metà di giugno, e il maggior rimescolamento termo-convettivo tipico della stagione hanno favorito l'abbattimento e la dispersione delle polveri sottili.

In autunno, soprattutto in settembre ed ottobre, si sono verificate frequenti fasi con piogge che, pur non essendo particolarmente abbondanti, hanno favorito l'abbattimento delle polveri sottili. In novembre il passaggio di perturbazioni si alterna con fasi di tempo stabile caratterizzate da condizioni che determinano un maggior ristagno di inquinanti.

In dicembre prevalgono condizioni di alta pressione e assenza di precipitazioni che determinano il ristagno e l'accumulo degli inquinanti

7.3 - 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 empirica in base ad un campione pluriennale di dati.

Di seguito si riporta il confronto effettuato mediante diagrammi circolari dell'anno 2016 con la serie climatologica (2005-2015), 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.

7.4 - 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.

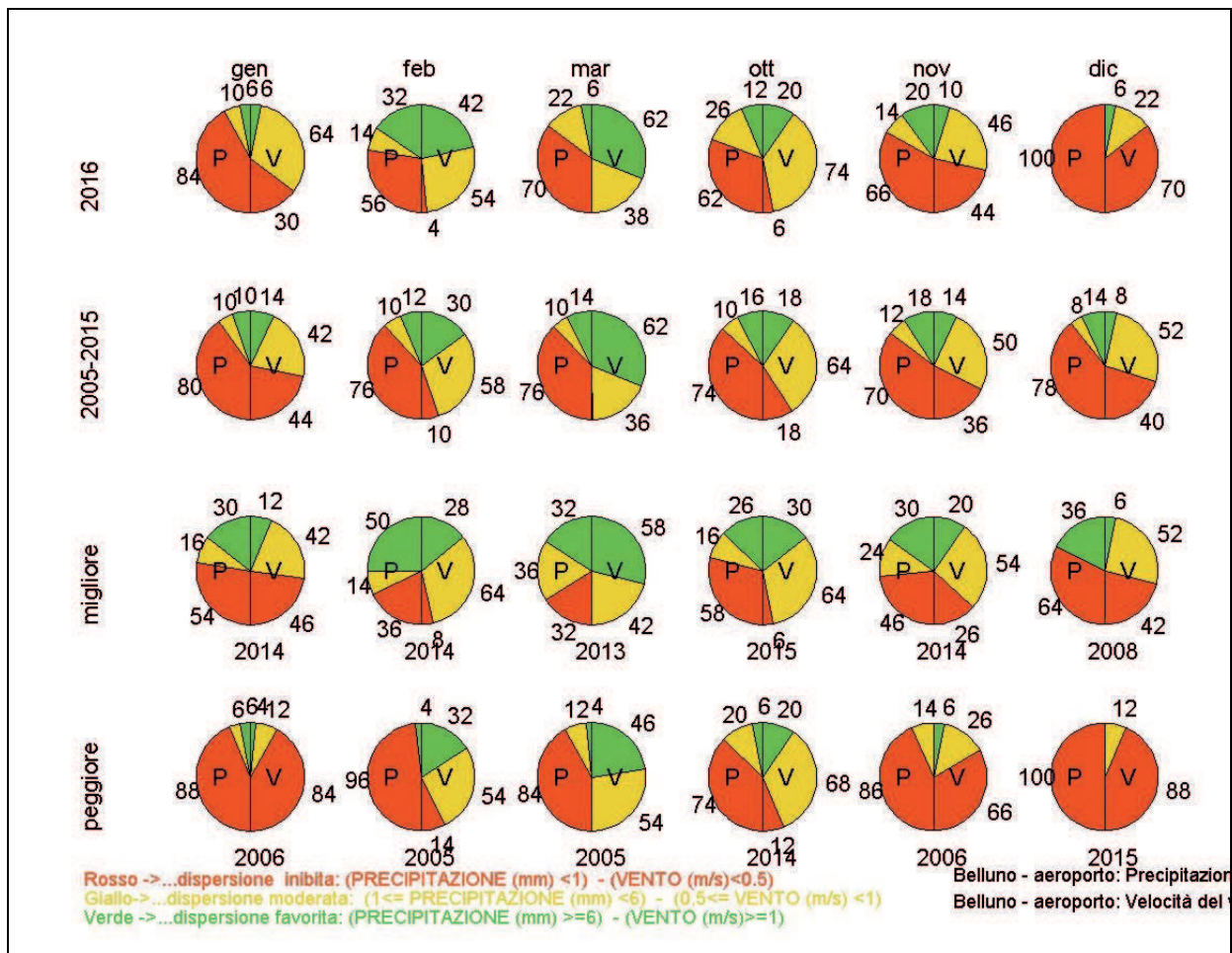


Figura 2: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2016, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2015) relativamente alla stazione di Belluno Aeroporto.

Dal confronto in Figura 2 si evince che, relativamente all'anno 2016, presso la stazione di Belluno:

in gennaio, le condizioni di dispersione inibita sono state in linea con la media degli ultimi undici anni;

in febbraio le condizioni favorevoli alla dispersione di polveri sottili sono state più frequenti rispetto alla media, ma 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 alla media, ma meno frequenti rispetto al migliore (2015);

il mese di novembre ha presentato un andamento in linea con la media degli ultimi anni;

in dicembre le condizioni di dispersione inibita sono state ben più frequenti rispetto alla media, ma un po' meno frequenti rispetto al dicembre peggiore (2015).

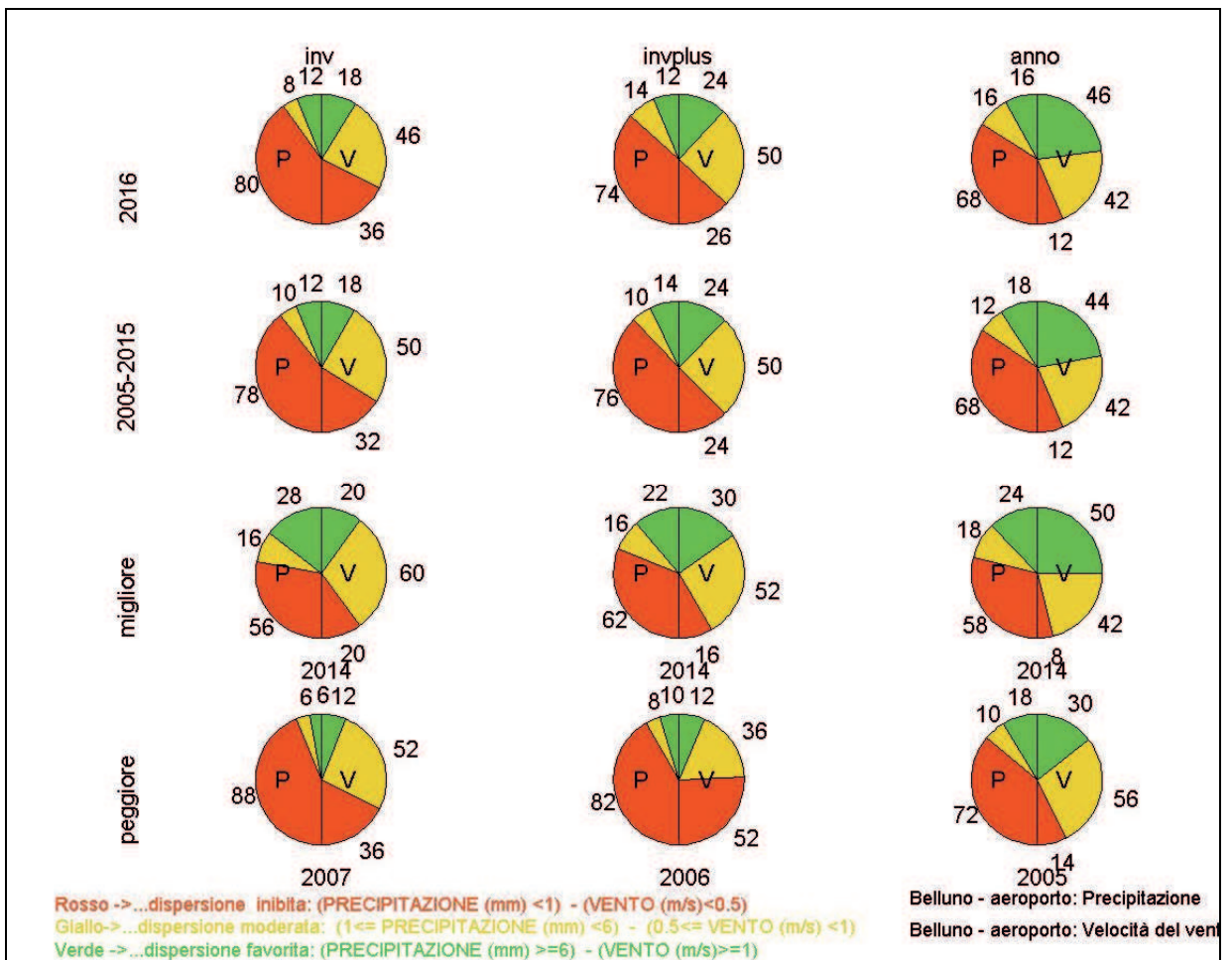


Figura 3: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai mesi invernali, ai mesi invernali + marzo e ottobre (invplus) e annuali, per l'anno 2016, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2015), 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 una frequenza leggermente superiore rispetto alla media, ma inferiore rispetto al peggiore;

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

la distribuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera dell'intero anno è in linea con la media degli ultimi undici anni.

7.5 - 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.

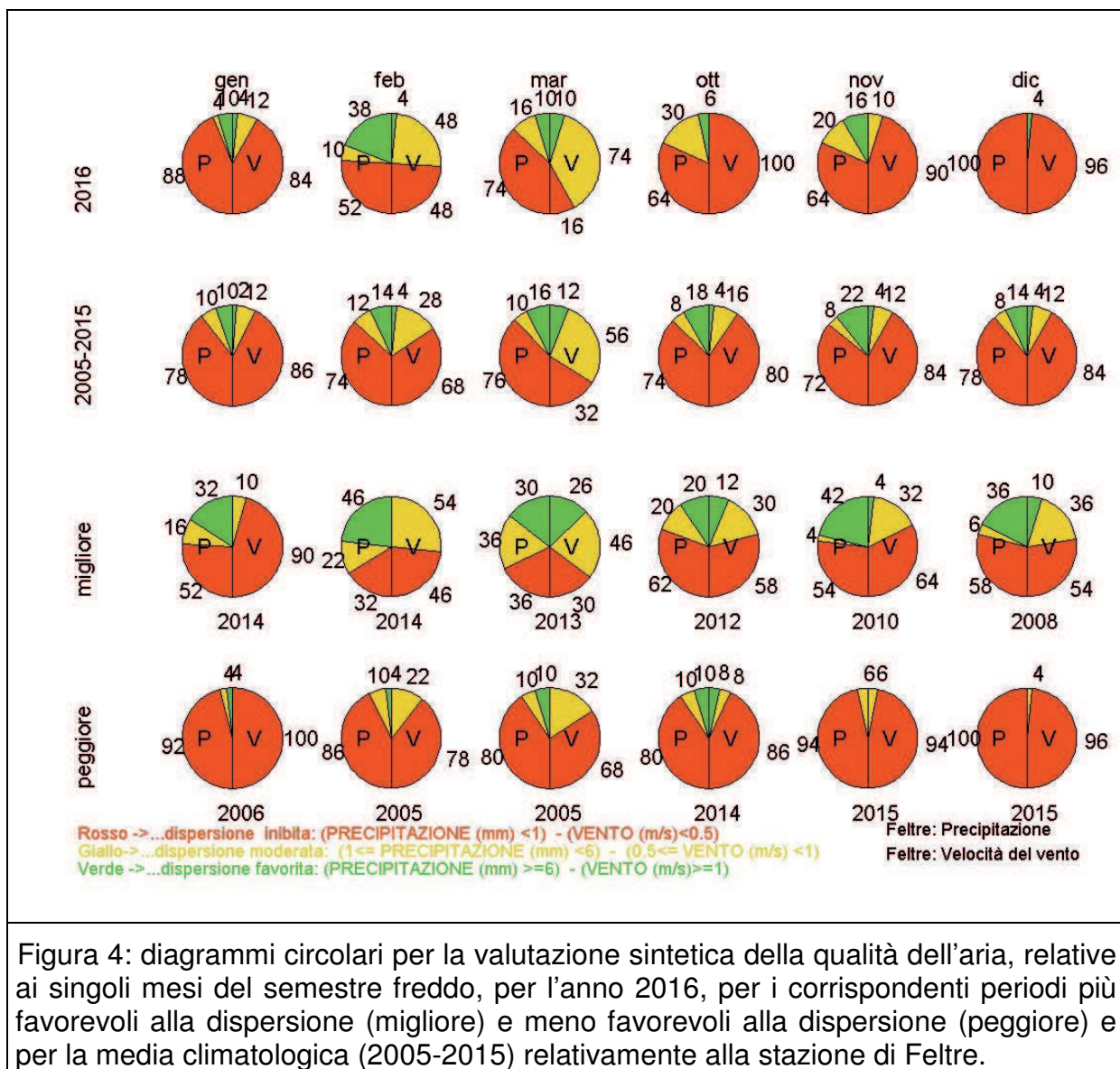


Figura 4: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2016, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2015) relativamente alla stazione di Feltre.

Dal confronto in Figura 4 si evince che, relativamente all'anno 2016:

il mese di gennaio 2016 le condizioni di dispersione inibita sono più frequenti rispetto alla media, ma meno frequenti rispetto al peggiore (2006);

in febbraio le condizioni di dispersione favorita sono più frequenti rispetto alla media, ma meno frequenti rispetto al migliore (2014);

in marzo le condizioni di dispersione inibita sono un po' meno frequenti in confronto alla media;

in ottobre le condizioni con dispersione inibita si sono presentate con una frequenza simile all'ottobre peggiore (2014), questo soprattutto a causa di una minore ventosità;

in novembre la distribuzione delle capacità dispersive è in linea con la media;

in dicembre le condizioni di dispersione inibita hanno rappresentato la quasi totalità dei casi, e si sono presentate con la stessa frequenza del dicembre peggiore (2015).

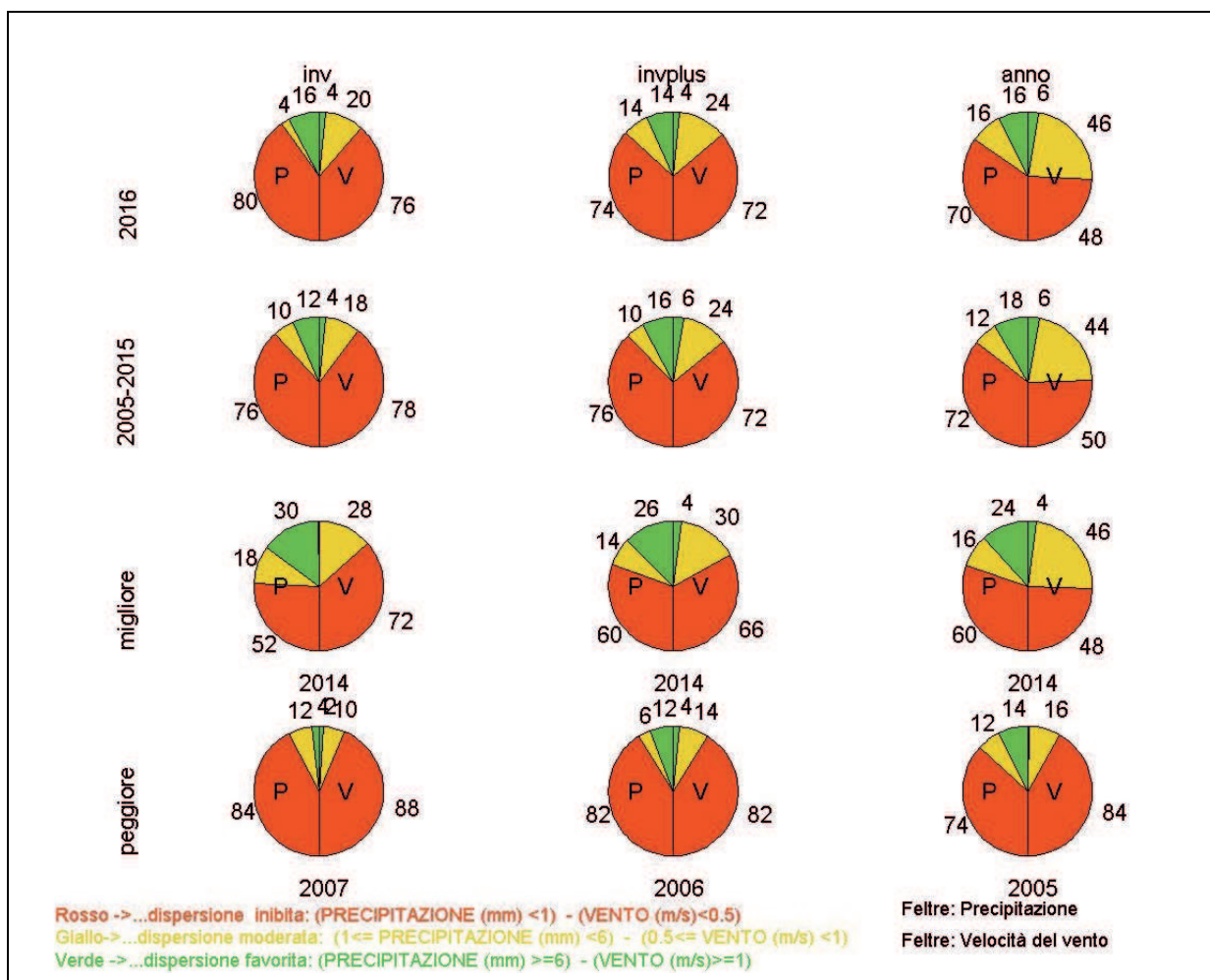


Figura 5: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai mesi invernali, ai mesi invernali + marzo e ottobre (invplus) e annuali, per l'anno 2016, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2015), 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 maggiore rispetto alla media, ma minore rispetto alla 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 media;

nell'intero anno le condizioni con dispersione inibita si sono verificate con una frequenza simile alla media.

7.6 - 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.

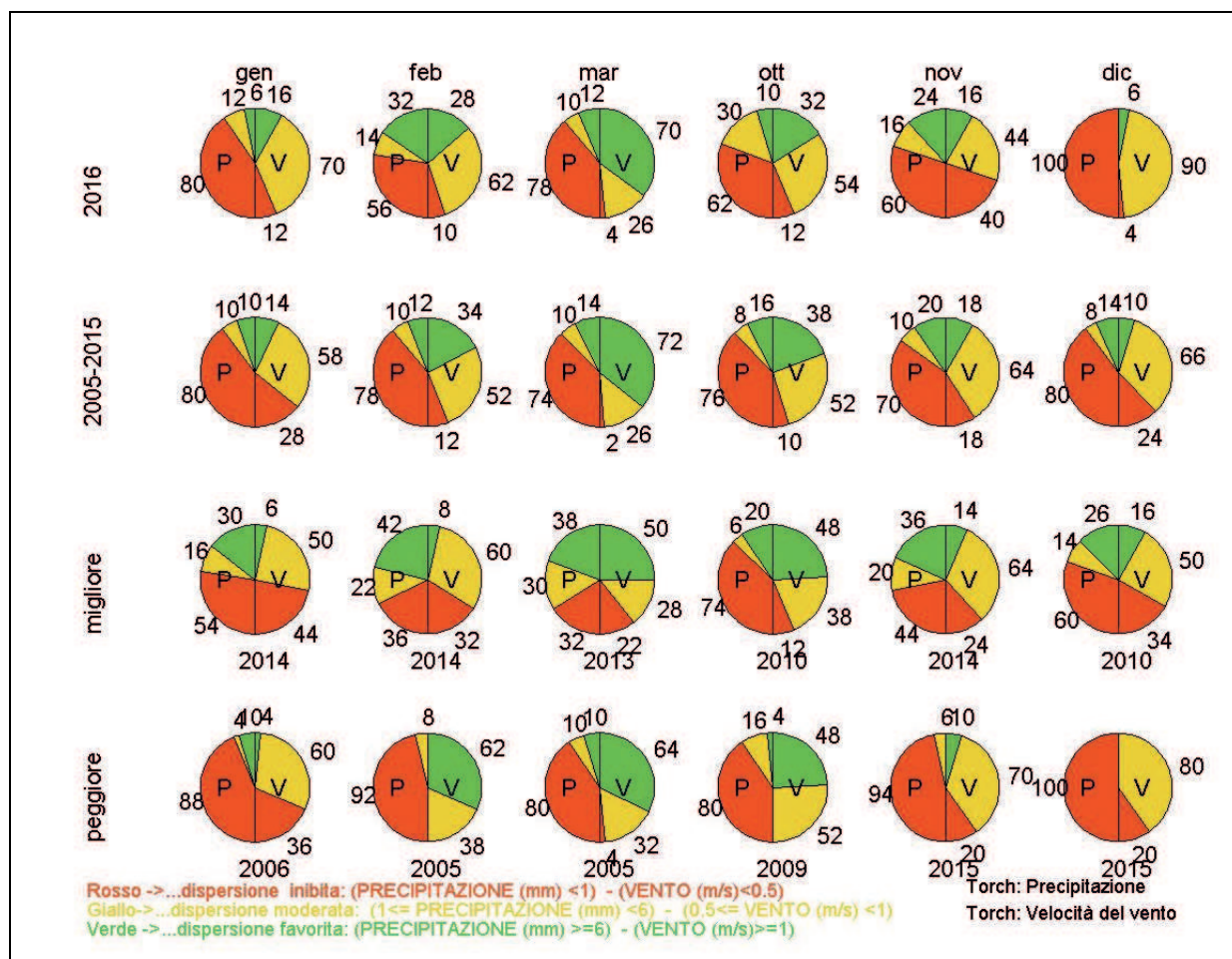


Figura 6: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2016, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2015) relativamente alla stazione di Torch.

Dalla Figura 6 si può osservare che presso la stazione di Torch, nel corso del 2016:

- in gennaio, le condizioni di dispersione inibita si sono presentate con una frequenza simile alla media;
- in febbraio le condizioni di dispersione favorita sono state più frequenti rispetto al febbraio migliore (2014);
- in marzo la distribuzione delle capacità dispersive è simile alla media;
- in ottobre le condizioni di dispersione inibita sono state meno frequenti rispetto a tutte e tre le serie di riferimento, ma rispetto al migliore sono meno frequenti anche le condizioni di dispersione favorita;
- in novembre le condizioni di dispersione inibita sono state un po' più frequenti rispetto alla media, ma meno frequenti rispetto al peggiore (2015);

in dicembre le condizioni di dispersione inibita sono state un po' meno frequenti solo rispetto al dicembre peggiore (2015).

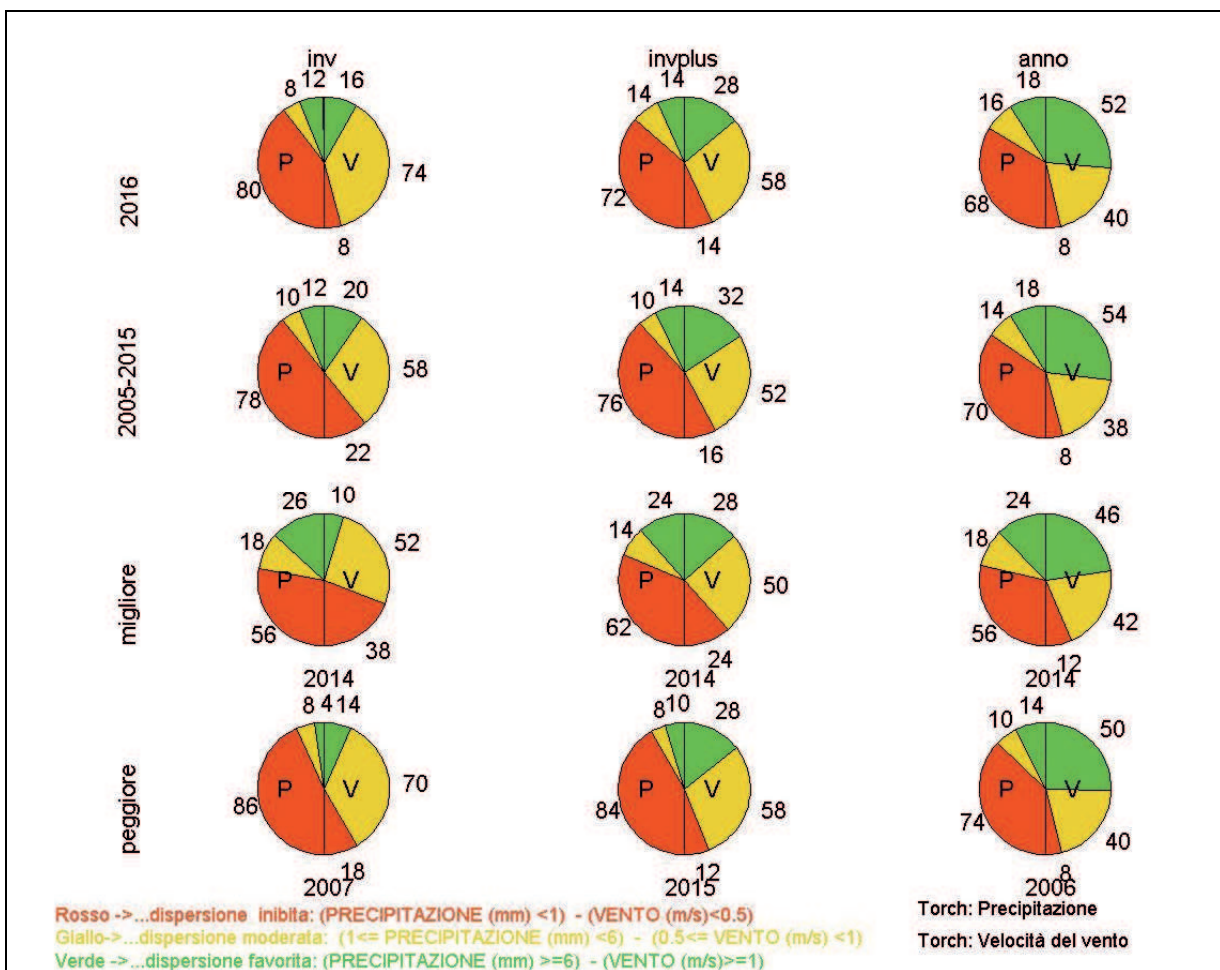


Figura 7: diagrammi circolari per la valutazione sintetica della qualità dell'aria, relative ai singoli mesi del semestre freddo, per l'anno 2016, per i corrispondenti periodi più favorevoli alla dispersione (migliore) e meno favorevoli alla dispersione (peggiore) e per la media climatologica (2005-2015) per la stazione di Torch

In Figura 7 si può osservare che nel corso del 2016:

durante l'inverno le condizioni di dispersione favorita sono state un po' meno frequenti rispetto alla media;

durante il periodo più critico per il ristagno delle polveri fini (invplus), la distribuzione delle condizioni di dispersione atmosferica è stata simile alla media;

nell'intero anno 2016 la distribuzione delle capacità dispersive è stata simile alla media.

7.7 - 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).

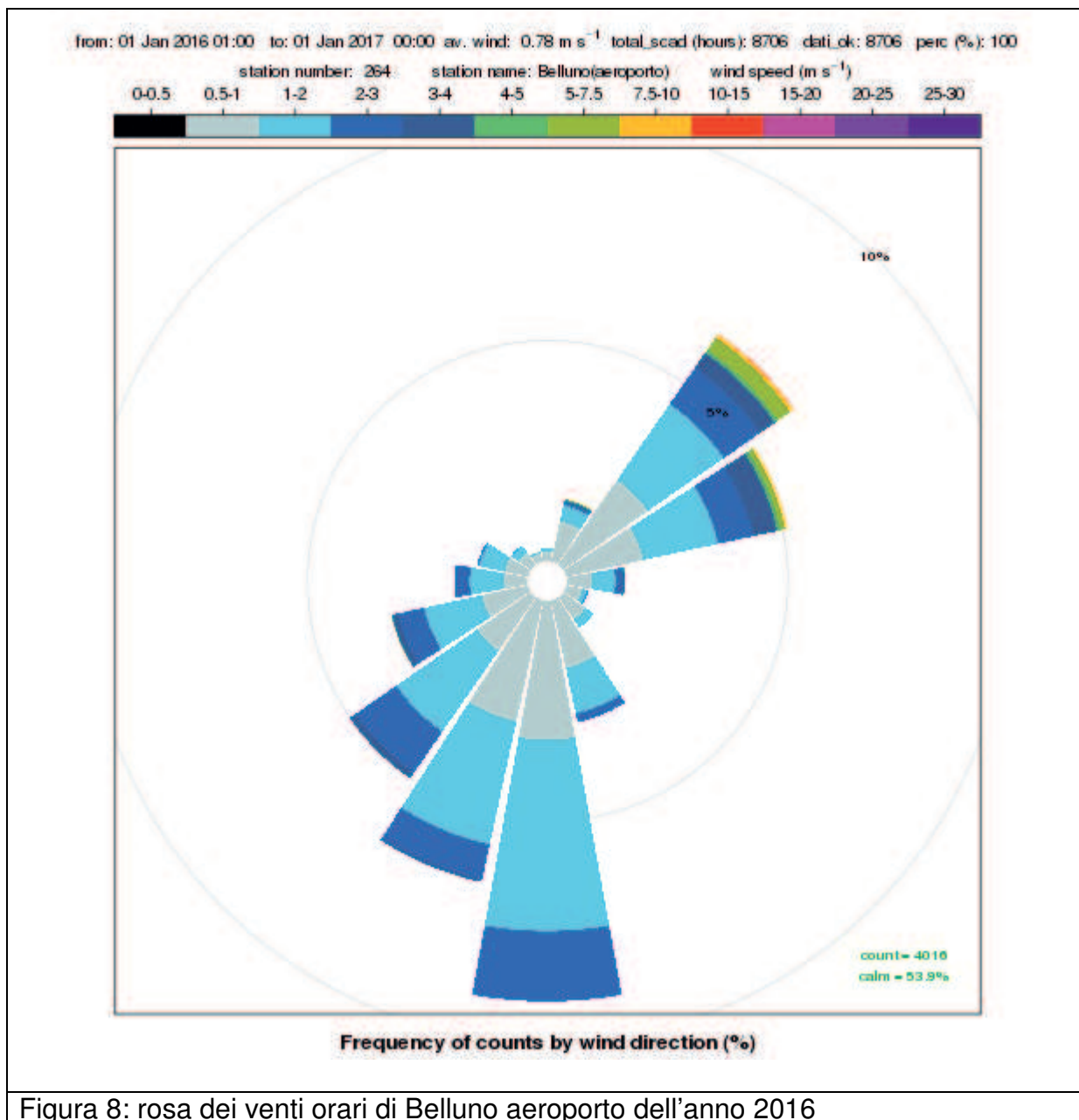


Figura 8: rosa dei venti orari di Belluno aeroporto dell'anno 2016

Dalla Figura 8 si evince che, nel corso dell'anno 2016, 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%) e nord-est (circa 6%), i venti di intensità più elevata soffiano da nord-est ed est-nord-est; prevalenti sono le calme di vento (vento di intensità inferiore a 0.5 m/s) che è pari a circa 54%, la velocità media è circa a 0.8 m/s.

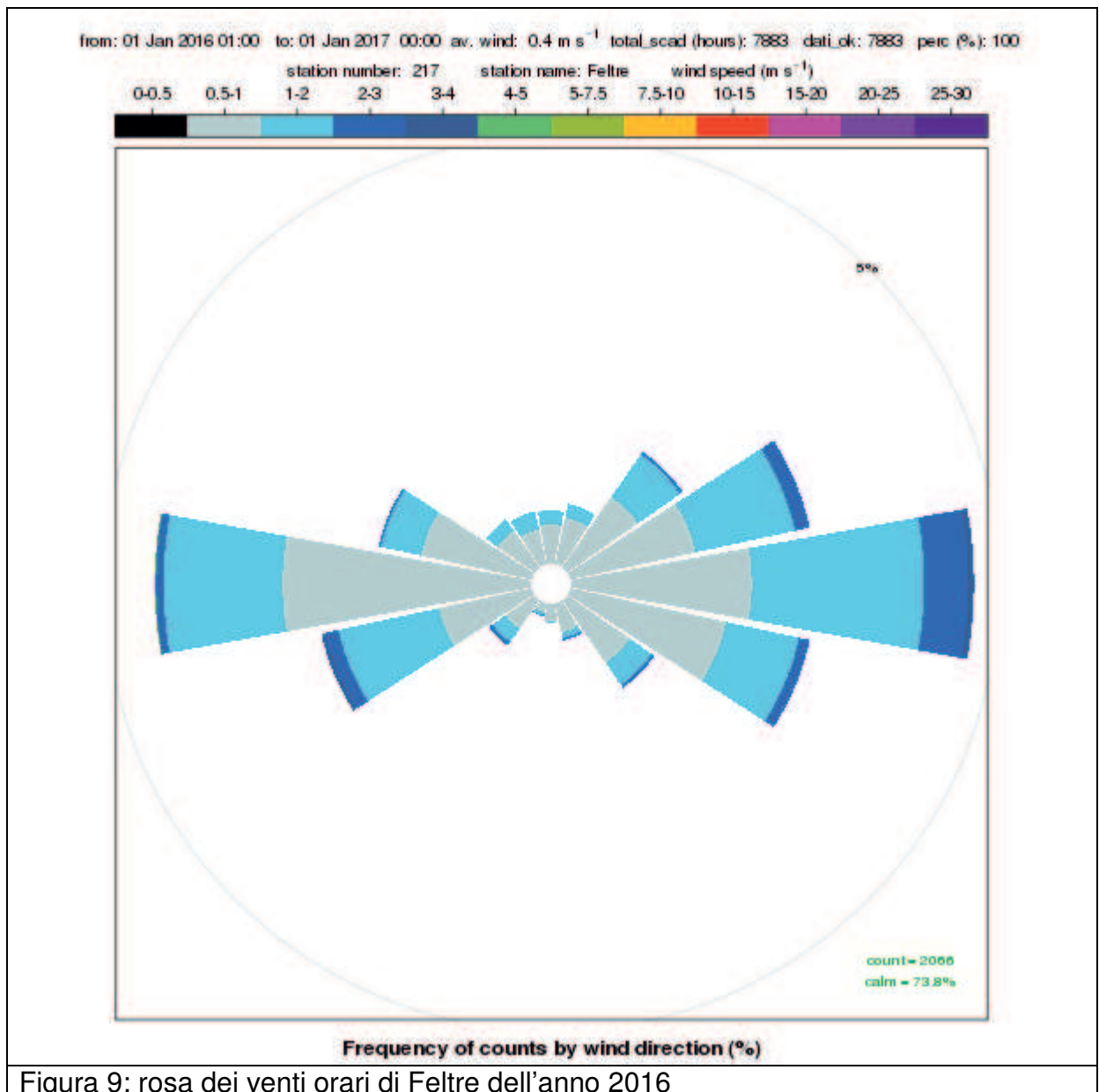


Figura 9: rosa dei venti orari di Feltre dell'anno 2016

Dalla Figura 9 si evince che, nel corso dell'anno 2016, presso la stazione di Feltre, la direzione prevalente di provenienza del vento è est (circa 5% dei casi), seguita da ovest (circa 4%); prevalente è la frequenza delle calme che è pari a circa 74%, la velocità media è circa a 0.4 m/s.

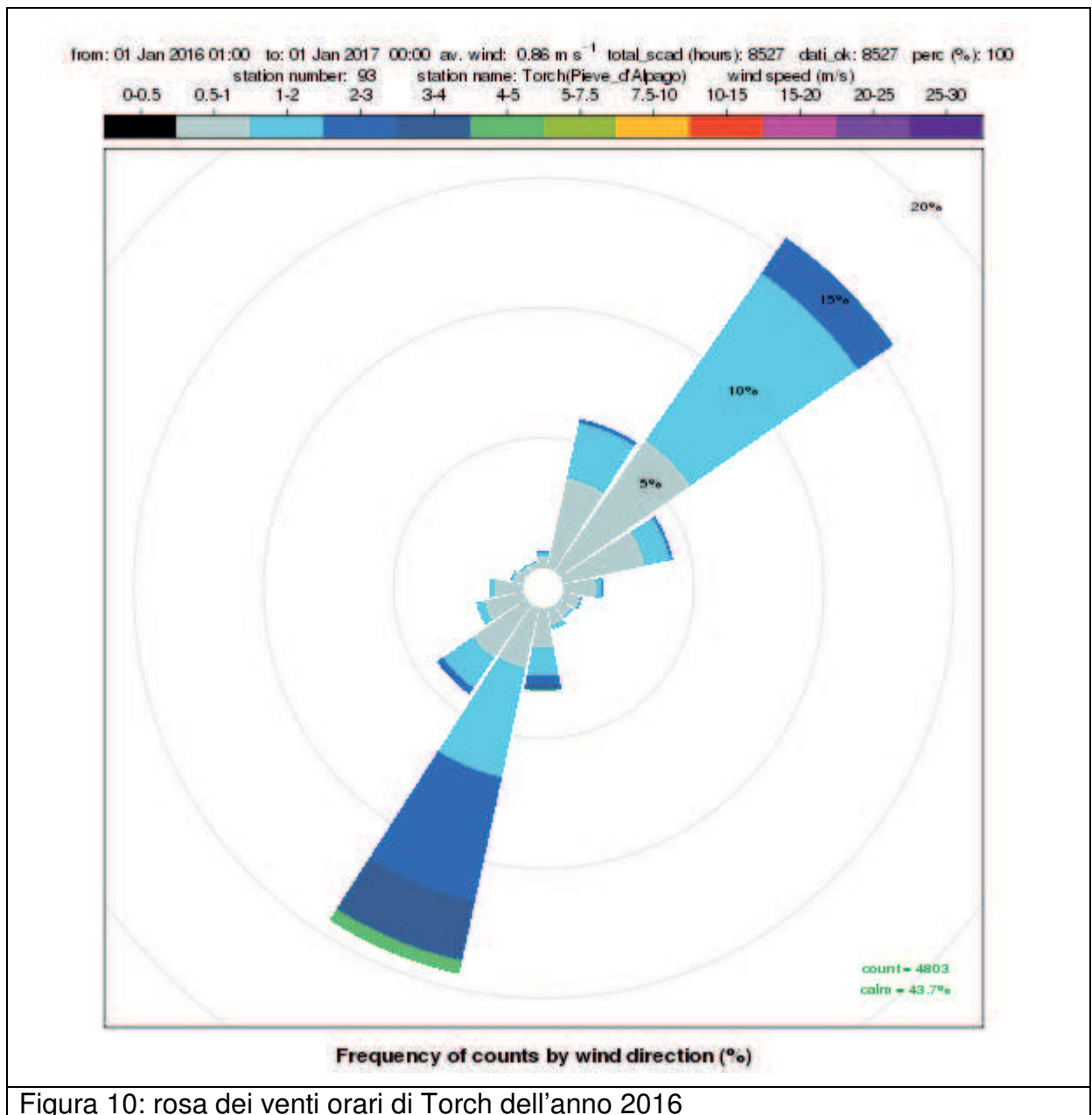


Figura 10: rosa dei venti orari di Torch dell'anno 2016

Dalla Figura 10 si nota che, nel corso dell'anno 2016, presso la stazione di Torch, le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono nord-est (circa 16% dei casi), e sud-sudovest (circa 14%); la frequenza delle calme è pari a circa 44%, la velocità media pari circa a 0.9 m/s.

8 - Stazioni di “Belluno città” e Belluno “La Cerva”: analisi dei dati rilevati

8.1 - Stazione di “Belluno città”

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 2016.

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 “parco città di Bologna”.

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 35 volte per anno civile	9 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	17 µg/m ³
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³	13 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	1 superamento
	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	25 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 25 giorni all’anno come media su 3 anni	27 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 18 volte per anno civile	0 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	21 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 24 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 3 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 9 superamenti giornalieri (su 35 consentiti), sia quello cronico con una media annuale di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ad valore limite annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 è stato registrato 1 superamento 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 $186 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 2014-2016 è di 25 giorni all'anno, pari 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 $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 2016 è stata di $1,8 \text{ mg}/\text{m}^3$, a fronte di un limite massimo giornaliero di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.

8.1.1 - 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	media	media	media	media	media	media	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
2016	2	21	44	0.4	17	13	***	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 2016 ha confermato il valore dell'anno precedente, in linea con quelli registrati negli ultimi anni, ad eccezione del 2014, il cui andamento è stato condizionato dalle consistenti precipitazioni del periodo invernale.

8.1.2 - 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 2016

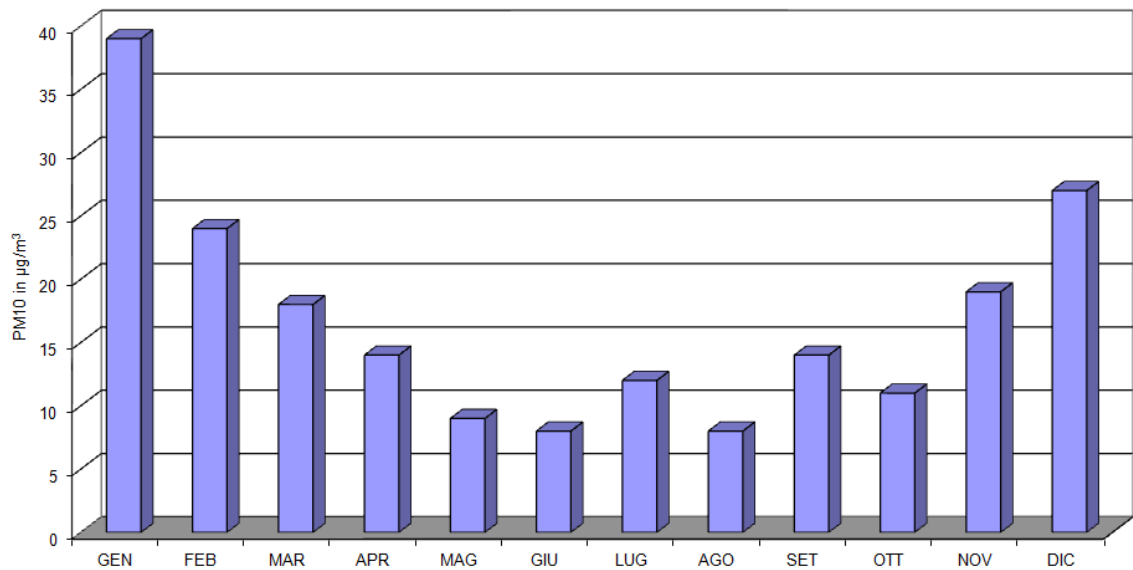


Figura 11: stazione di Belluno; medie mensili PM10.

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 2016

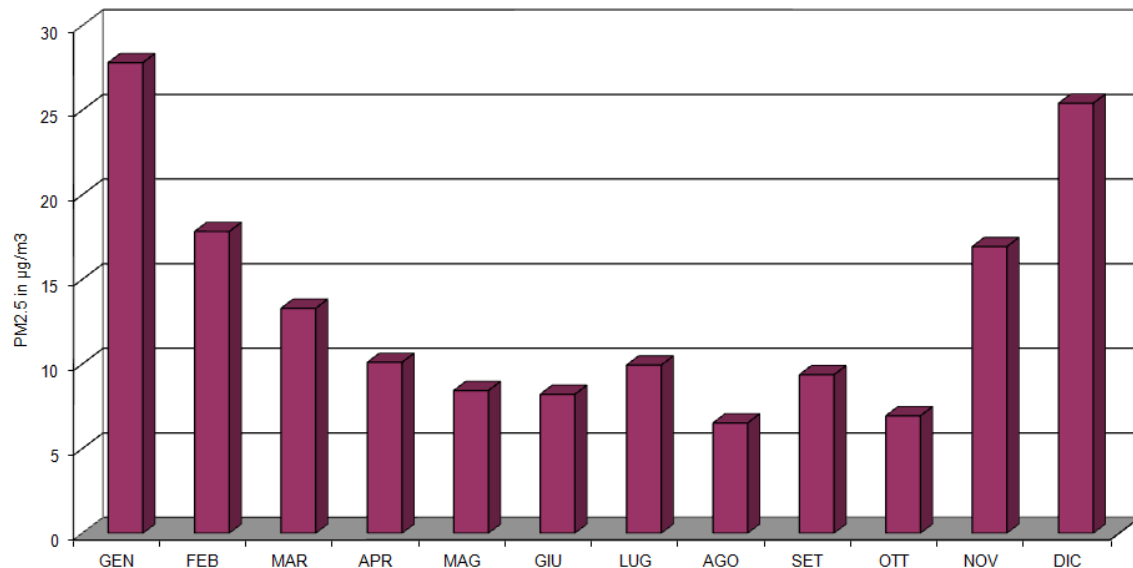


Figura 12: stazione di Belluno; medie mensili PM2.5.

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 2016

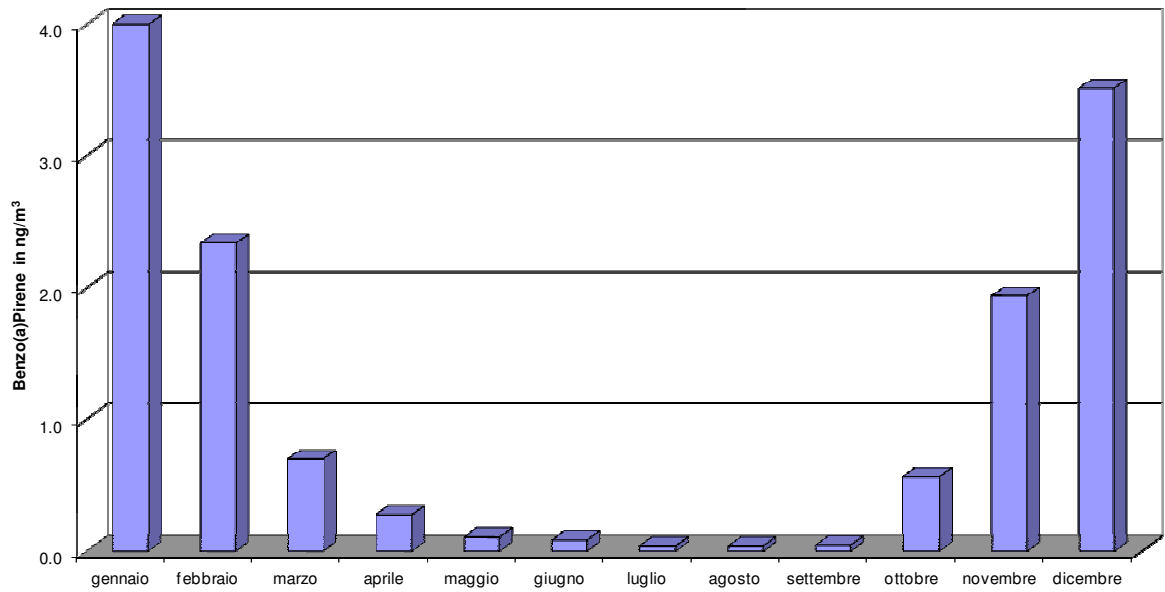


Figura 13: stazione di Belluno; medie mensili B(a)P.

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 2016 -

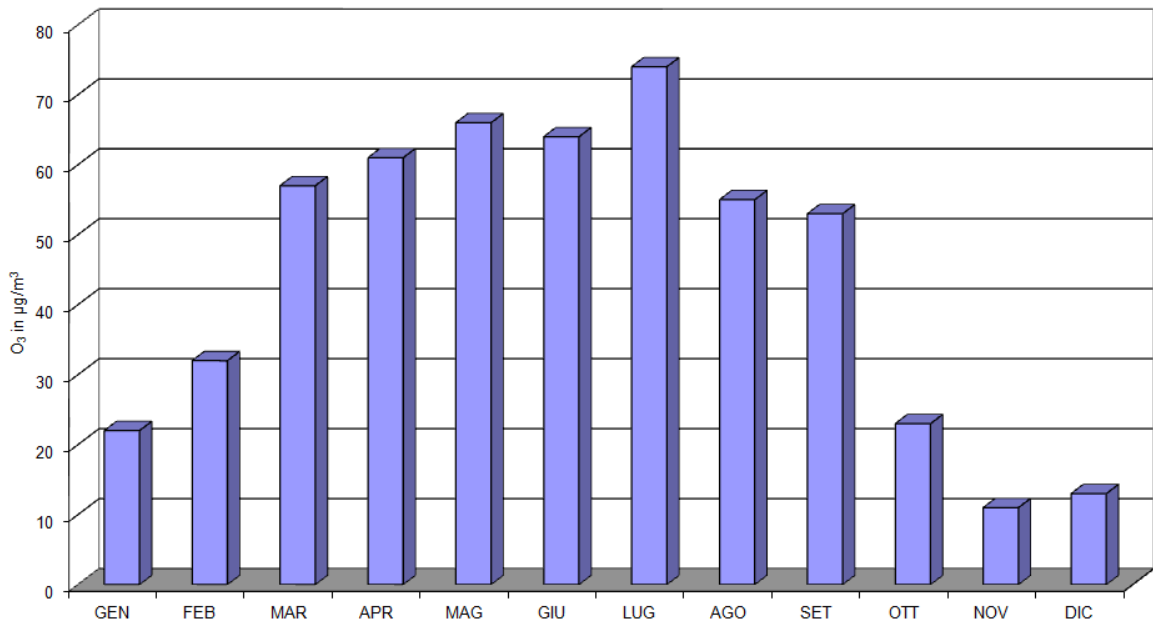


Figura 14: stazione di Belluno; medie mensili O₃.

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

STAZIONE DI BELLUNO "PARCO CITTA' DI BOLOGNA"
MEDIE MENSILI PARAMETRO NO₂ - ANNO 2016 -

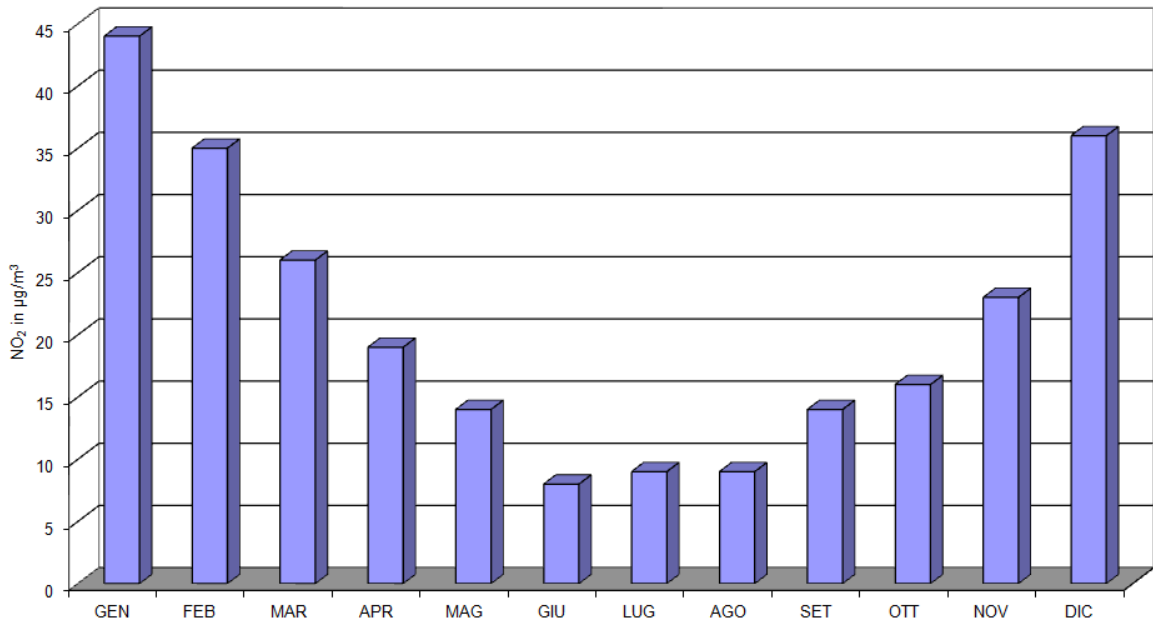


Figura 15: stazione di Belluno; medie mensili NO₂.

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 2016 -

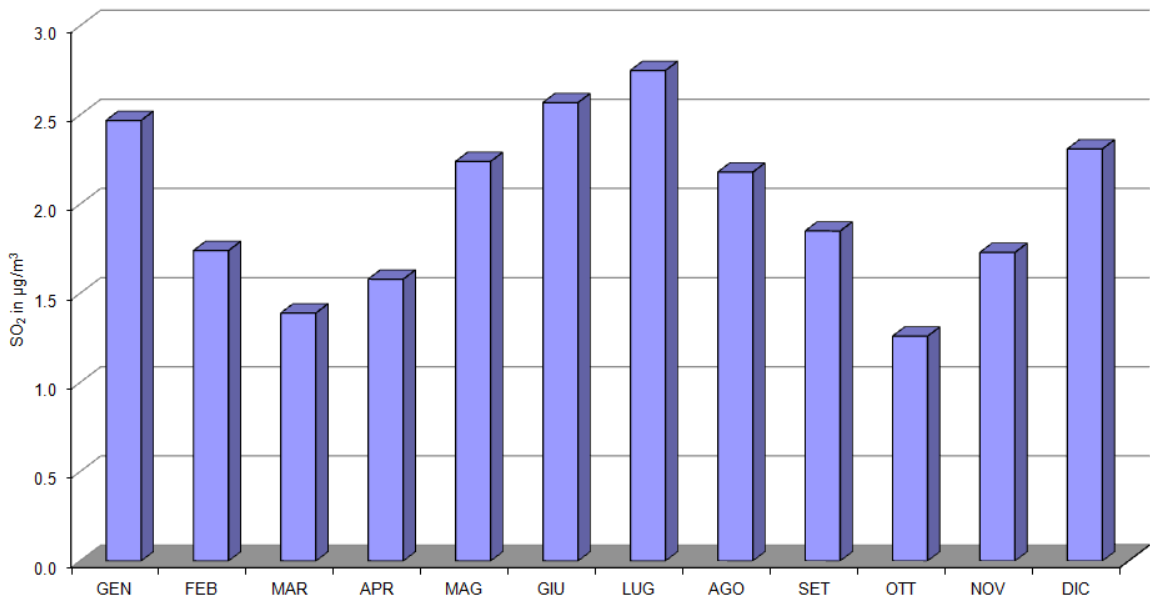


Figura 16: stazione di Belluno; medie mensili SO₂.

Il grafico dell'anidride solforosa (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 2016 -

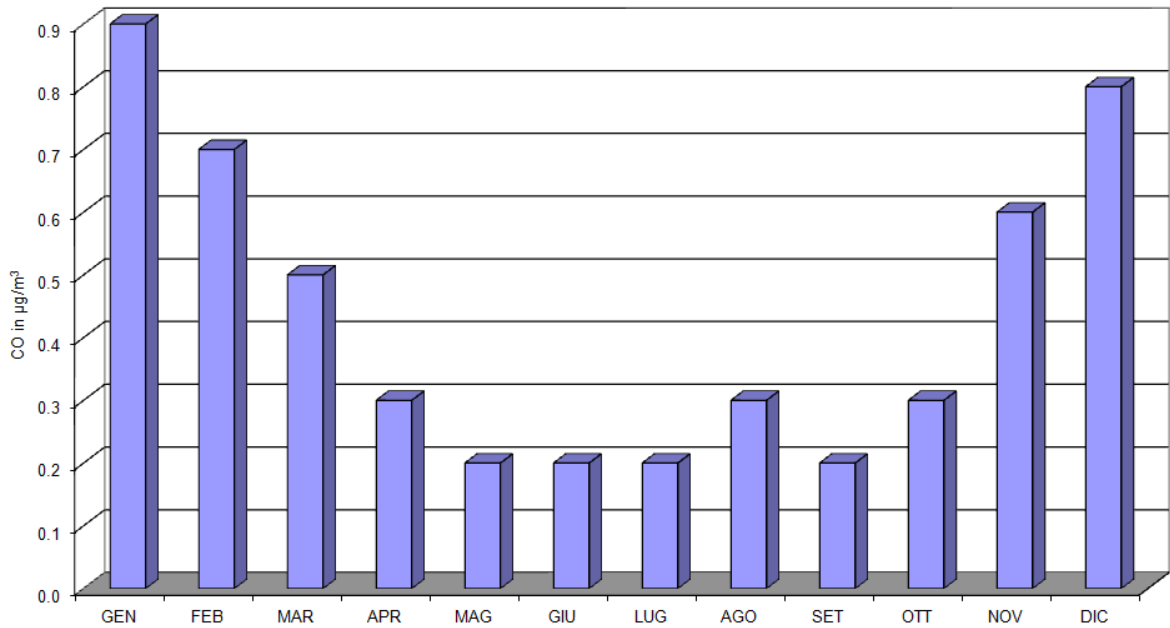


Figura 17: stazione di Belluno; medie mensili CO.

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 2016

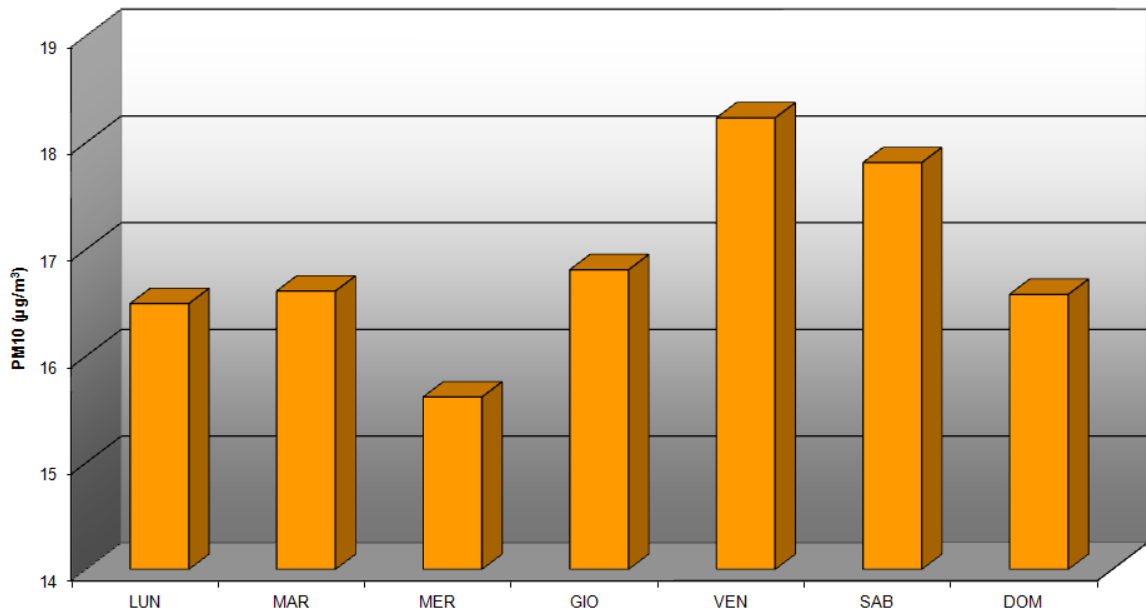


Figura 18: stazione di Belluno; settimana tipo PM10.

La settimana tipo delle polveri PM10 evidenzia un andamento piuttosto costante nel corso della settimana, con un leggero calo la nella giornata di mercoledì.

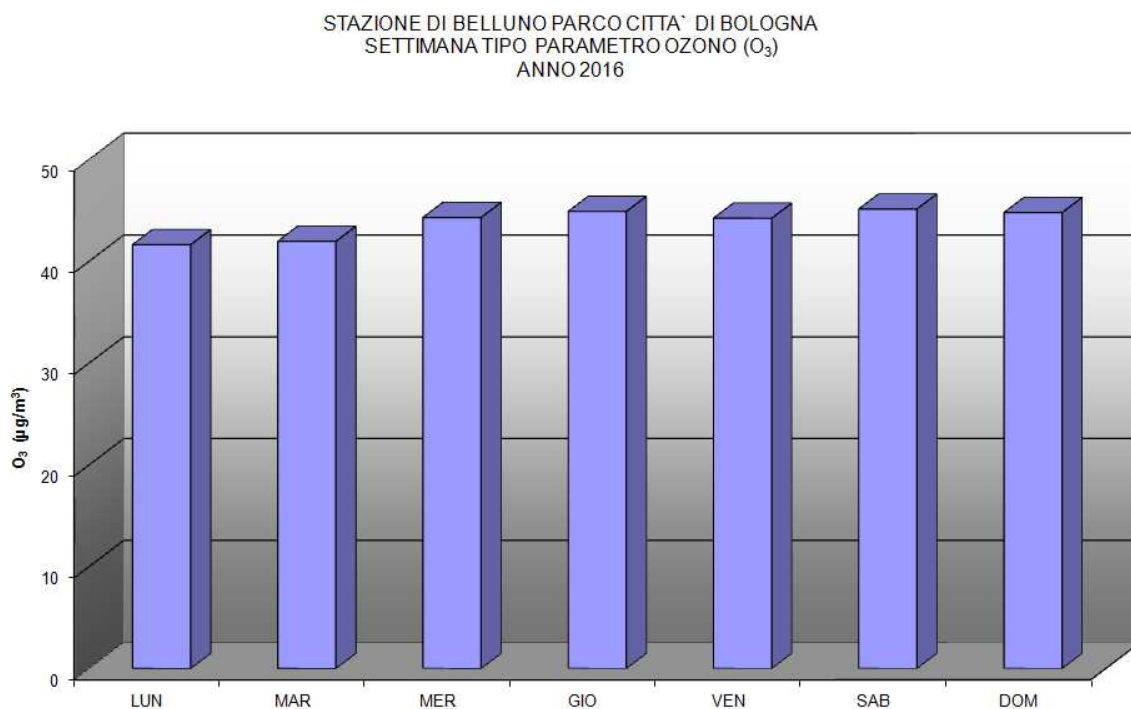


Figura 19: stazione di Belluno; settimana tipo O₃.

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

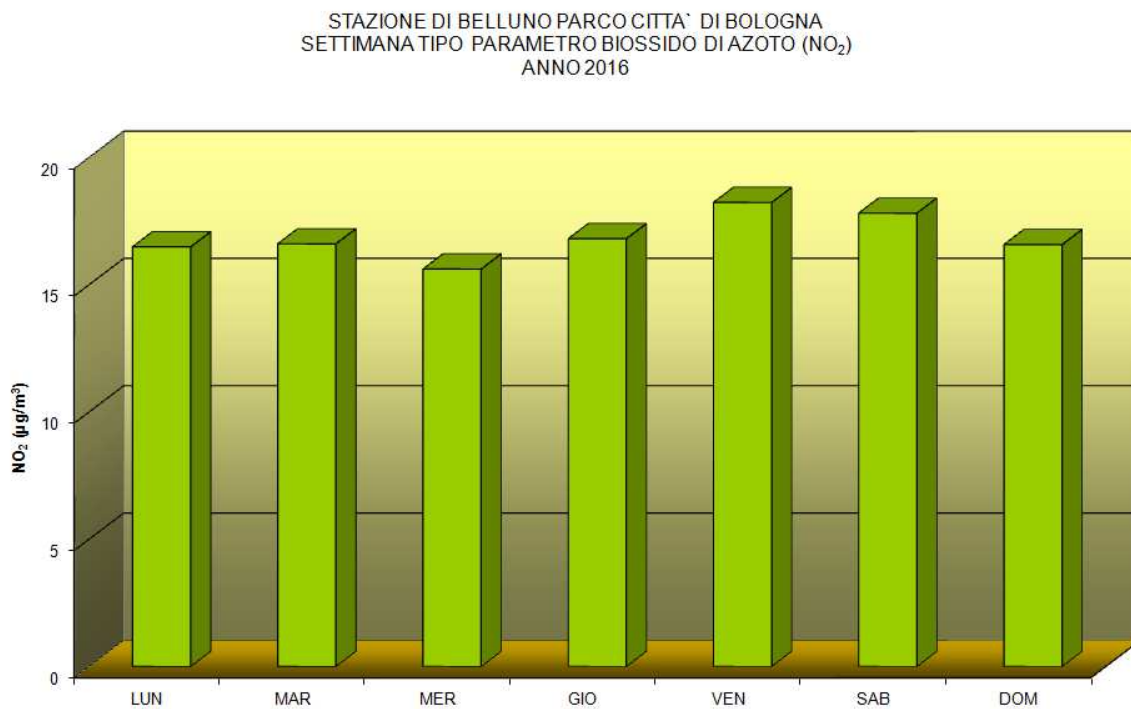


Figura 20: stazione di Belluno; settimana tipo NO₂.

L'andamento del biossido d'azoto evidenzia un andamento di concentrazioni stabili nel corso della settimana.

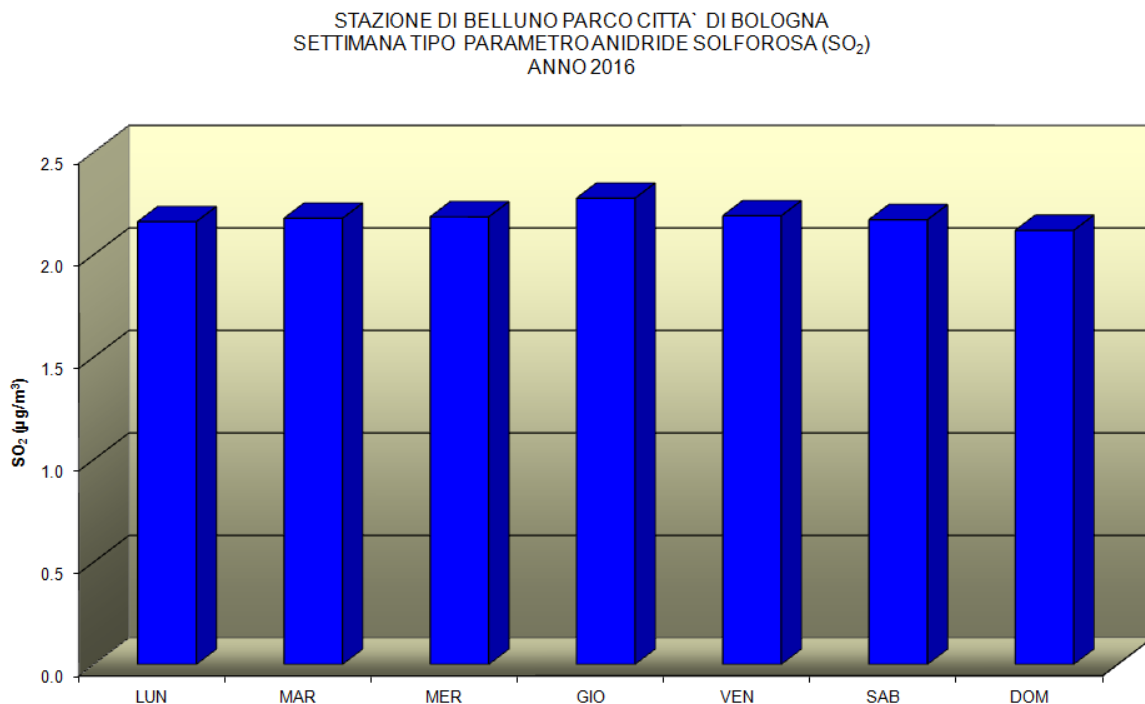


Figura 21: stazione di Belluno; settimana tipo SO₂.

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

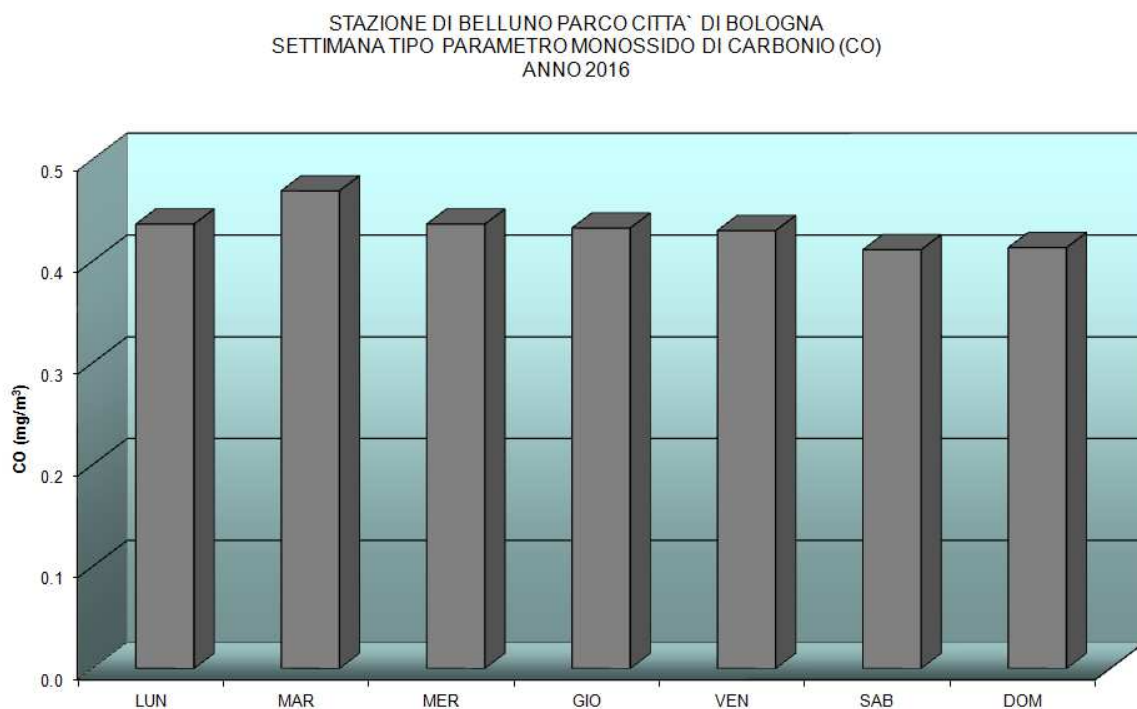


Figura 22: stazione di Belluno; settimana tipo CO.

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 2016 -

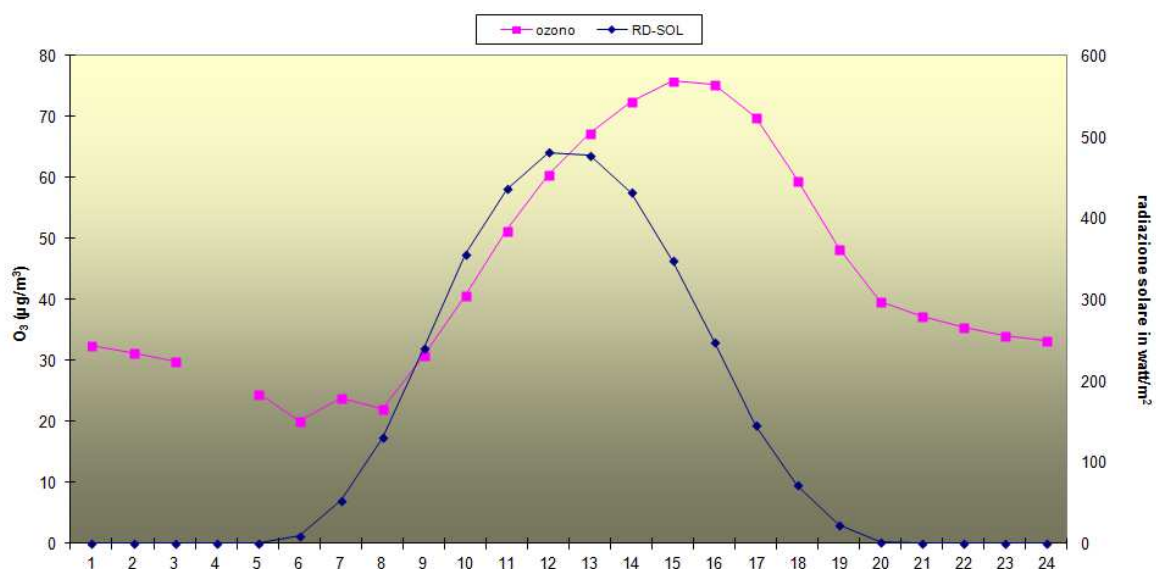


Figura 23: stazione di Belluno; giorno tipo O₃.

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 2016

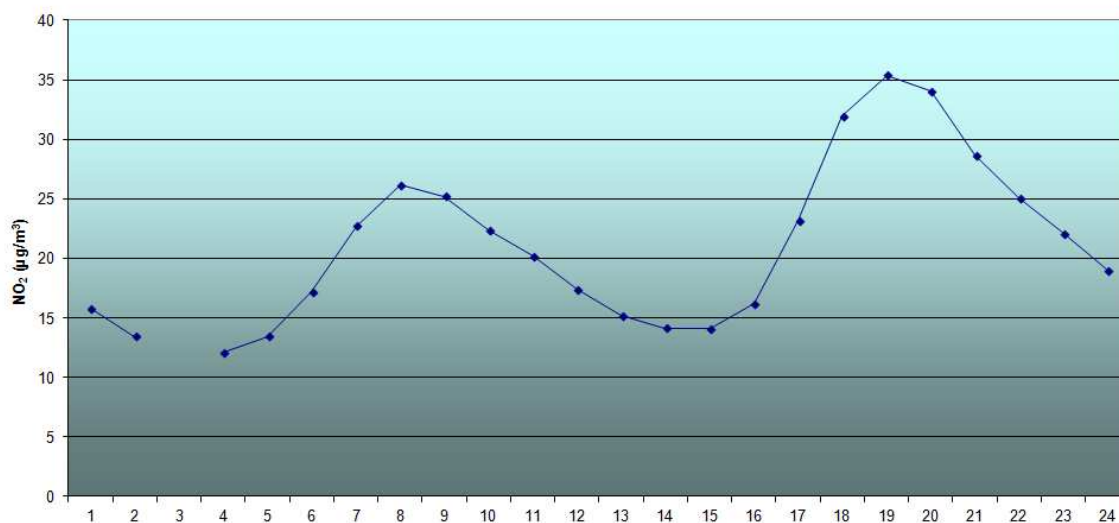


Figura 24: stazione di Belluno; giorno tipo NO₂.

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

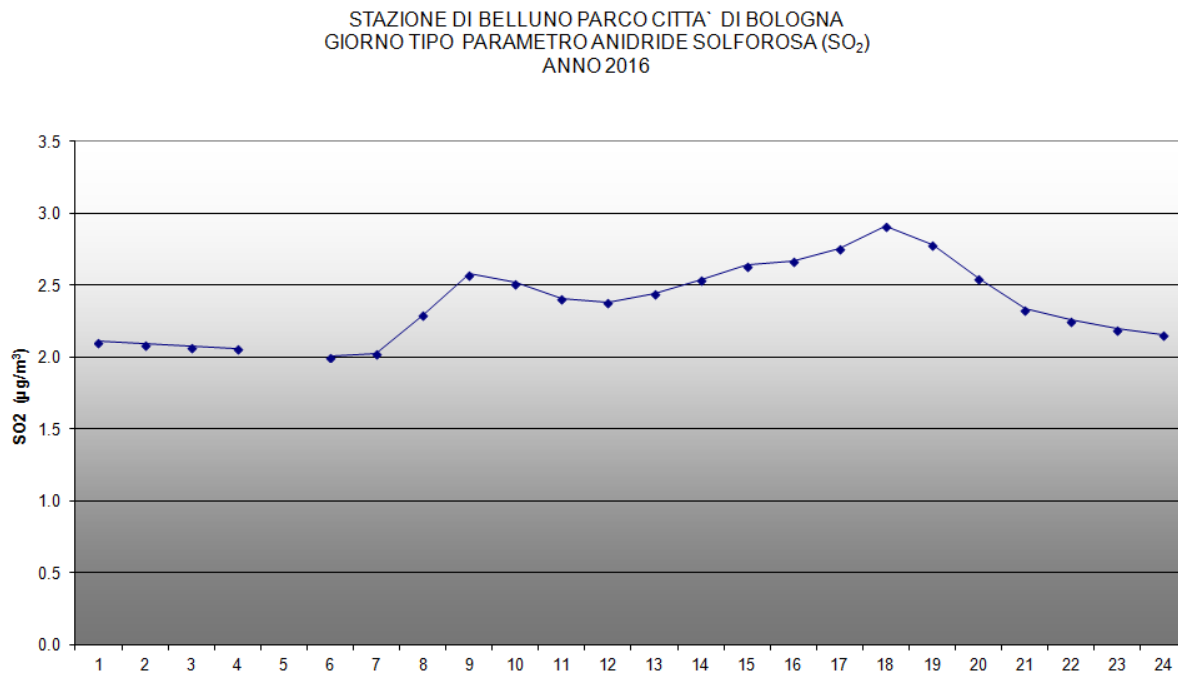


Figura 25: stazione di Belluno; giorno tipo SO₂.

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

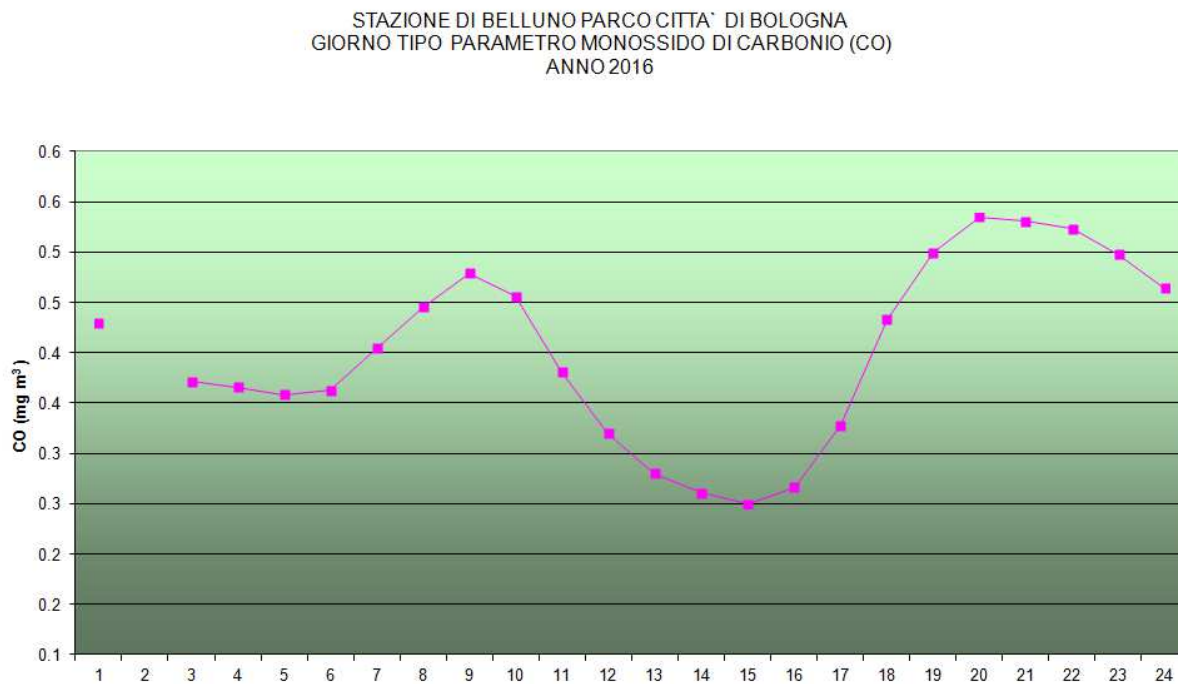


Figura 26: stazione di Belluno; giorno tipo CO.

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.

8.2 - Stazione di "Belluno La Cerva"

Nella sottostante tabella e nei seguenti grafici vengono presentati i dati raccolti nella stazione ubicata nei pressi dell'incrocio del "La Cerva" **a partire dal 19 febbraio 2016**, giorno di attivazione del nuovo sito di monitoraggio.

Per quanto incompleti i dati raccolti sono di seguito esposti per un raffronto indicativo tra i limiti di legge e i valori misurati.

Tabella 8: confronto con i limiti per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.)- stazione di Belluno "La Cerva".

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 35 volte per anno civile	2 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	21 µg/m ³
NO ₂	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 18 volte per anno civile	0 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	30 µg/m ³
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, relativamente al periodo considerato, sono stati rispettati sia lo standard di qualità dell'aria acuto, con 2 superamenti giornalieri (su 35 consentiti), sia quello cronico con una media di 21 µg/m³, rispetto ad valore limite annuale di 40 µg/m³. Va comunque considerato che il periodo fino al 20 febbraio, antecedente all'attivazione della stazione, è stato il peggiore per questo inquinante. Durante questi mesi, infatti, si sono verificati tutti e 9 i superamenti dei 50 µg/m³ della stazione di Belluno "parco città di Bologna". Solo dal prossimo anno sarà quindi possibile avere una serie annuale completa di dati da confrontare con il sito di monitoraggio residenziale sopra citato.

Biossido d'azoto: anche per questo inquinante, fatte le debite premesse sull'incompletezza della serie di dati, le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di 132 µg/m³ a fronte di un limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte all'anno. La media, pari a 30 µg/m³, si è attestata al di sotto del limite di legge.

Monossido di carbonio: dall'inizio del rilevamento le concentrazioni si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. La media mobile di otto ore massima rilevata nel 2016 è stata di 1,4 mg/m³, a fronte di un limite massimo giornaliero di 10 mg/m³.

9 - Stazione di Feltre: analisi dei dati rilevati

Nel presente paragrafo vengono presentati in forma grafica e tabellare i dati raccolti nell'anno 2016 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 2016.

Tabella 9: 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 35 volte per anno civile	43 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m^3	2.1 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 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	24 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 18 volte per anno civile	0 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
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 43 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 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $2,1 \text{ ng}/\text{m}^3$.

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 $166 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 2014-2016 è di 24 giorni all'anno, inferiore 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 $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

9.1 - 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 2016 si è registrato un valore intermedio tra quello del 2015 e il biennio precedente. Il benzo(a)pirene, si è attestato su un valore medio leggermente inferiore a quello degli ultimi anni, escludendo il 2014, il cui andamento è stato condizionato dalle consistenti precipitazioni del periodo invernale.

Tabella 10: 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	media	media	media	media	media	media	media
2004	3	13	63	0.3	40	***	***	***
2005	3	18	44	0.4	39	***	3.2	1.5
2006	2	19	43	0.5	40	***	2.7	1.8
2007	2	19	44	0.5	32	***	1.4	2.1
2008	1	15	40	0.5	31	***	1.3	1.7
2009	2	14	43	0.4	29	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	***	15	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
2016	***	11	36	***	25	20	1.0	2.1

***** Misura non prevista**

9.2 - 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.

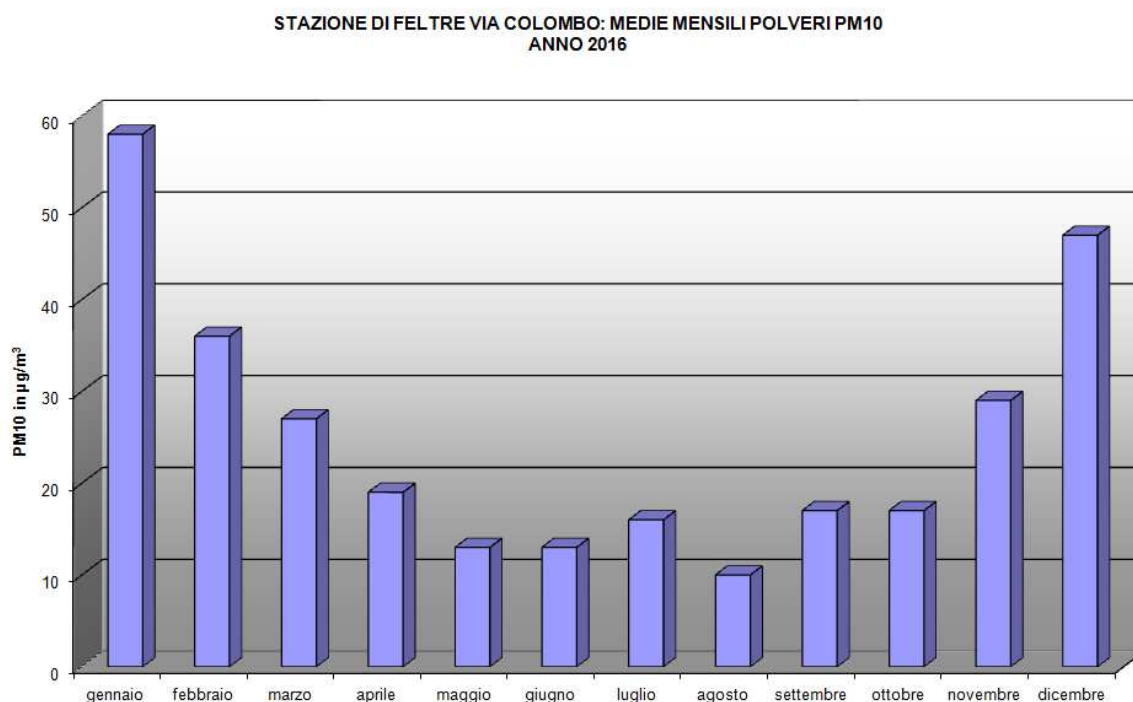


Figura 27: stazione di Feltre; medie mensili PM10.

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

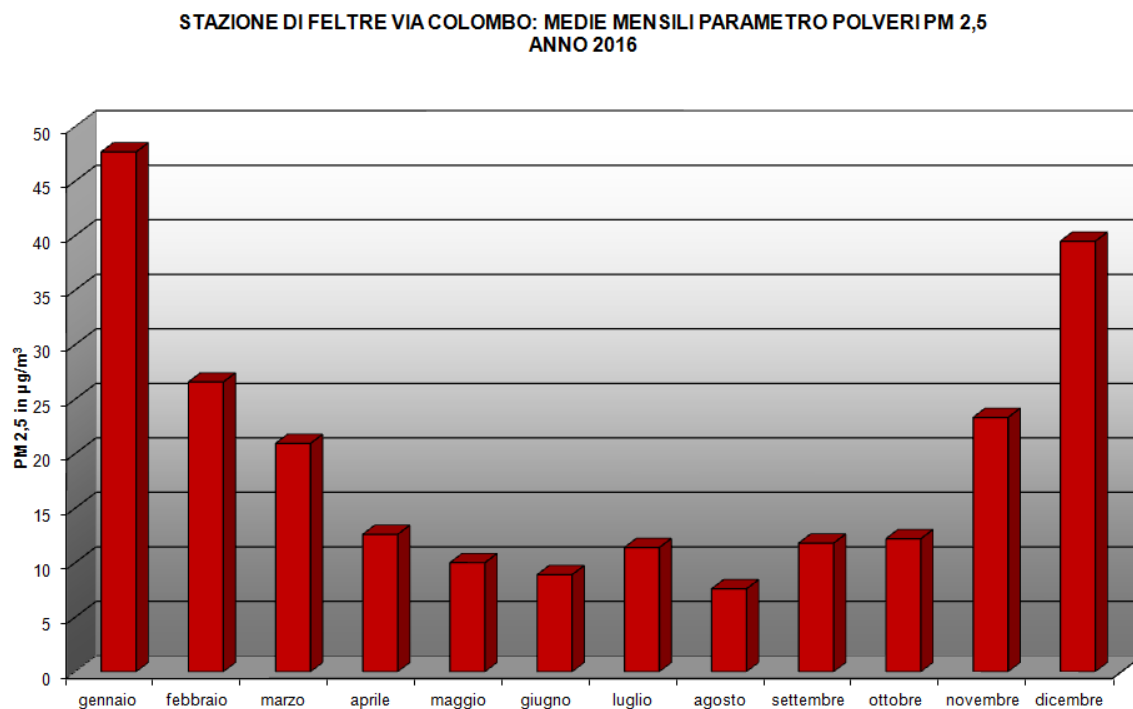


Figura 28: stazione di Feltre; medie mensili PM2.5.

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

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO: MEDIE MENSILI PARAMETRO BENZO(a)PIRENE
ANNO 2016

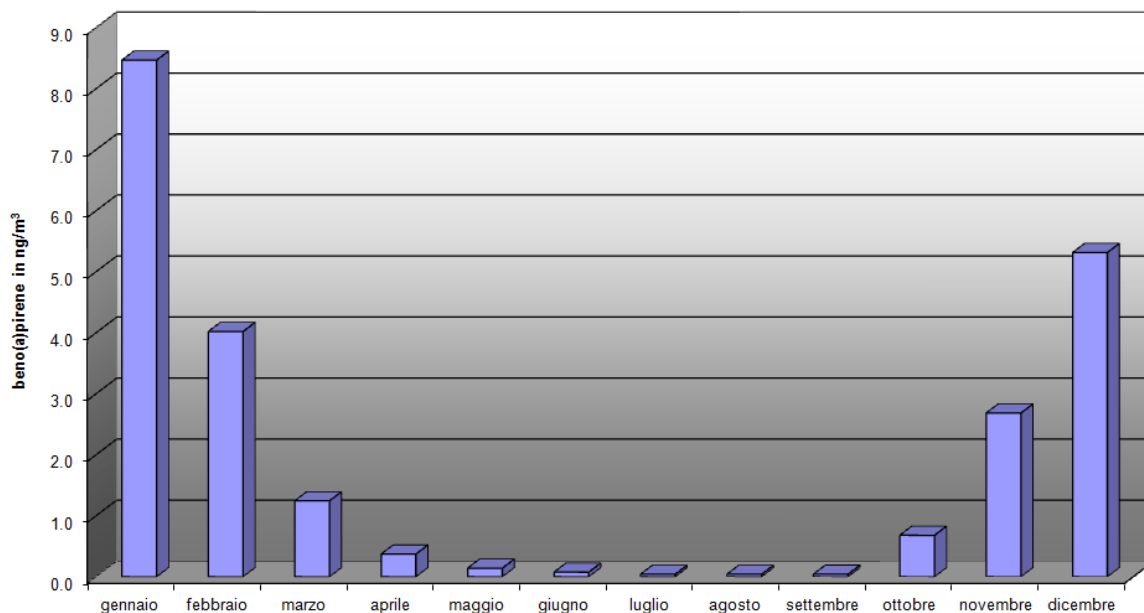


Figura 29: stazione di Feltre; medie mensili B(a)P.

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 riportate ai paragrafi 7.5 e 7.7.

STAZIONE DI FELTRE VIA COLOMBO: MEDIE MENSILI OZONO (O₃)
ANNO 2016

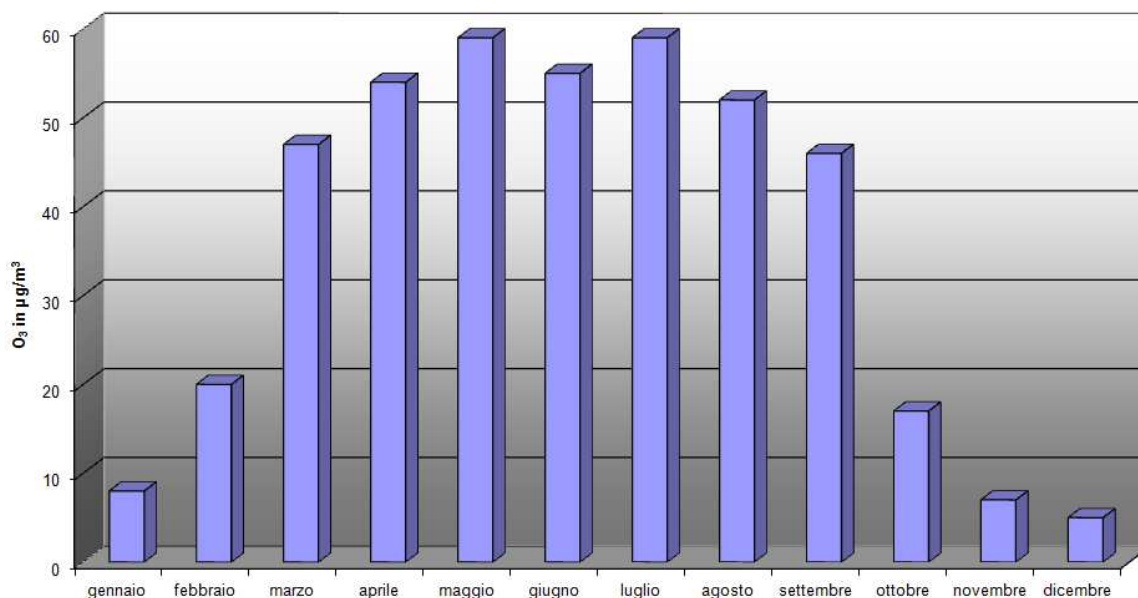


Figura 30: stazione di Feltre; medie mensili O₃.

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 BIOSSIDO D'AZOTO (NO₂)
ANNO 2016

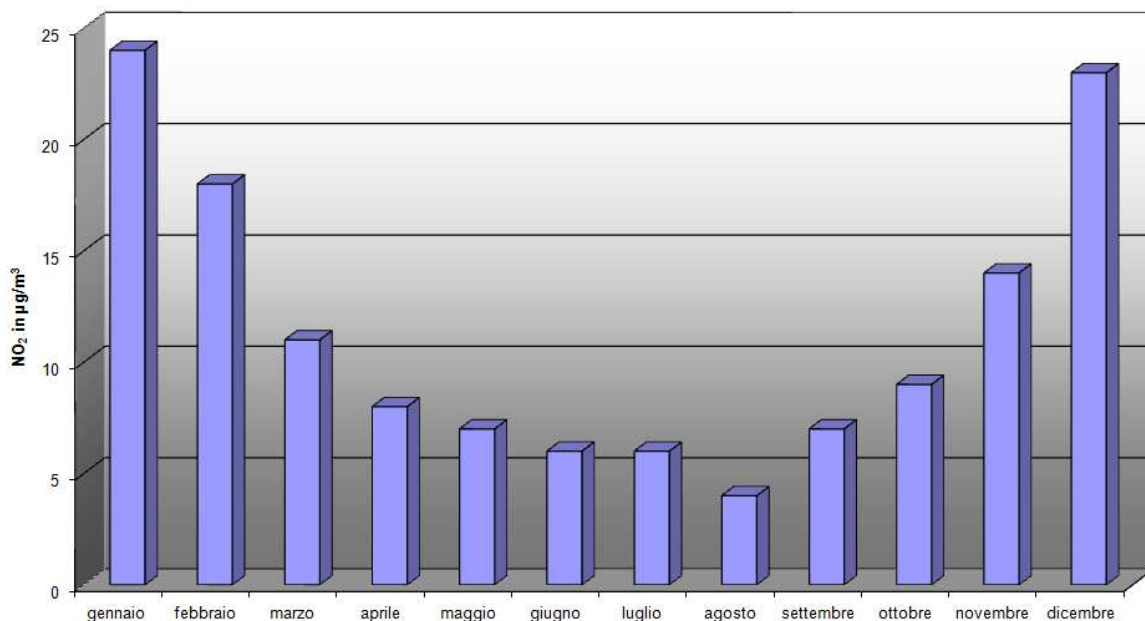


Figura 31: stazione di Feltre; medie mensili NO₂.

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.

STAZIONE DI FELTRE "AREA FELTRINA"
SETTIMANA TIPO PARAMETRO POLVERI PM10
ANNO 2016

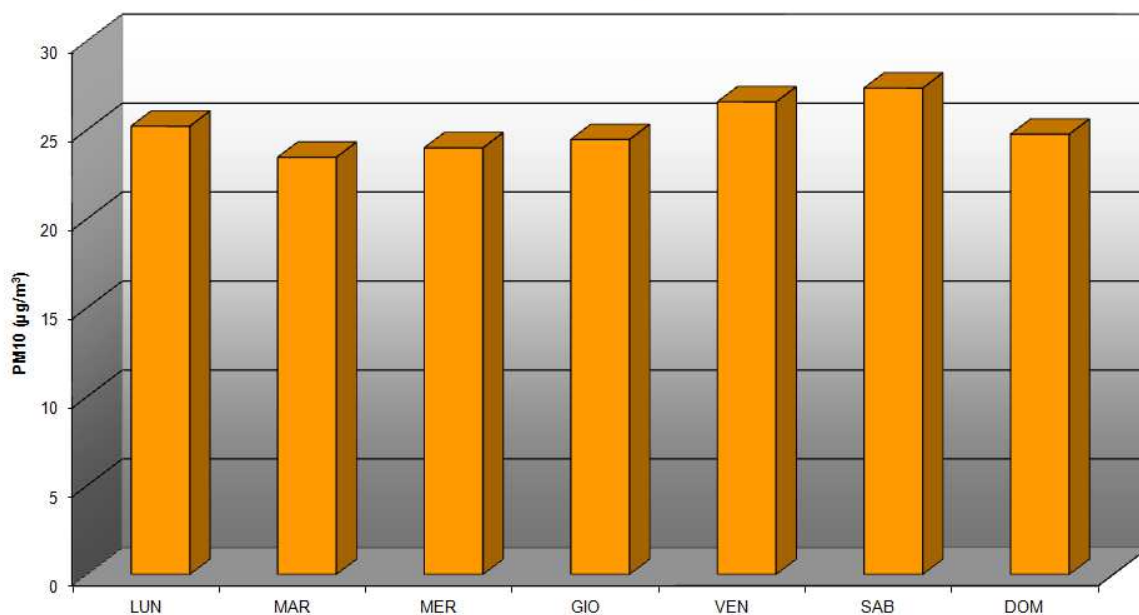


Figura 32: stazione di Feltre; settimana tipo PM10.

L'andamento settimanale del PM10 mostra un leggero aumento nelle giornate di venerdì e sabato.

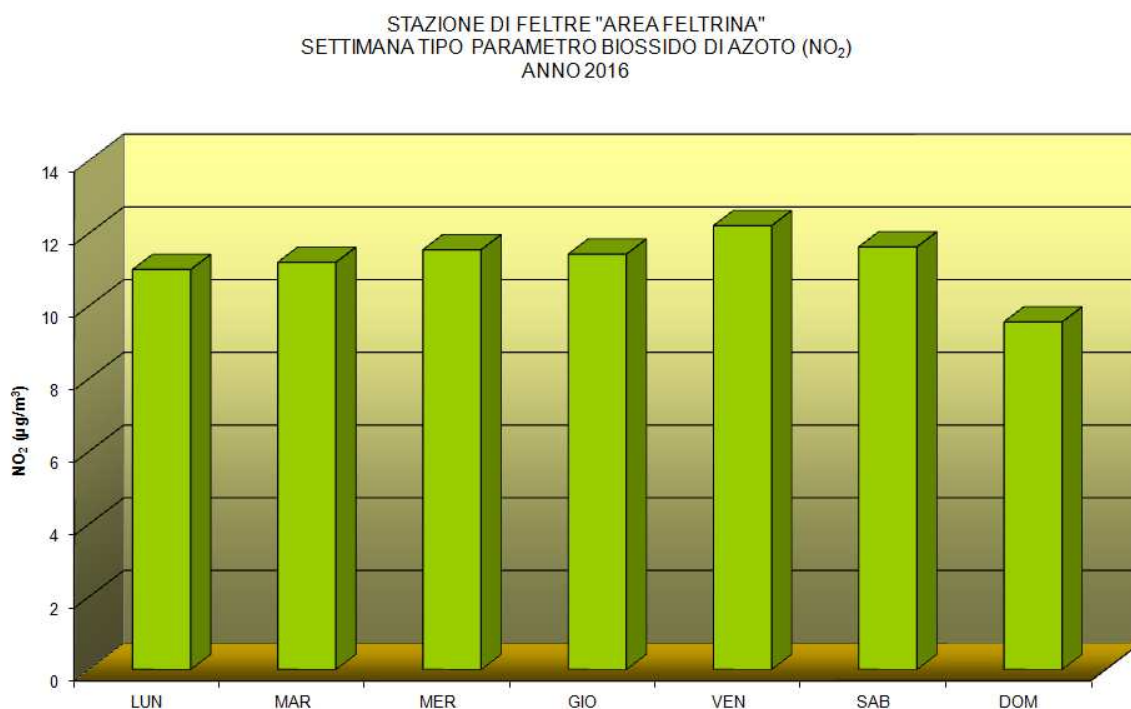


Figura 33: stazione di Feltre; settimana tipo NO₂.

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

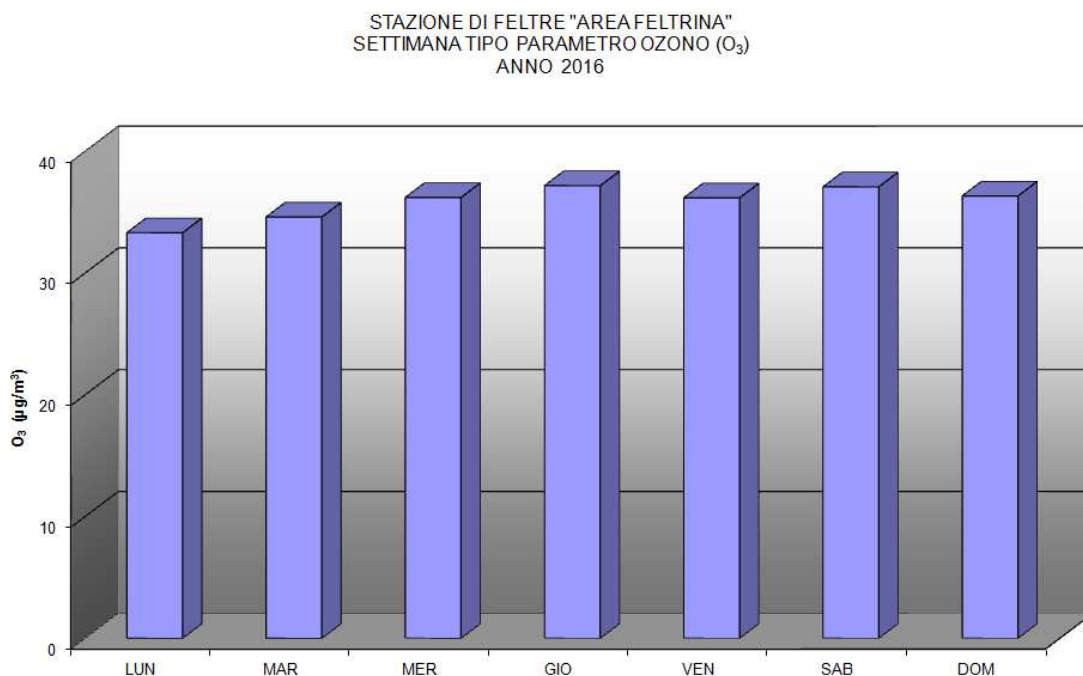


Figura 34: stazione di Feltre; settimana tipo O₃.

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.

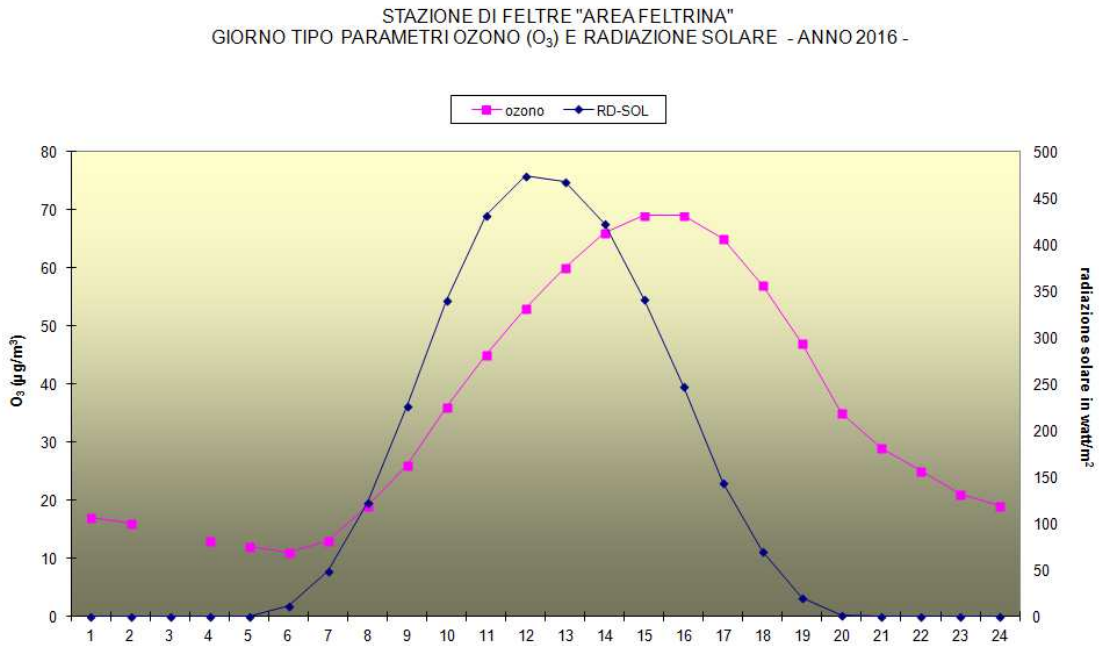


Figura 35: stazione di Feltre; giorno tipo O₃.

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.

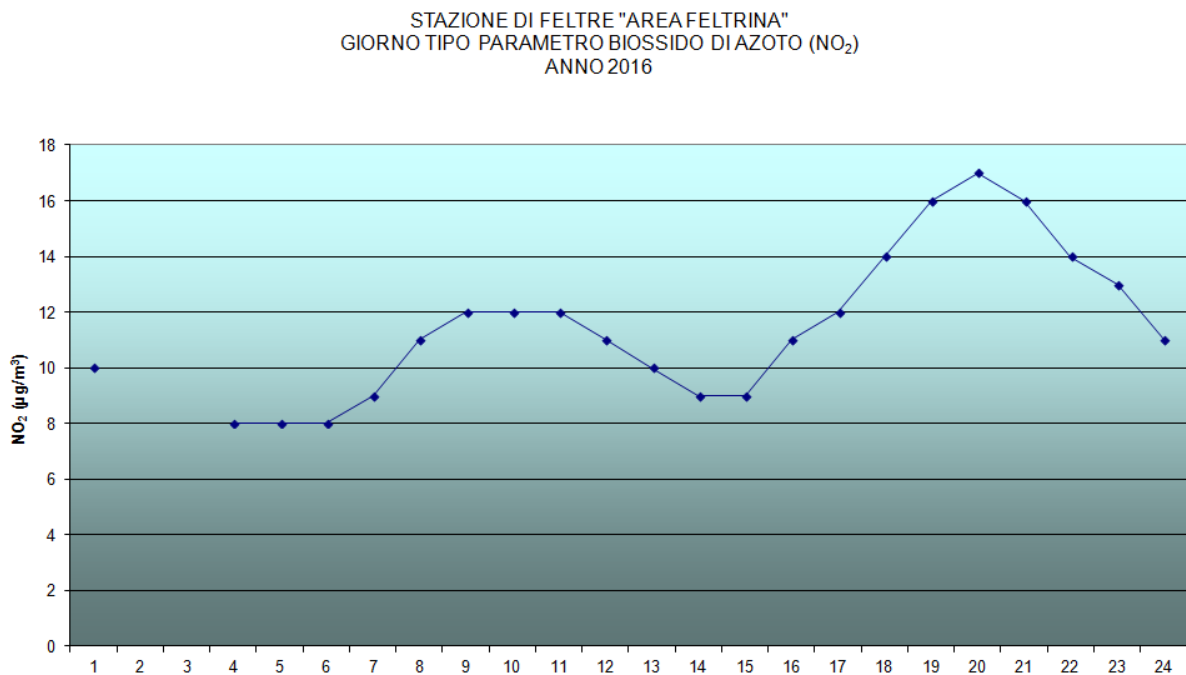


Figura 36: stazione di Feltre; giorno tipo NO₂.

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

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 2016 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 2016.

Tabella 11: 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 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile	6 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	11 µg/m ³
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³	0 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	26 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 25 giorni all'anno come media su 3 anni	33 superamenti
	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	22164 µg/m ³ h
	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	18545 µg/m ³ h
NO_x	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³	7 µg/m ³
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 18 volte per anno civile	0 superamenti
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	6 µg/m ³
C₆H₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m ³	0.5 µg/m ³

Polveri PM10: sono stati registrati 6 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ fissato dal D.Lgs 155/2010 (sono consentiti 35 superamenti in un anno solare); la media annuale si è attestata a 11 µg/m³, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m³.

Ozono: per questo inquinante non sono stati registrati superamenti della soglia di informazione alla popolazione di 180 µg/m³. Il valore massimo misurato è stato di 168 µg/m³. 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 2014-2016 è di 33 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 µg/m³.

Biossido d'azoto: le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di 51 µg/m³ a fronte di un limite orario di 200 µg/m³ 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 0,5 µg/m³.

10.1 - 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 (NO₂) e l'ozono (O₃). Le polveri PM10 si sono sempre mantenute su valori molto bassi e negli ultimi anni sono ulteriormente diminuite. Il benzene infine manifesta un trend di continua diminuzione dall'inizio del suo rilevamento nel 2012.

Tabella 12: 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	µg/m ³ 293K	µg/m ³ 293K	µg/m ³ 293K	mg/m ³ 293K	µg/m ³	µg/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	***
2016	***	6	59	***	11	0.5	***

*** Misura non prevista

10.2 - 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.

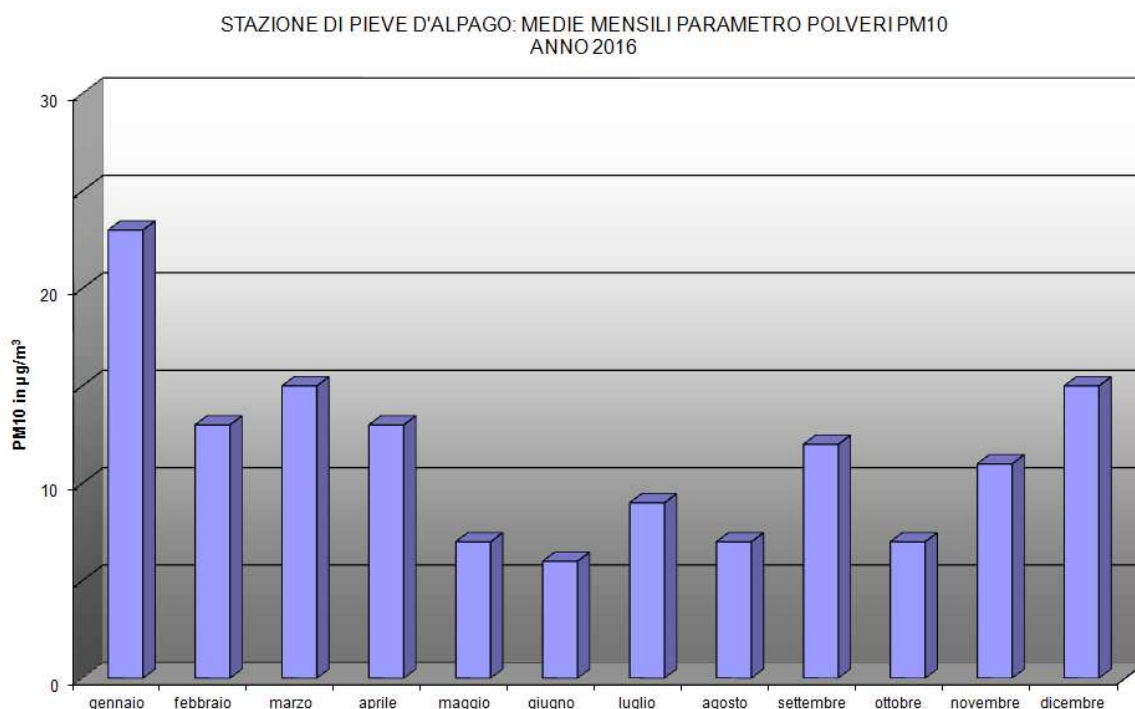


Figura 37: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili PM10.

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.

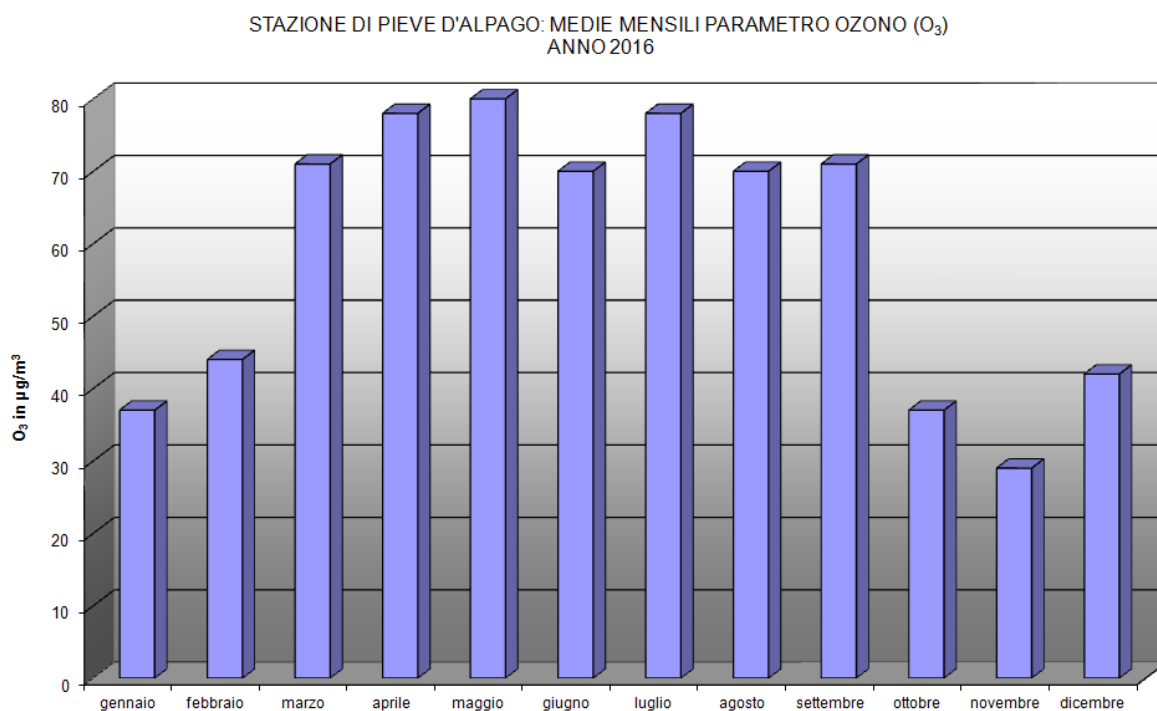


Figura 38: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili O₃.

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

STAZIONE DI PIEVE D'ALPAGO: MEDIE MENSILI PARAMETRO BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂)
ANNO 2016

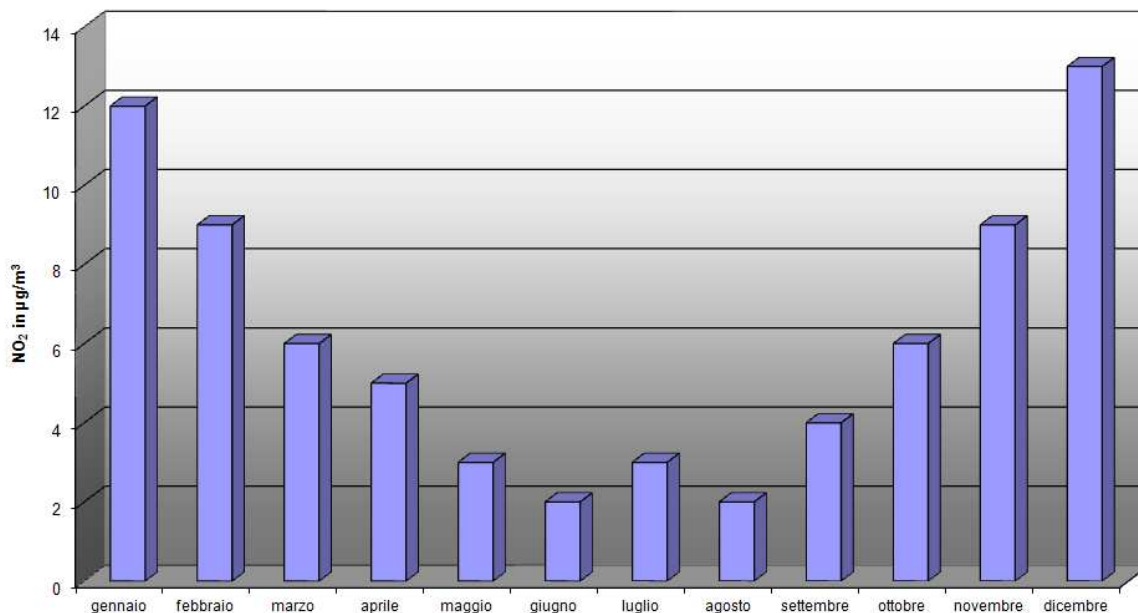


Figura 39: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili NO₂.

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

STAZIONE DI PIEVE D'ALPAGO MEDIE MENSILI PARAMETRO BENZENE
ANNO 2016

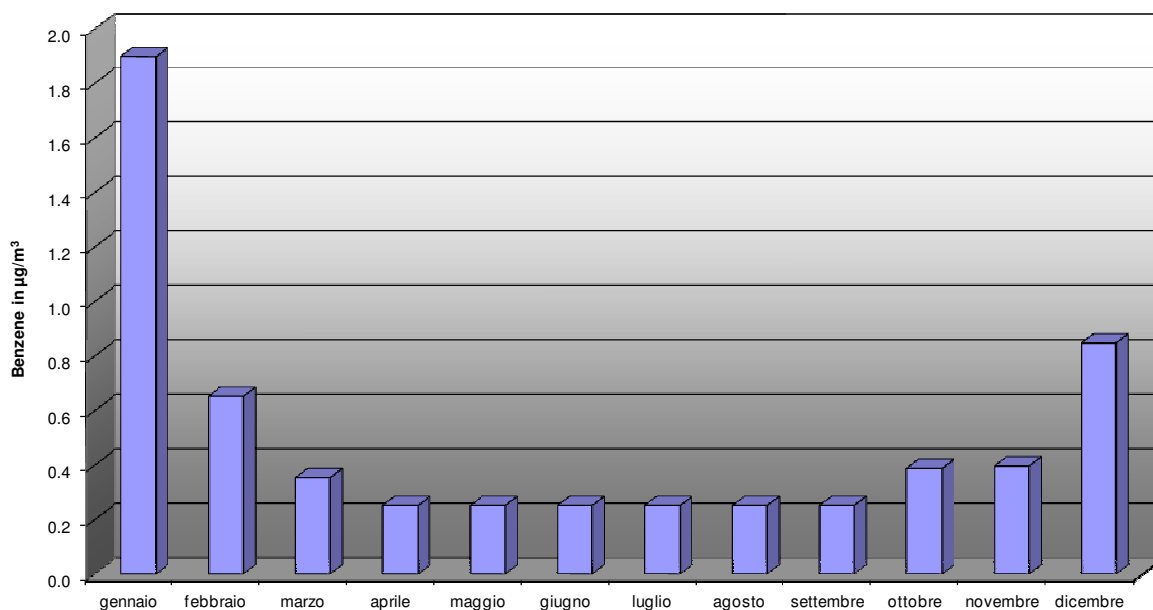


Figura 40: stazione di Pieve d'Alpago; medie mensili C₆H₆.

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.

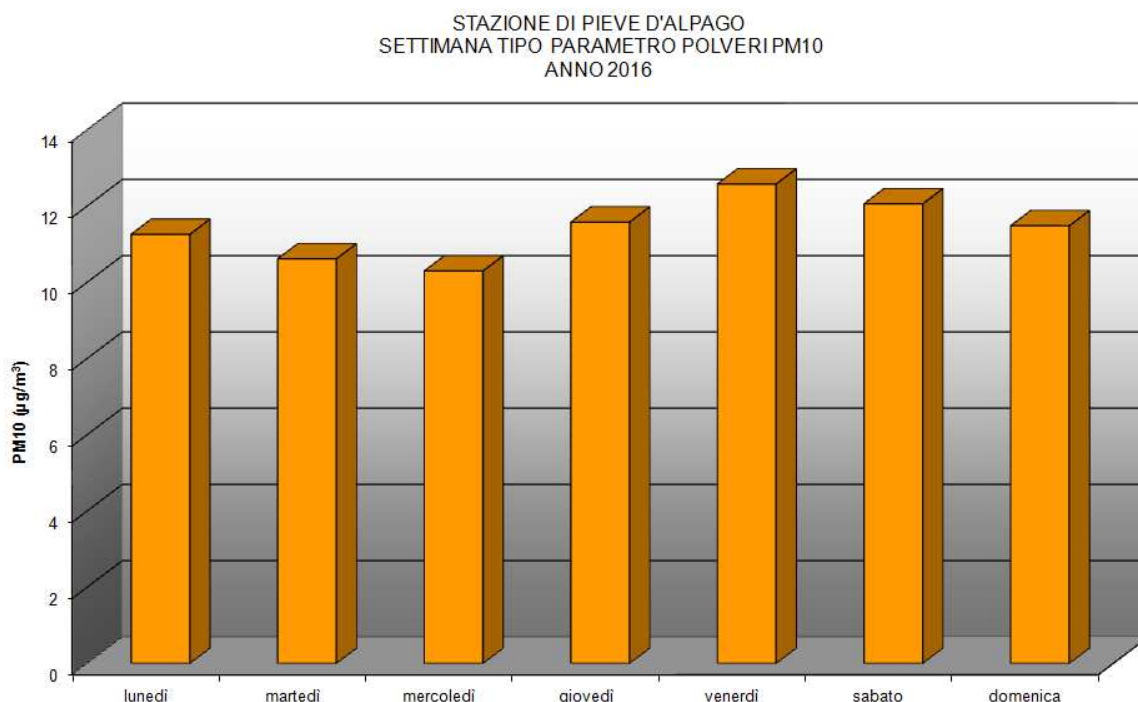


Figura 41: stazione di Pieve d'Alpago; settimana tipo PM10.

L'andamento settimanale del PM10 tende a subire un leggerissimo aumento nelle giornate di venerdì e sabato.

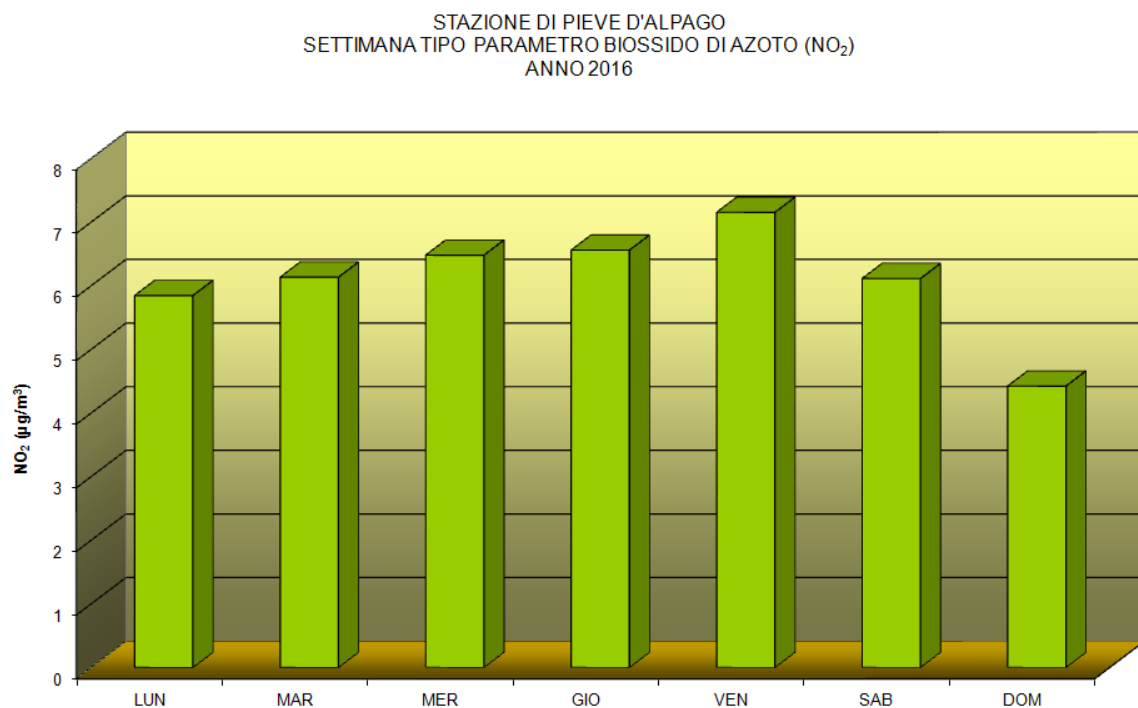


Figura 42: stazione di Pieve d'Alpago; settimana tipo NO₂.

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

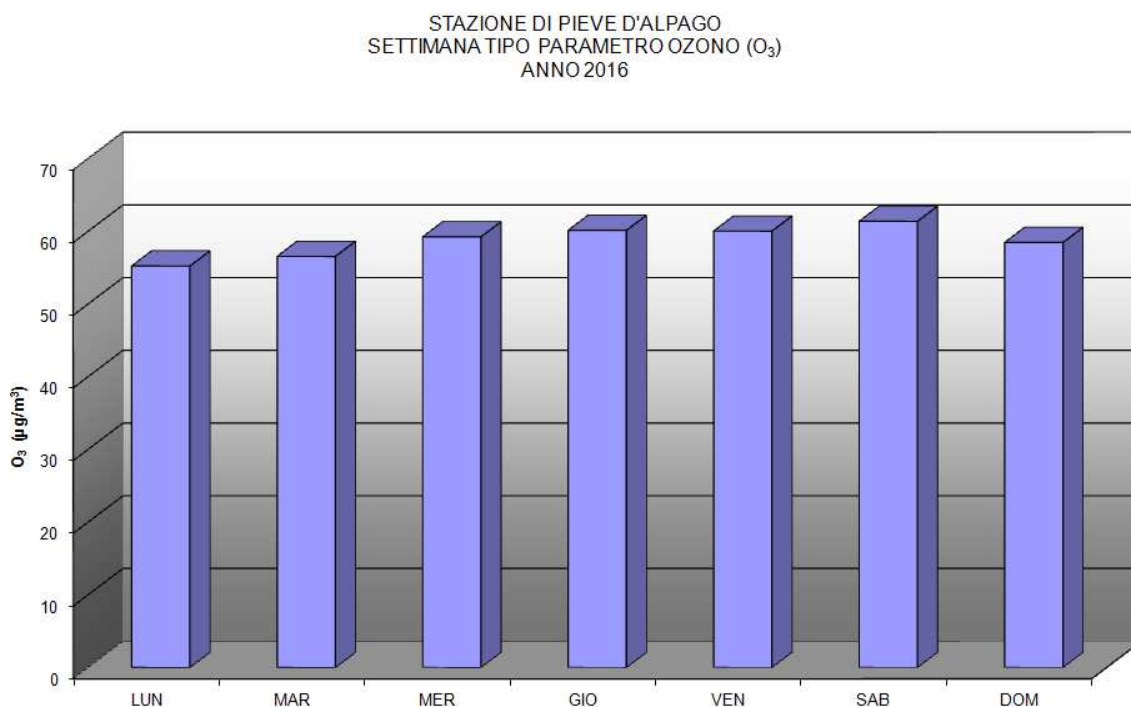


Figura 43: stazione di Pieve d'Alpago; settimana tipo O₃.

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 2016

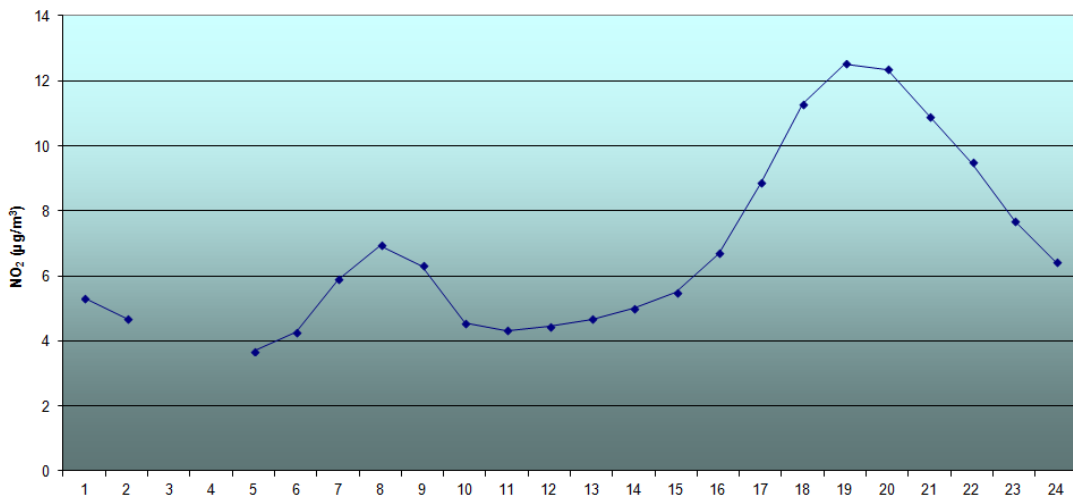


Figura 44: stazione di Pieve d'Alpago; giorno tipo NO₂.

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

STAZIONE PIEVE D'ALPAGO
GIORNO TIPO PARAMETRI OZONO (O₃) E RADIAZIONE SOLARE - ANNO 2016 -

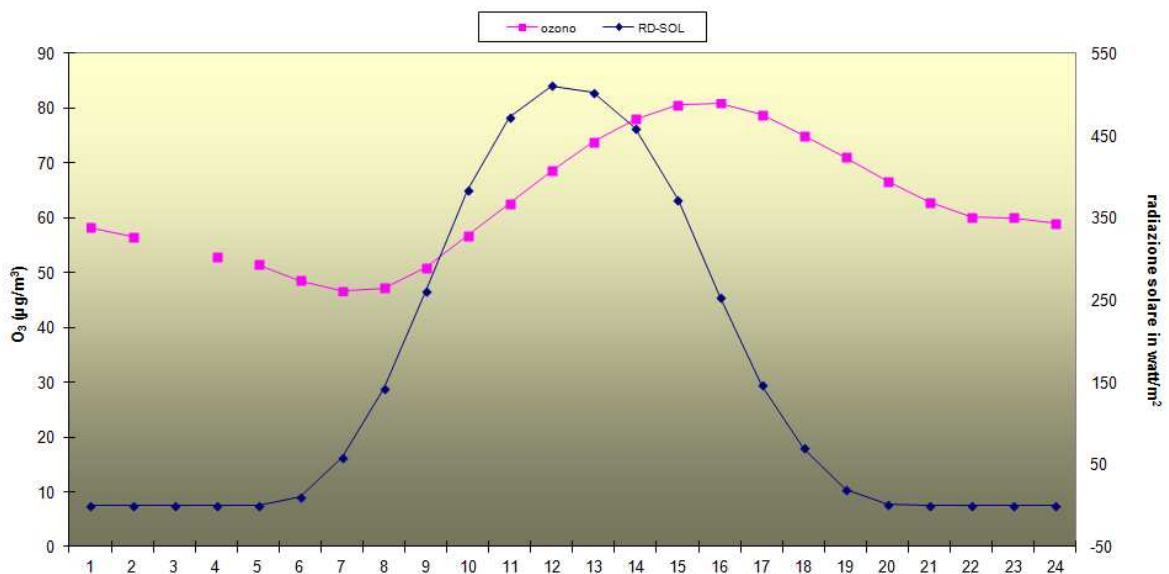


Figura 45: stazione di Pieve d'Alpago; giorno tipo O₃.

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 PM2.5 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 attive per l'intero anno, con riferimento ai principali inquinanti monitorati:

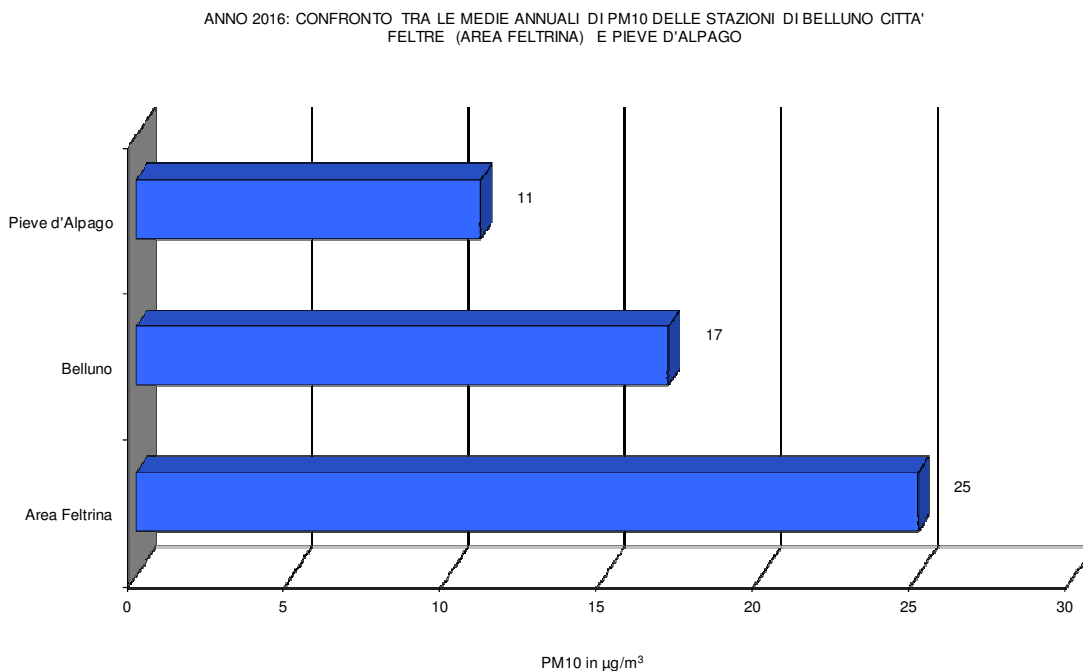


Figura 46: rete di monitoraggio provinciale: medie annuali PM10.

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.

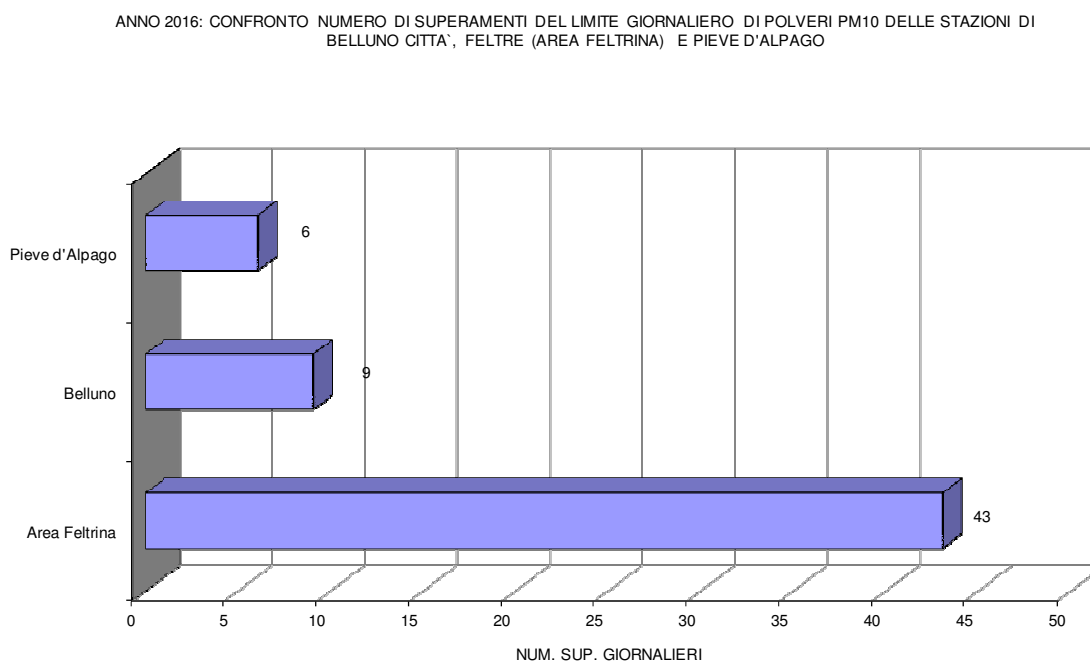


Figura 47: rete di monitoraggio provinciale: superamenti PM10.

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 2016: CONFRONTO TRA LE MEDIE ANNUALI DI OZONO (O_3) DELLE STAZIONI DI BELLUNO CITTA', FELTRE (AREA FELTRINA) E PIEVE D'ALPAGO

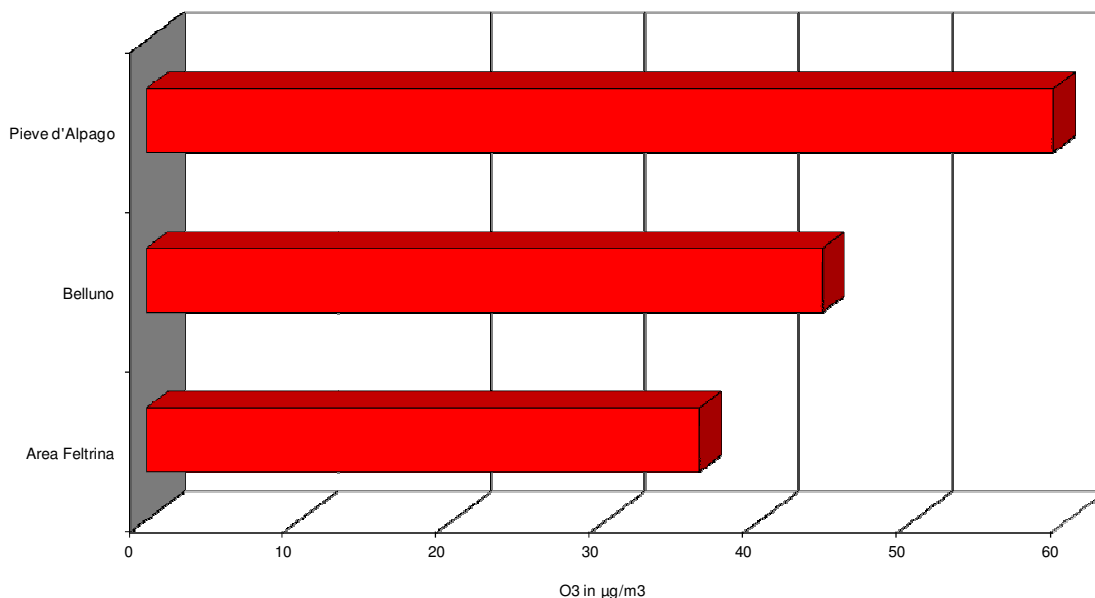


Figura 48: rete di monitoraggio provinciale: medie annuali O_3 .

Nel caso dell’ozono la stazione di Pieve d’Alpago, sita in zona pedemontana (loc. Villa), conferma anche per il 2016 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. Per quanto riguarda i superamenti della soglia di informazione alla popolazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) invece, la sola stazione di Belluno ha fatto registrare uno sfioramento del limite, mentre quelle di Feltre e Pieve d’Alpago non ne hanno fatto registrare alcuno. Nessuna delle tre stazioni ha fatto registrare superamenti della soglia di allarme.

ANNO 2016: CONFRONTO TRA LE MEDIE ANNUALI DI BISSIDO D'AZOTO (NO_2) DELLE STAZIONI DI BELLUNO CITTA', FELTRE (AREA FELTRINA) E PIEVE D'ALPAGO

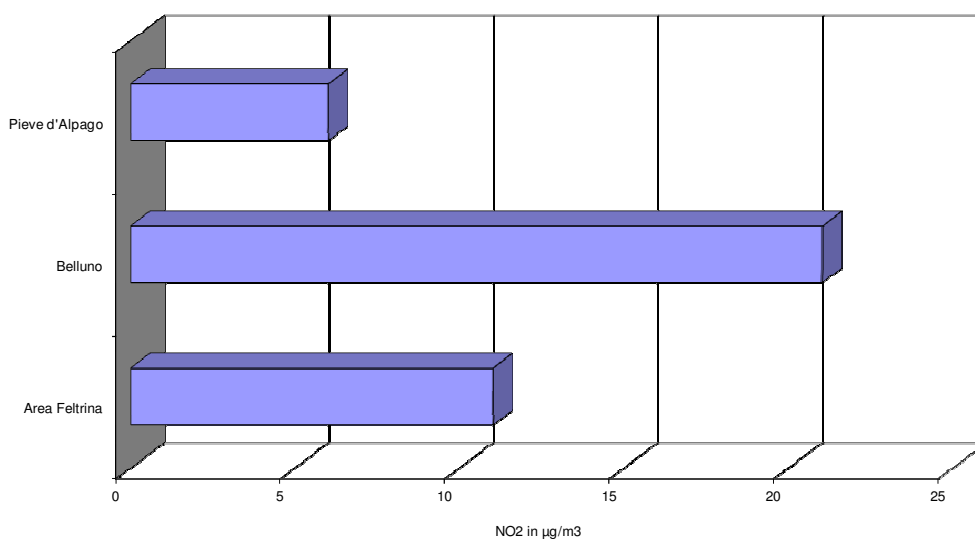


Figura 49: rete di monitoraggio provinciale: medie annuali NO_2 .

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:

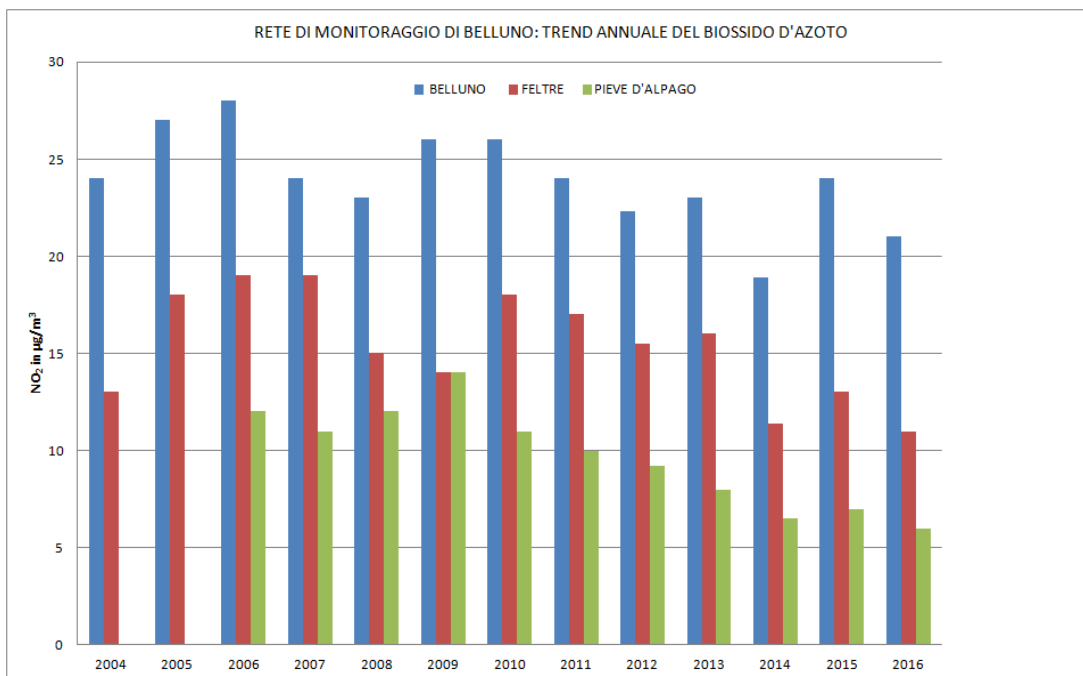


Figura 50: rete di monitoraggio provinciale: trend medie annuali NO₂.

Il grafico del biossido d'azoto (NO₂) segnala per il 2016 una diminuzione rispetto al 2015, con valori confrontabili a quelli del 2014:

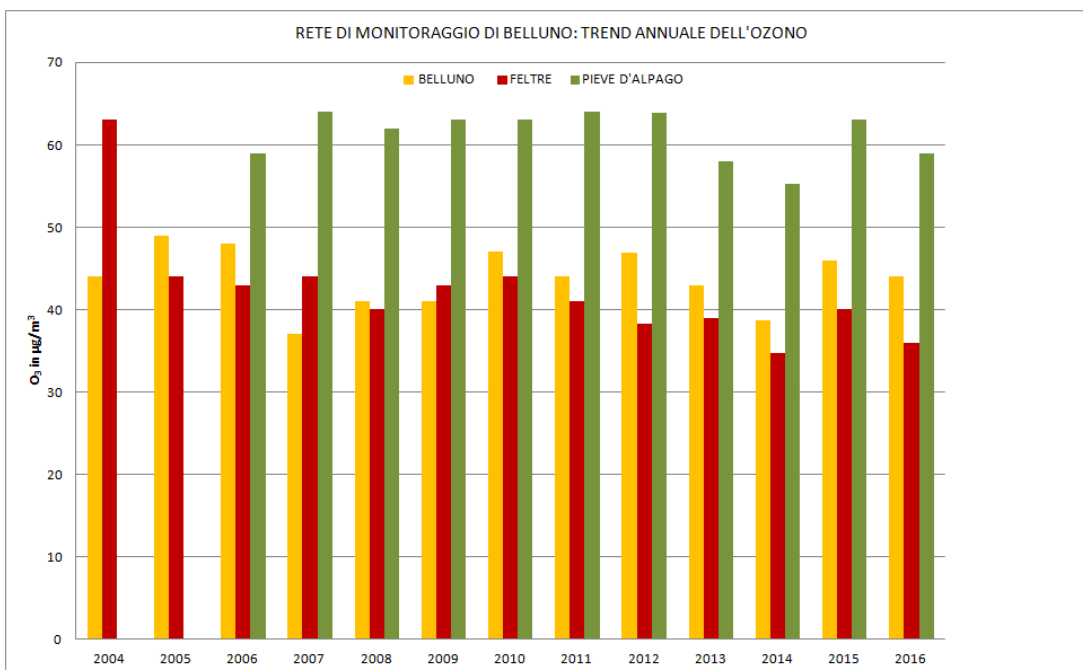


Figura 51: rete di monitoraggio provinciale: trend medie annuali O₃.

Per quanto riguarda l'ozono, i valori medi del 2016 hanno fatto segnare una leggera diminuzione rispetto al 2015, anno caratterizzato da condizioni di irraggiamento

estivo superiori alla media. La stazione di Pieve d'Alpago presenta i valori più elevati a causa del suo posizionamento in zona rurale pedemontana.

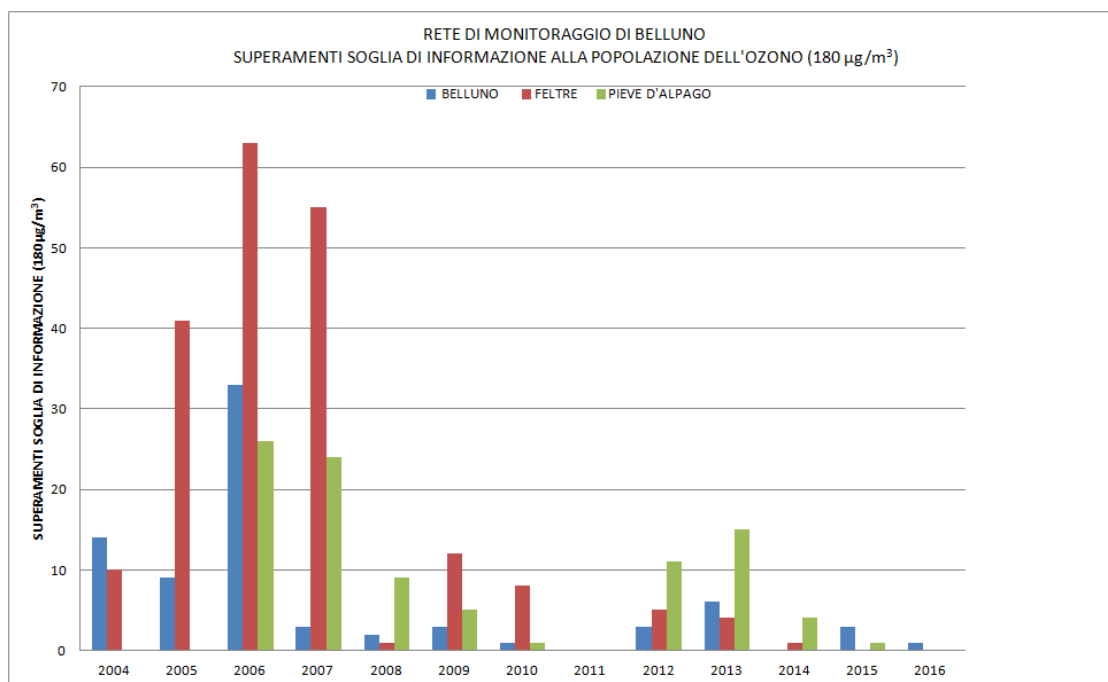


Figura 52: rete di monitoraggio provinciale: trend superamenti soglia informazione O₃.

I superamenti della soglia di informazione alla popolazione per l'ozono sono ridotti negli ultimi anni rispetto ai primi anni di rilevamento. Nel 2016, nonostante il ripetersi di condizioni meteorologiche favorevoli alla formazione di questo inquinante secondario, si è verificato un solo superamento dei 180 µg/m³, 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.

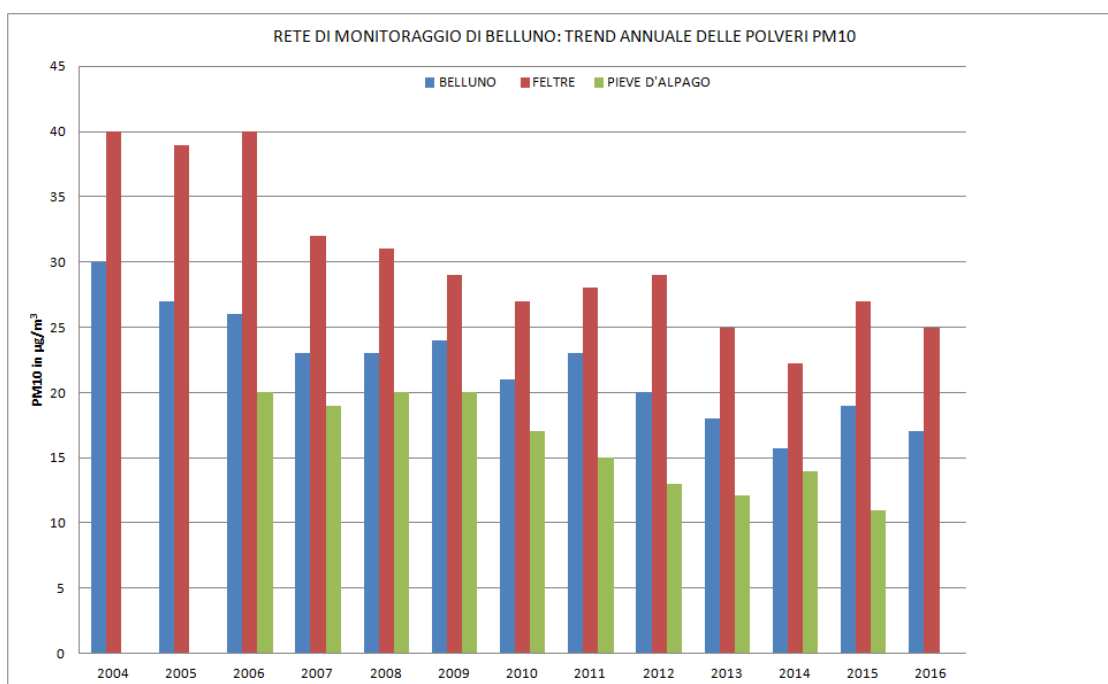


Figura 53: rete di monitoraggio provinciale: trend annuale polveri PM10.

Il trend annuale delle polveri PM10 nel 2016 ha ricalcato quello del 2015 a causa delle condizioni invernali ancora sfavorevoli alla dispersione atmosferica, soprattutto nella stazione di Feltre. Anche quest'anno comunque il limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è stato superato.

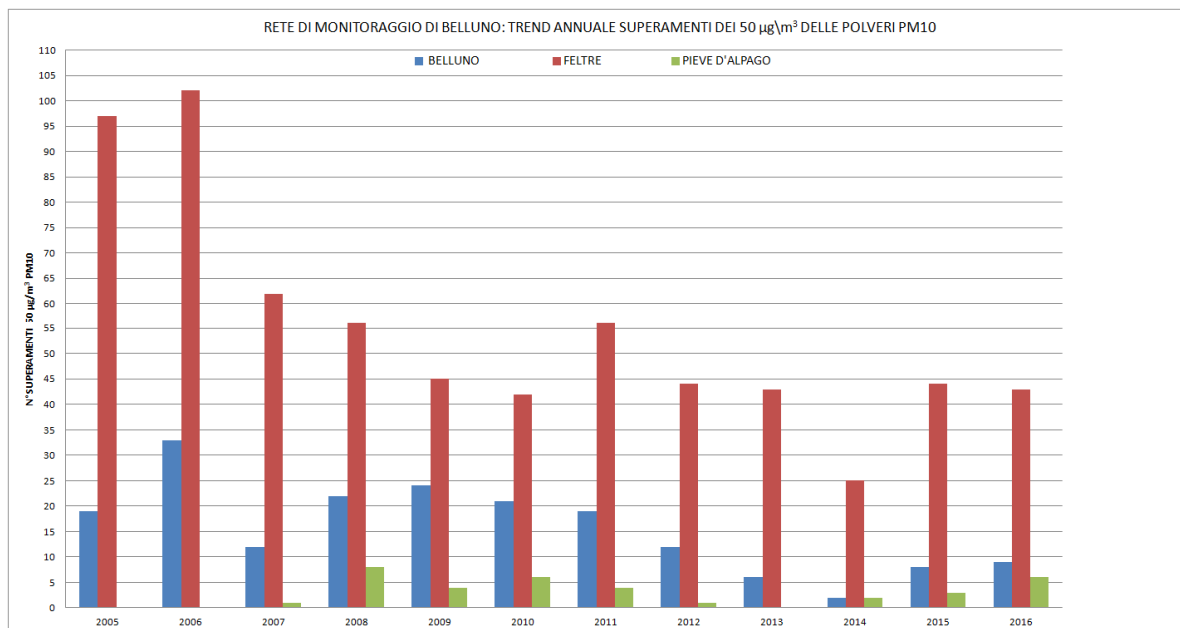


Figura 54: rete di monitoraggio provinciale: trend annuale superamenti giornalieri limite polveri PM10.

Per quanto riguarda il numero di superamenti giornalieri dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 il 2016 si è dimostrato in linea con i risultati dal 2012 in poi, ad eccezione del 2014, caratterizzato da un numero di giorni piovosi in inverno decisamente sopra la media.

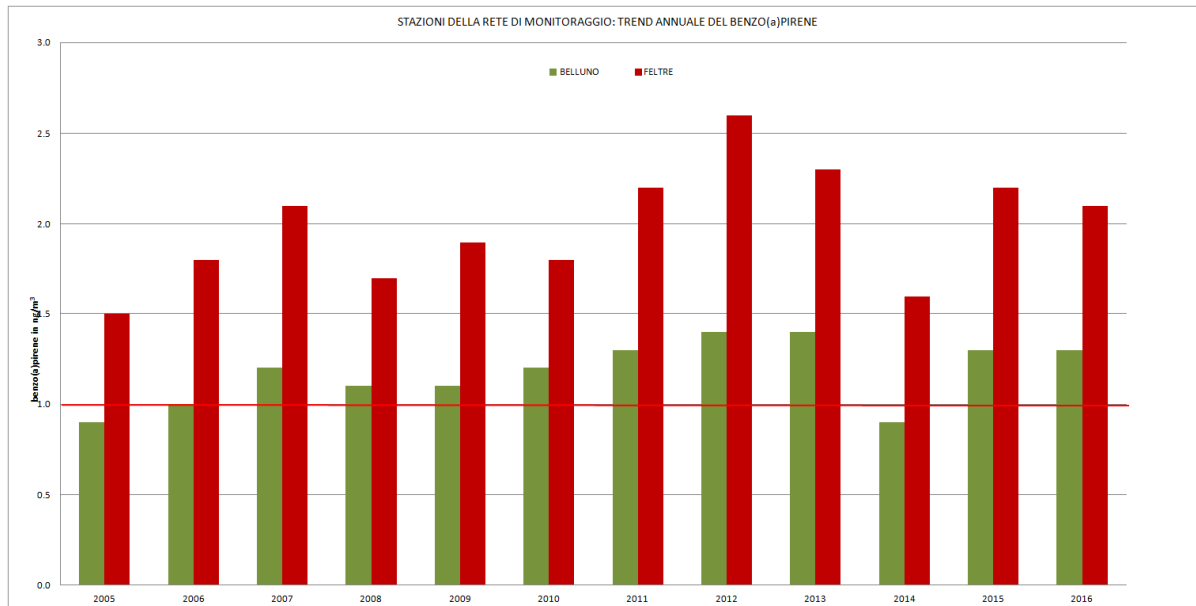


Figura 55: rete di monitoraggio provinciale: trend medie annuali B(a)P.

Il benzo(a)pirene, conferma il trend in calo iniziato nel 2012, più evidente nella stazione di Feltre, dove le concentrazioni di questo inquinante sono storicamente più elevate. Il 2014 rappresenta anche in questo caso un'anomalia dettata da motivazioni legate all'andamento meteorologico.

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 13: 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	4.1%	15	24.3%	89	62.3%	228	9.0%	33	0.3%	1	0.0%	0
Area feltrina	1.1%	4	31.7%	116	51.9%	190	13.1%	48	2.2%	8	0.0%	0
Pieve d'Alpago	3.0%	11	30.6%	112	57.7%	211	8.5%	31	0.3%	1	0.0%	0

Indice di qualità dell'aria - CONFRONTO STAZIONI: ANNI 2015 - 2016

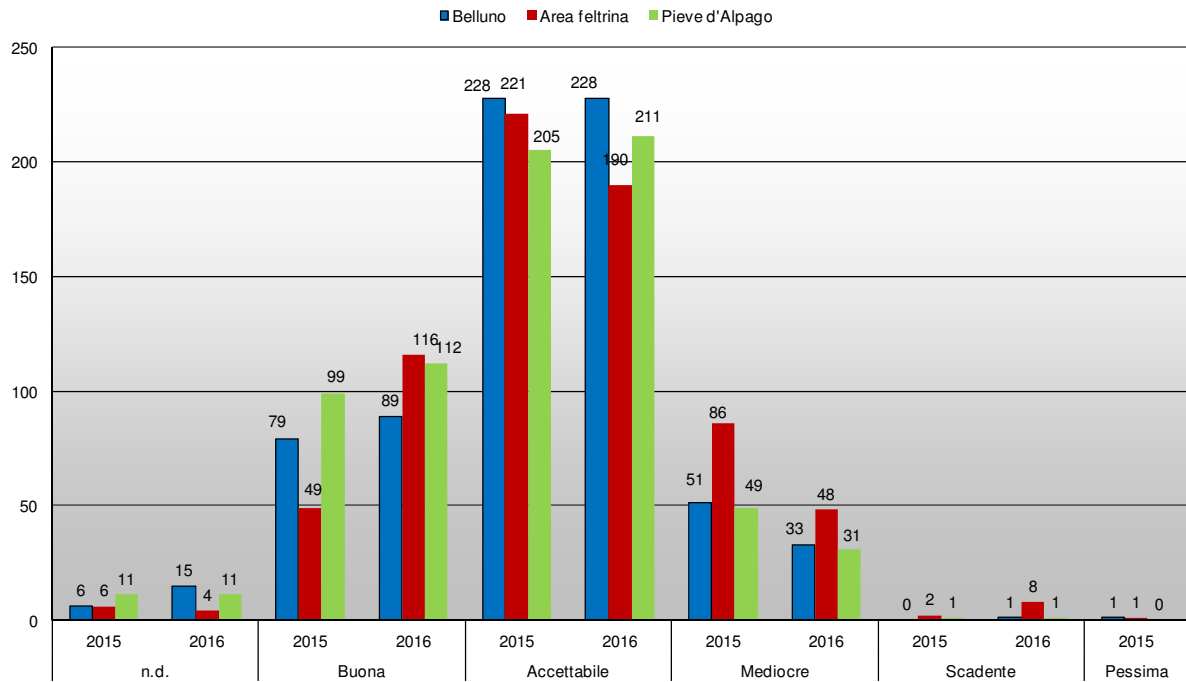


Figura 56: rete di monitoraggio provinciale: ripartizione classi di qualità dell'aria. Confronto 2015-2016.

La valutazione della qualità dell'aria delle stazioni della rete della provincia attraverso l'applicazione dell'indice può dirsi soddisfacente e rispetto allo scorso anno le giornate con valori di qualità dell'aria ascrivibili alle prime due classi di qualità sono aumentate, risultando superiori all'83% in tutte le stazioni. Anche le giornate con qualità dell'aria mediocre sono diminuite, mentre c'è stato un incremento di quelle con qualità scadente ma nessuna pessima.

13 - Conclusioni

Anche il 2016 come accaduto nel 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. A 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 sembra aver ripreso il lento trend di diminuzione in atto dal 2012, soprattutto nella stazione di Feltre, anche se la media annuale rimane superiore al valore obiettivo, sia a Feltre sia a Belluno. 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.

Va sottolineato che, come emerge dalle analisi meteorologiche illustrate nel paragrafo 7, anche quest'anno la stazione di Feltre è risultata la più critica per le condizioni di rimescolamento dell'aria nel periodo invernale, con maggiori periodi di calma di vento e minori periodi favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Per il parametro ozono in estate, nella stazione di Pieve d'Alpago si è registrato un unico superamento della soglia di informazione alla popolazione ma non della soglia d'allarme. Per quanto riguarda il valore obiettivo per la protezione della salute, a Feltre e Belluno il numero di superamenti come valore di media mobile giornaliera sulle otto ore si è mantenuto entro il limite di 25 giorni, con 15 superamenti a Feltre e 25 a Belluno mentre nella stazione di Pieve d'Alpago sono stati 26. La media del triennio 2014-2016 è stata di $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Belluno, $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Feltre e $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 per le tre stazioni ha restituito uno scenario leggermente migliore rispetto al 2015 e comunque soddisfacente.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 Ospedale Civile, 24
35121 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