

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Mel loc. Quartiere Europa



**Periodo di attuazione:
3 ottobre 2013 – 2 luglio 2014**

Relazione tecnica

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Belluno

dr. R. Bassan (direttore)

Servizio Stato dell'Ambiente

dr.ssa A. Favero (dirigente responsabile)

Ufficio Monitoraggio Aria

p.i. M. Simionato

dr. R. Tormen

Redatto da: Ufficio Monitoraggio Aria

Si ringrazia per il supporto fornito:

- **Dipartimento Regionale Laboratori - Servizio Laboratorio di Venezia sede operativa di Padova**
- **SM - Servizio Meteorologico di ARPAV Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**
- **Maria Sansone**

Agosto 2014

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.

Errata corrige: pag. 34 - modificata scheda riassuntiva biossido di azoto.

INTRODUZIONE	4
PARTE 1	4
1 - Introduzione e obiettivi specifici della campagna di monitoraggio	4
2 - Caratteristiche del sito e tempistiche di realizzazione	4
3 - Contestualizzazione meteo climatica	6
4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	8
4.1 Inquinanti monitorati	8
4.2 Normativa di riferimento	14
5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	17
6 - Efficienza di campionamento	18
7 - Analisi dei dati rilevati	18
7.1 - Rappresentazione grafica dei dati	20
8 Valutazione attraverso gli Indici Sintetici per la Qualità dell’Aria	31
9- Conclusioni	34
PARTE 2	36
1- Introduzione	36
2 - Analisi dei flussi di traffico	36
3 - Emissioni prodotte dal traffico veicolare e mappe di ricaduta	39
4 - Conclusioni	41
ALLEGATO1: GLOSSARIO	42

INTRODUZIONE

Il presente documento riporta, nella prima parte, i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato dal dipartimento A.R.P.A.V. di Belluno a Mel, nel Quartiere Europa presso la casa di riposo nel dal 3 ottobre 2013 al 2 luglio 2014.

Nella seconda parte del lavoro sono presentati, invece, i risultati del monitoraggio dei flussi di traffico effettuato nella medesima zona nel novembre 2013 e uno studio modellistico sulle ricadute delle emissioni prodotte dai veicoli in transito.

PARTE 1

1 - Introduzione e obiettivi specifici della campagna di monitoraggio

Il Dipartimento A.R.P.A.V. di Belluno, in accordo con il comune di Mel, ha effettuato un monitoraggio della qualità dell'aria presso la casa di riposo nel Quartiere Europa. La parte prima della relazione illustra in modo sintetico i risultati rilevati in riferimento ai limiti di legge vigenti e ne offre una breve rappresentazione grafica, per meglio evidenziare l'andamento degli inquinanti nel corso dell'indagine.

Per il monitoraggio è stato utilizzato un laboratorio mobile attrezzato con specifiche apparecchiature aventi le caratteristiche tecnico analitiche di seguito descritte.

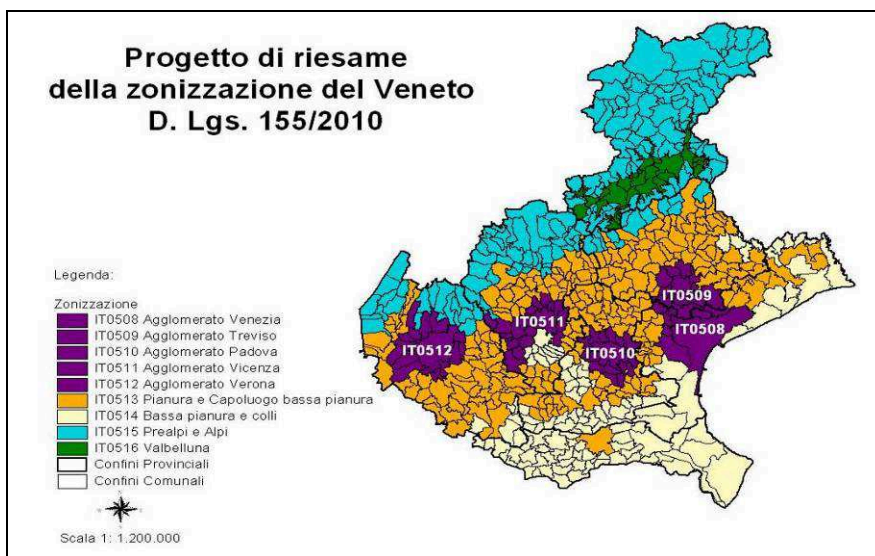
2 - Caratteristiche del sito e tempistiche di realizzazione

In base all'art.1 comma 4 del D.Lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE), la zonizzazione del territorio nazionale è il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente. A seguito della zonizzazione del territorio, ciascuna zona o agglomerato è classificata allo scopo di individuare le modalità di valutazione mediante misurazioni e mediante altre tecniche in conformità alle disposizioni del decreto.

La Regione Veneto con DGR n. 3195/2006 aveva provveduto alla zonizzazione del territorio di competenza, tuttavia tale zonizzazione necessitava di un riesame ai fini di rispettare tutti i requisiti richiesti dall'appendice I al D.Lgs. 155/2010, riconducibili principalmente alle caratteristiche orografiche e meteo climatiche, al carico emissivo ed al grado di urbanizzazione del territorio.

Il riesame della zonizzazione è stato effettuato da ARPAV-Osservatorio Regionale Aria per conto della Regione Veneto, con la supervisione del Ministero dell'Ambiente, necessaria ai fini di omogeneizzare ed integrare le diverse zone a livello sovra regionale.

La nuova zonizzazione del Veneto è stata approvata con delibera della Giunta Regionale n.2130/2012, con efficacia dal gennaio 2013. Il Veneto risulta attualmente suddiviso in 5 agglomerati e 4 zone, di cui due di pianura e due di montagna.



I Comuni della provincia di Belluno ricadono nelle seguenti zone:

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

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

Il sito dell'indagine svolta nel periodo 3 ottobre 2013 – 2 luglio 2014 ha coordinate geografiche 1738379;5105765 UTM Gauss Boaga (geobrowser) e ricade nella zona Val Belluna (IT0516).

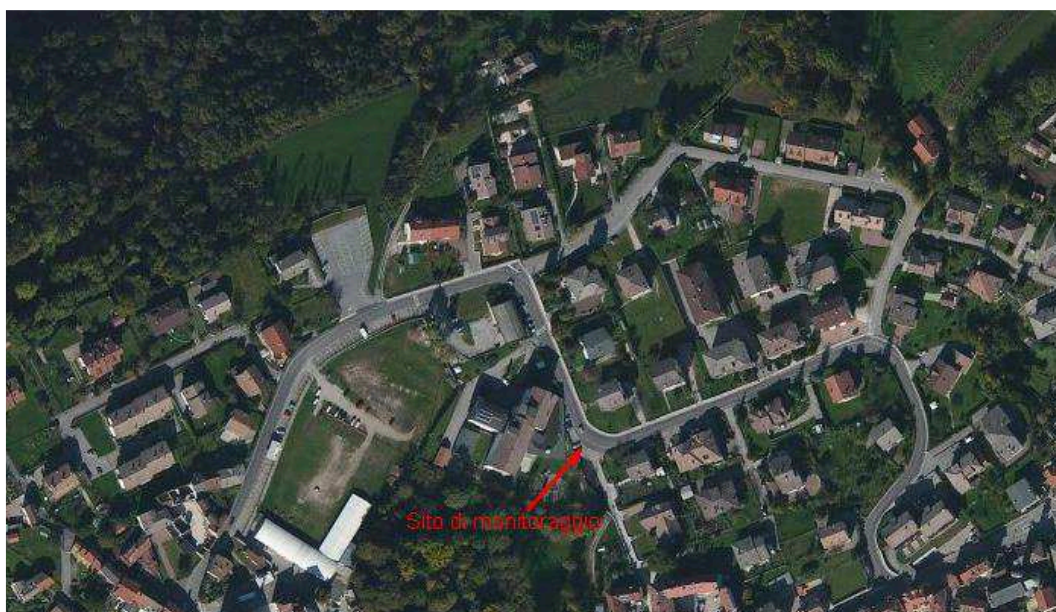


Figura 1: posizionamento del mezzo mobile a Mel



Figura 2: localizzazione del comune di Mel in provincia di Belluno

3 - Contestualizzazione meteo climatica

Il presente paragrafo illustra l'andamento meteorologico del periodo di indagine, facendo riferimento alla stazione di monitoraggio di ARPAV installata a Santa Giustina, i cui dati sono stati utilizzati per 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 sono stati messi a confronto con la serie climatologica (anni 2006-2013) e con alcuni degli ultimi anni. Infine si riporta la rosa dei venti registrati nel corso del 2013.

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media 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 del vento nell'intervallo 0.5 m/s e 1.5 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 1.5 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

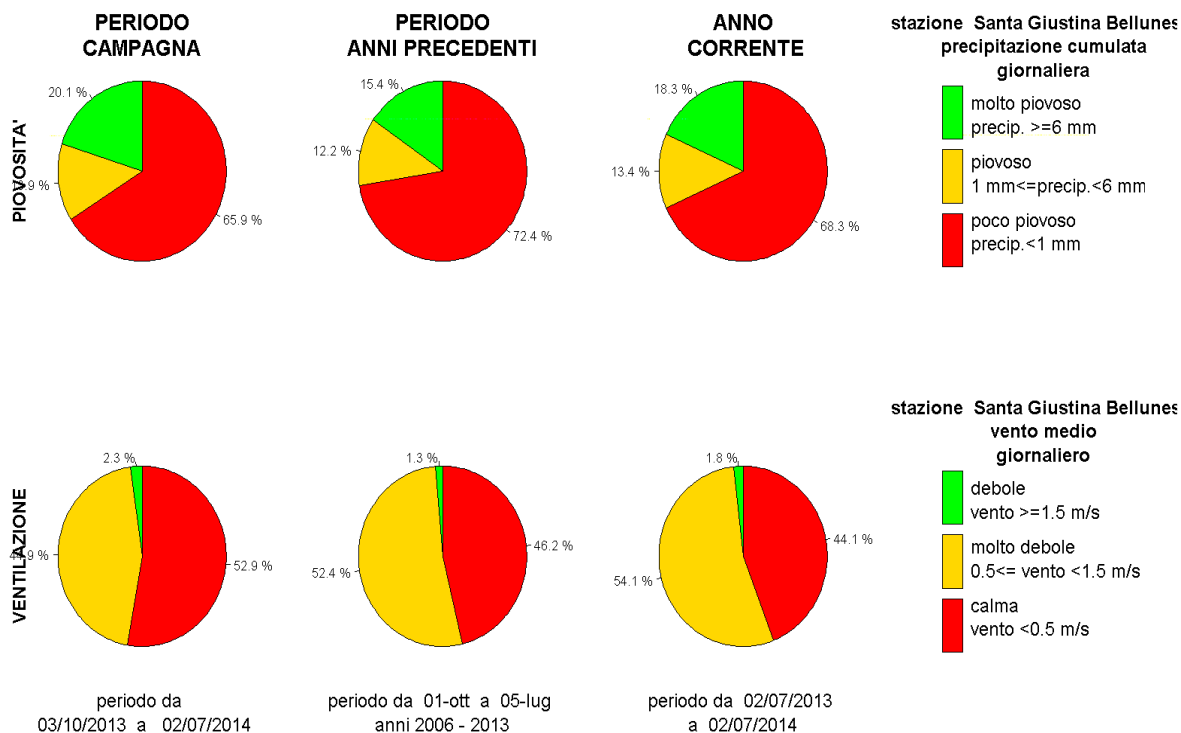


Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

Nella figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV più vicina (Santa Giustina Bellunese) in tre periodi:

- 3 ottobre 2013 - 2 luglio 2014, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 1 ottobre - 5 luglio dall'anno 2006 all'anno 2013 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 2 luglio 2013 - 2 luglio 2014 (ANNO CORRENTE).

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

- i giorni molto piovosi sono stati più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno in corso;
- i giorni con calma di vento risultano più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno corrente.

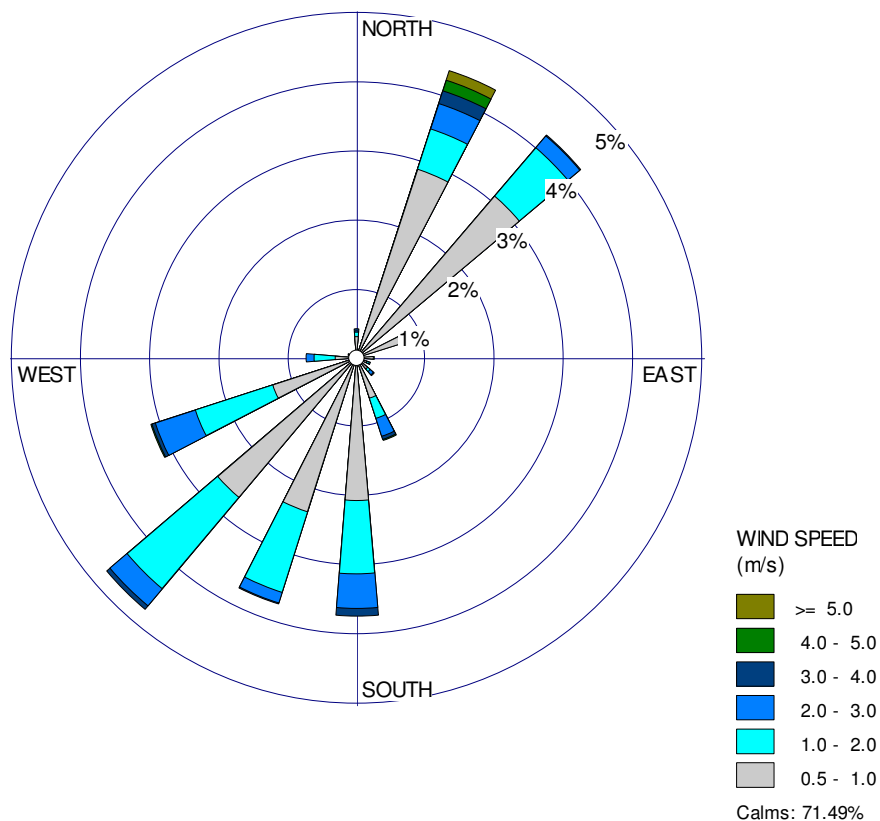


Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Santa Giustina Bellunese nel periodo 3 ottobre 2013 – 2 luglio 2014

In figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Santa Giustina Bellunese durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è sud-ovest (5%) seguita da nord-est nord-nord-est (entrambe 4%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 71%; la velocità media pari a circa 0.3 m/s.

4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

4.1 Inquinanti monitorati

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NOX), ozono (O₃), benzene (C₆H₆), polveri (PM10). Contestualmente alle misure eseguite in continuo, sono stati inviati al nostro laboratorio di riferimento alcuni campioni di polveri PM10 per la successiva determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici IPA.

Polveri (PM10)

Materiale particolato (PM) è il termine usato per indicare presenze solide o di aerosol in atmosfera, generalmente formate da agglomerati di diverse dimensioni, composizione chimica e proprietà, derivanti sia da fonti antropiche che naturali. Le

differenti classi dimensionali conferiscono alle particelle caratteristiche fisiche e geometriche assai varie.

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

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

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

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

Le più importanti sorgenti naturali sono così individuate:

incendi boschivi;

polveri al suolo risollevate e trasportate dal vento;

aerosol biogenico (spore, pollini, frammenti vegetali, ecc.);

emissioni vulcaniche;

aerosol marino.

Le più rilevanti sorgenti antropiche sono:

processi di combustione di legno, derivati del petrolio, residui agricoli;

emissioni prodotte in vario modo dal traffico veicolare (emissioni dei gas di scarico, usura dei pneumatici, dei freni e del manto stradale);

processi industriali;

emissioni prodotte da altri macchinari e veicoli (mezzi di cantiere e agricoli, aeroplani, treni, ecc.).

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

Le polveri sottili nei centri urbani sono prodotte principalmente da fenomeni di combustione derivanti dal traffico veicolare e dagli impianti di riscaldamento.

Il particolato emesso dai camini di altezza elevata può essere trasportato dagli agenti atmosferici anche a grandi distanze. Per questo motivo parte dell'inquinamento di fondo riscontrato in una determinata città può provenire da una fonte situata anche lontana dal centro urbano. Nei centri urbani l'inquinamento da PM10, che sono le più pericolose per la salute, è essenzialmente dovuto al traffico veicolare ed al riscaldamento domestico.

Le dimensioni delle particelle in sospensione rappresentano il parametro principale che caratterizza il comportamento di un aerosol. Dato che l'apparato respiratorio è come un canale che si ramifica dal punto di inalazione naso o bocca, sino agli alveoli con diametro sempre decrescente, si può immaginare che le particelle di dimensioni maggiori vengono trattenute nei primi stadi, mentre quelle sottili penetrano sino agli alveoli. Il rischio determinato dalle particelle è dovuto alla deposizione che avviene lungo tutto l'apparato respiratorio, dal naso agli alveoli.

La deposizione si ha quando la velocità delle particelle si annulla per effetto delle forze di resistenza inerziale alla velocità di trascinamento dell'aria, che decresce dal naso sino agli alveoli. Questo significa che procedendo dal naso o dalla bocca attraverso il tratto tracheo-bronchiale sino agli alveoli, diminuisce il diametro delle particelle che penetrano e si depositano.

Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore ed insapore prodotto dai processi di combustione incompleta di materiali contenenti carbonio. La sua tossicità dipende dalla proprietà di fissarsi all'emoglobina del sangue impedendo il normale trasporto dell'ossigeno; le concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana producono effetti sulla salute che sono reversibili e non acuti. Il CO emesso dai veicoli subisce nell'atmosfera poche reazioni, essendo notevolmente stabile ed avendo un tempo di permanenza di quattro mesi circa. La sua concentrazione decresce progressivamente all'aumentare della distanza dalle sorgenti di emissione, cioè principalmente dalle strade adibite a circolazione autoveicolare.

Le fonti più importanti di CO sono il traffico motorizzato, gli insediamenti produttivi e le abitazioni. La sua produzione varia in relazione al tipo di veicolo, essendo maggiore nei motori a benzina rispetto ai diesel che funzionano con una maggiore quantità di aria, realizzando così una combustione più completa. La produzione di questo gas dipende inoltre dal regime del motore, risultando maggiore in avviamento, in decelerazione ed al minimo, mentre è minore a velocità di crociera. Nel traffico urbano quindi la quantità di CO prodotta dai veicoli è relativamente elevata a causa delle frequenti decelerazioni ed accelerazioni, nonché dalle soste con il motore al minimo. La concentrazione di CO nei gas di scarico è inoltre influenzata dal sistema di alimentazione del motore adottato, dalla sua regolazione e dalla presenza o meno dei dispositivi di limitazione delle emissioni. Il progressivo rinnovo del parco autoveicolare ed i provvedimenti di fluidificazione del traffico hanno portato, a parità di veicoli circolanti, ad una riduzione delle emissioni.

Biossido di Azoto (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).

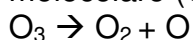
Ossidi di Zolfo (SO_x)

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)

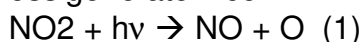
L'ozono è un gas irritante di colore bluastro, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno; queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O₂) ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo



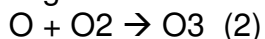
Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

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).

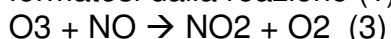
La produzione di ozono in troposfera per reazione chimica ha inizio con la fotolisi del biossido di azoto, ovvero la scissione di questa molecola da parte della radiazione solare, $h\nu$, con lunghezza d'onda inferiore a 430 nm, in monossido d'azoto ed ossigeno atomico:



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



In presenza di radicali perossialchilici la reazione (4) risulta competitiva rispetto alla reazione (3) la quale non ha modo di avvenire, essendo uno dei reagenti, il monossido di azoto, rimosso dalla reazione (4); l'ozono prodotto dalla sequenza di reazione (1) e (2) può quindi accumularsi in atmosfera.

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

Nei centri urbani gli inquinanti coinvolti nella produzione di ozono derivano principalmente dal traffico veicolare. Nella complessa serie di reazioni coinvolgenti NO_x e composti organici volatili, i vari COV hanno effetti differenti; tra i più reattivi vanno ricordati il toluene, l'etene, il propene e l'isoprene. Dopo l'emissione i precursori si disperdono nell'ambiente in maniera variabile a seconda delle condizioni atmosferiche. Affinché dai precursori, con l'azione della radiazione solare, si formi ozono in quantità apprezzabili, occorre un certo periodo di tempo che può variare da poche ore a giorni. Questo fa sì che le concentrazioni di O_3 in un dato luogo non siano linearmente correlate alle quantità di precursori emessi nella zona considerata. Inoltre, visto il tempo occorrente per la formazione di ozono, le masse d'aria contenenti O_3 , COV ed NO_x possono percorrere notevoli distanze, anche centinaia di chilometri, determinando effetti in aree diverse da quelle di produzione. Da ciò deriva che il problema dell'inquinamento da ozono non può essere valutato strettamente su base locale, ma deve essere considerato su ampia scala.

Le concentrazioni di ozono dipendono quindi notevolmente dalle condizioni atmosferiche; le reazioni che portano alla sua formazione sono reazioni fotochimiche e quindi le concentrazioni dell'inquinante aumentano con il crescere della radiazione solare, mentre diminuiscono con l'aumentare della nuvolosità. La conseguenza è che i valori massimi di concentrazione di ozono si registrano nel tardo pomeriggio estivo.

L'ozono è una molecola altamente reattiva che a elevati livelli può produrre effetti irritanti importanti sui tessuti animali e degenerativi sui tessuti vegetali. L'esposizione ad alte concentrazioni di ozono, tipicamente per brevi periodi, dà origine nell'uomo a irritazioni agli occhi, al naso, alla gola e all'apparato respiratorio, che possono essere più marcate nel caso di attività fisica particolarmente intensa. Inoltre l'esposizione ad elevate concentrazioni di ozono può accentuare gli effetti di patologie esistenti, quali asma, malattie dell'apparato respiratorio e allergie. Va detto infine che gli effetti dell'ozono tendono a cessare piuttosto velocemente con l'esaurirsi del episodio di accumulo di questo inquinante.

Benzene (C_6H_6)

Il benzene è un idrocarburo aromatico strutturato ad anello esagonale ed è costituito da sei atomi di carbonio e sei atomi di idrogeno. Anche conosciuto come benzolo,

rappresenta la sostanza aromatica con la struttura molecolare più semplice e per questo lo si può definire il composto-base della classe degli idrocarburi aromatici.

Il benzene a temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore che evapora all'aria molto velocemente. E' una sostanza altamente infiammabile.

La sua presenza nell'ambiente deriva sia da processi naturali che da attività umane. Le fonti naturali forniscono un contributo relativamente esiguo rispetto a quelle antropogeniche e sono dovute essenzialmente agli incendi boschivi. La maggior parte del benzene presente nell'aria è invece un sottoprodotto delle attività umane.

Le principali cause di esposizione al benzene sono le combustioni incomplete.

Per quanto riguarda l'apporto dovuto al traffico, predominano le emissioni dei mezzi a benzina rispetto ai diesel. Per i veicoli a benzina, circa il 95% dell'inquinante deriva dai gas di scarico, mentre il restante 5% dall'evaporazione del carburante dal serbatoio e dal carburatore durante le soste e i rifornimenti.

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

Benzo(a)Pirene (C₂₀H₁₂)

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

Il principale IPA è il Benzo(a)Pirene (BaP), unico tra questi composti soggetto alla normativa dell'inquinamento atmosferico. I processi che lo originano comportano la concomitante formazione di altri IPA non soggetti alla normativa.

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

Le principali sorgenti di derivazione antropica di questi composti sono il traffico veicolare, il riscaldamento domestico e i processi di combustione industriale.

Nelle zone urbane le emissioni di IPA dovute al traffico veicolare, in particolare dai processi di combustione dei motori diesel, risultano rilevanti. Le quantità emesse sono correlate all'efficienza e alla qualità tecnica del motore, al grado di manutenzione, alla quantità di IPA presenti nel carburante, nonché alla presenza ed efficienza di sistemi di riduzione delle emissioni. Nei processi combustivi si possono inoltre verificare reazioni di trasformazione, con conseguenti modifiche alla composizione degli IPA.

Il riscaldamento domestico contribuisce in modo rilevante alla presenza di questi composti, soprattutto durante i mesi freddi nelle aree caratterizzate da climi rigidi, come la provincia di Belluno. La quantità e la qualità delle emissioni è naturalmente funzione sia della tipologia di combustibile utilizzata sia della struttura tecnica dell'impianto di riscaldamento. Ad esempio, è noto che il contenuto di IPA nel particolato derivante dalla combustione di legname è maggiore rispetto a quello del gasolio. È importante sottolineare come gli impianti di riscaldamento alimentati a metano hanno un'emissione di IPA praticamente nulla, risultando i più "puliti" per questo inquinante.

Altre fonti di emissione rilevanti sono gli impianti industriali che utilizzano oli combustibili a basso tenore di zolfo (BTZ) o gasoli.

In genere gli IPA presenti nell'aria, pur essendo chimicamente stabili, possono degradare reagendo con la luce del sole. Quelli di massa maggiore si adsorbono al particolato aerodisperso, andando successivamente a depositarsi al suolo. Per la

loro relativa stabilità e per la capacità di aderire alle polveri possono essere trasportati anche a grandi distanze dalle zone di produzione.

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

4.2 Normativa di riferimento

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE.

Il D.Lgs. 155/2010 riveste particolare importanza nel quadro normativo della qualità dell'aria perché costituisce, di fatto, un vero e proprio testo unico sull'argomento. E' importante precisare che il valore aggiunto di questo testo è quello di unificare sotto un'unica legge la normativa previgente, mantenendo un sistema di limiti e di prescrizioni analogo a quello già in vigore. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM_{2,5}, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto. Nelle Tabelle 1 e 2 si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, correlati all'esposizione acuta della popolazione e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati all'esposizione cronica della popolazione. In Tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

Tabella 1: riferimenti di legge per l'esposizione acuta D.Lgs. 155/2010

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

* per l'applicazione dell'articolo 10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento di tre ore consecutive

** misurato per 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 Km² oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi

Tabella 2: riferimenti di legge per l'esposizione cronica D.Lgs. 155/2010

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE	NOTE
PM10	Valore limite Media su anno civile	40 µg/m ³	
PM2.5	Valore limite Media su anno civile	26 µg/m ³	25 µg/m ³ dal 1° gennaio 2015
O₃	Valore obiettivo per la protezione della salute Media massima giornaliera calcolata su 8 h da non superare per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni	120 µg/m ³	
O₃	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media massima giornaliera calcolata su 8 h nell'arco dell'anno civile	120 µg/m ³	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine non definita
NO₂	Valore limite Anno civile	40 µg/m ³	
Pb	Valore limite Media su anno civile	0.5 µg/m ³	
C₆H₆	Valore limite Media su anno civile	5 µg/m ³	
As	Valore obiettivo Media su anno civile	6 ng/m ³	
Ni	Valore obiettivo Media su anno civile	20 ng/m ³	
Cd	Valore obiettivo Media su anno civile	5 ng/m ³	
B(a)P	Valore obiettivo Media su anno civile	1 ng/m ³	

Tabella 3: riferimenti di legge per la vegetazione D.Lgs. 155/2010

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

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

5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, 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). La determinazione del particolato inalabile PM10 è stata realizzata con analizzatore in continuo (mediante principio di misura ad attenuazione di raggi beta), che utilizza filtri da 47 mm di diametro in nitrato di cellulosa e cicli di prelievo di 24 ore.

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici IPA (con riferimento al benzo(a)pirene) sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti in nitrato di cellulosa, mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) "metodo 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.

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

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

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica od alla manutenzione ordinaria della strumentazione. Per le misurazioni in continuo di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio, benzene, particolato e piombo, la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile. Altresì, per le misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%; in particolare le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno. Nella pratica, le otto settimane di misura nell'arco dell'anno possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi, di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1ottobre-31 marzo) ed in quello estivo (1aprile-30settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

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

In relazione a quanto sopraesposto, nel corso della campagna di monitoraggio svolta a Mel nel quartiere Europa sono state eseguite 113 analisi di Benzo(a)pirene e IPA con una copertura del 31% ed una resa del 100%.

7 - Analisi dei dati rilevati

In questo paragrafo vengono presentati i risultati ottenuti da ogni inquinante monitorato confrontandoli con i limiti e i valori obiettivo previsti dalla normativa e dando un cenno al loro andamento stagionale, rappresentato in forma grafica nel sottoparagrafo 7.1.

Polveri PM10: sono stati registrati 15 superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dal D.Lgs 155/2010, di cui 13 nel “semestre invernale” e 2 in quello “estivo” (sono consentiti 35 superamenti in un anno solare); la media si è attestata a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		Stazione rilocabile Mel Quartiere Europa	Feltre area feltrina
Periodo 03/10/2013 - 31/03/2014	Media	28	33
	n° superamenti	13	30
	n° dati	173	179
	% superamenti	7,5	16,8
Periodo 01/04/2014 - 02/07/2014	Media	15	16
	n° superamenti	2	3
	n° dati	93	92
	% superamenti	2,2	3,3
MEDIA	Media	23	27
	n° superamenti	15	33
	n° dati	266	271
	% superamenti	5,6	12,2

Tabella A – Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Mel con quelle misurate nella stazione fissa di Feltre.

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

Biossido d'azoto: le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di un limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte all'anno.

Monossido di carbonio: le concentrazioni rilevate si sono mantenute abbondantemente al di sotto dei limiti di legge. La media mobile di otto ore massima rilevata nel periodo di campionamento è stata di $1,8 \text{mg}/\text{m}^3$, a fronte di un limite massimo giornaliero di $10 \text{mg}/\text{m}^3$.

Anidride solforosa: le concentrazioni rilevate si sono mantenute abbondantemente al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da confrontarsi con il limite di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzene: la concentrazione rilevata come media del periodo si è attestata a $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inferiore al limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il benzene, analogamente alle polveri e agli ossidi d'azoto, presenta un marcato andamento stagionale, con valori più elevati nel periodo invernale; il mese di dicembre in particolare è il più critico per questo inquinante.

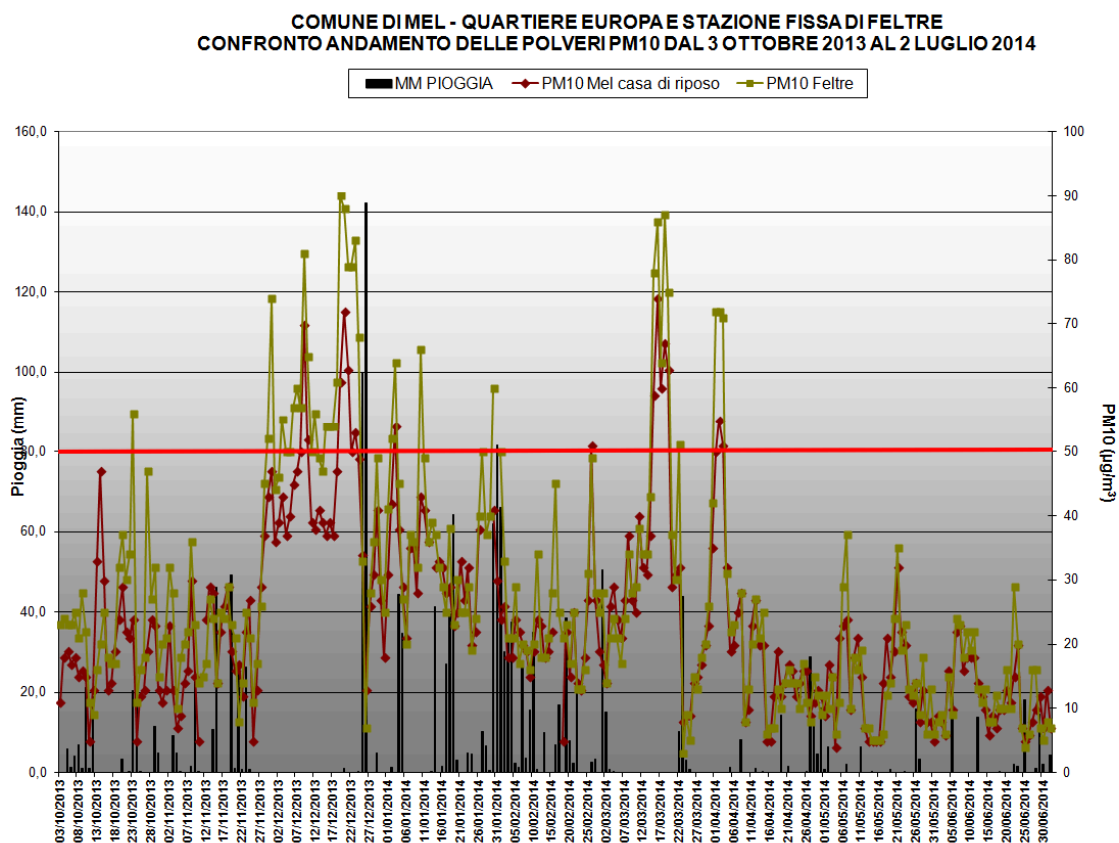
Benzo(a)pirene: questo inquinante è stato rilevato analizzando la polvere raccolta sui filtri di PM10 dell'analizzatore in continuo nei mesi invernali, da dicembre 2013 a marzo 2014. Il dato di concentrazione, riferito pertanto solo a detto periodo, è stato di $4.5 \text{ng}/\text{m}^3$, superiore al valore di obiettivo annuale fissato in $1 \text{ng}/\text{m}^3$.

	Benzo(a)Pirene (ng/m ³)	
	Stazione rilocabile Mel Quartiere Europa	Feltre area feltrina
Periodo 01/12/2013 - 31/03/2014	4,5	5,3
n° dati	113	42

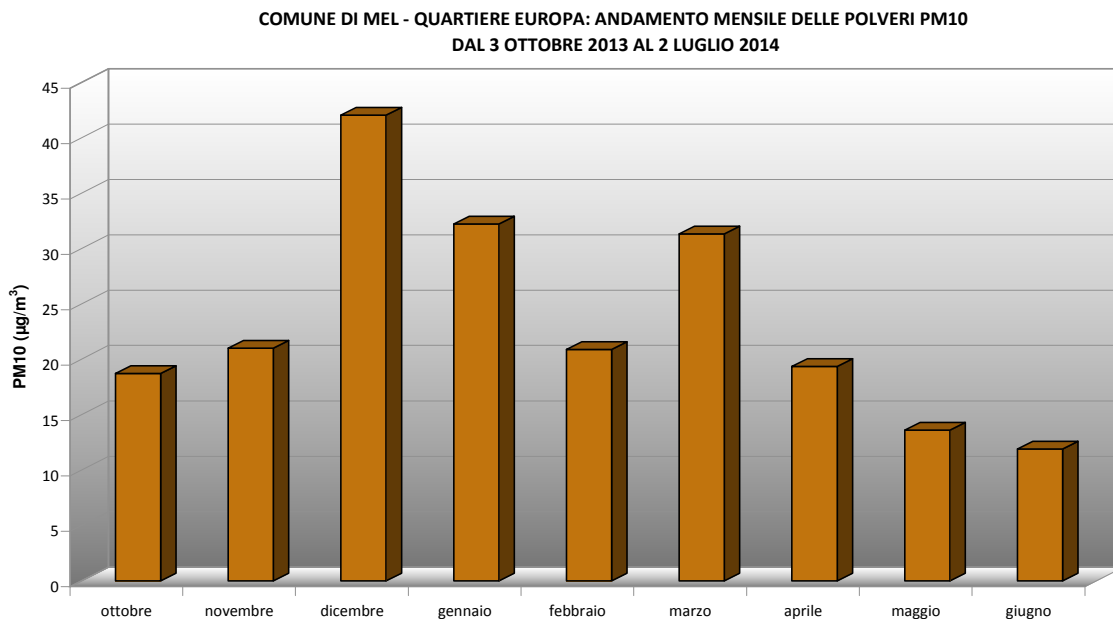
Tabella B – Confronto delle concentrazioni giornaliere di Benzo(a)Pirene misurate a Mel con quelle misurate a Feltre.

7.1 - Rappresentazione grafica dei dati

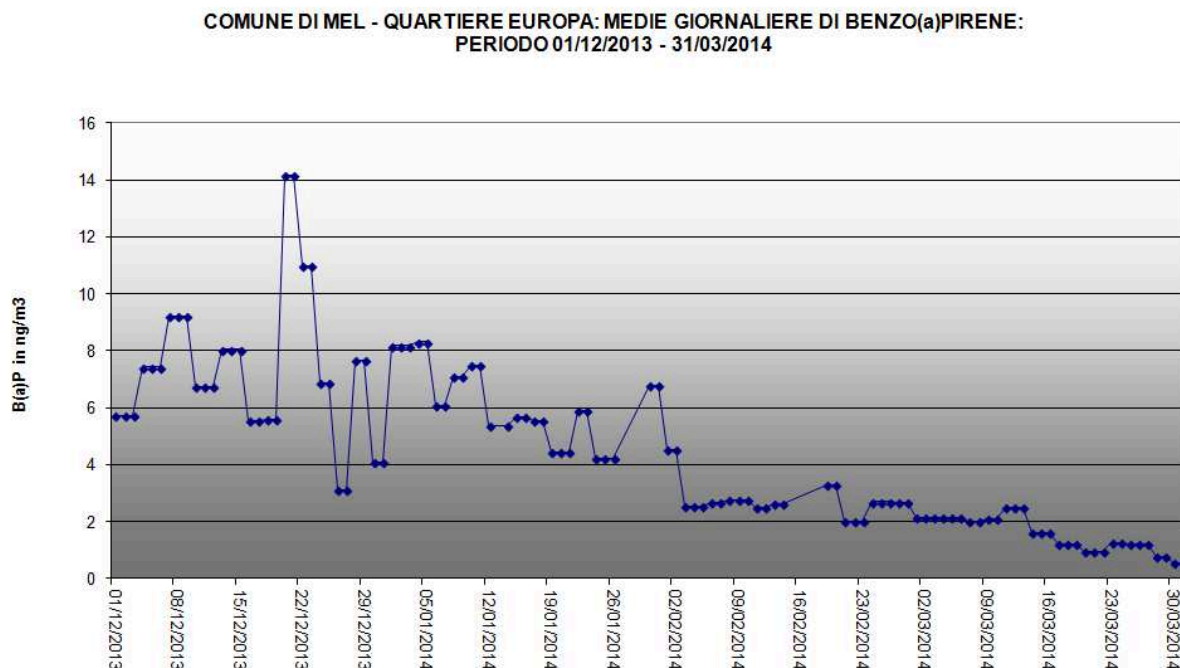
In questo paragrafo vengono presentate alcune valutazioni sull'andamento dei principali parametri monitorati, cercando di metterne in evidenza la relazione con i fattori climatici e con le fonti di emissione. La durata della campagna di monitoraggio ha consentito valutazioni sull'andamento stagionale, settimanale e giornaliero degli inquinanti, illustrate in forma grafica.



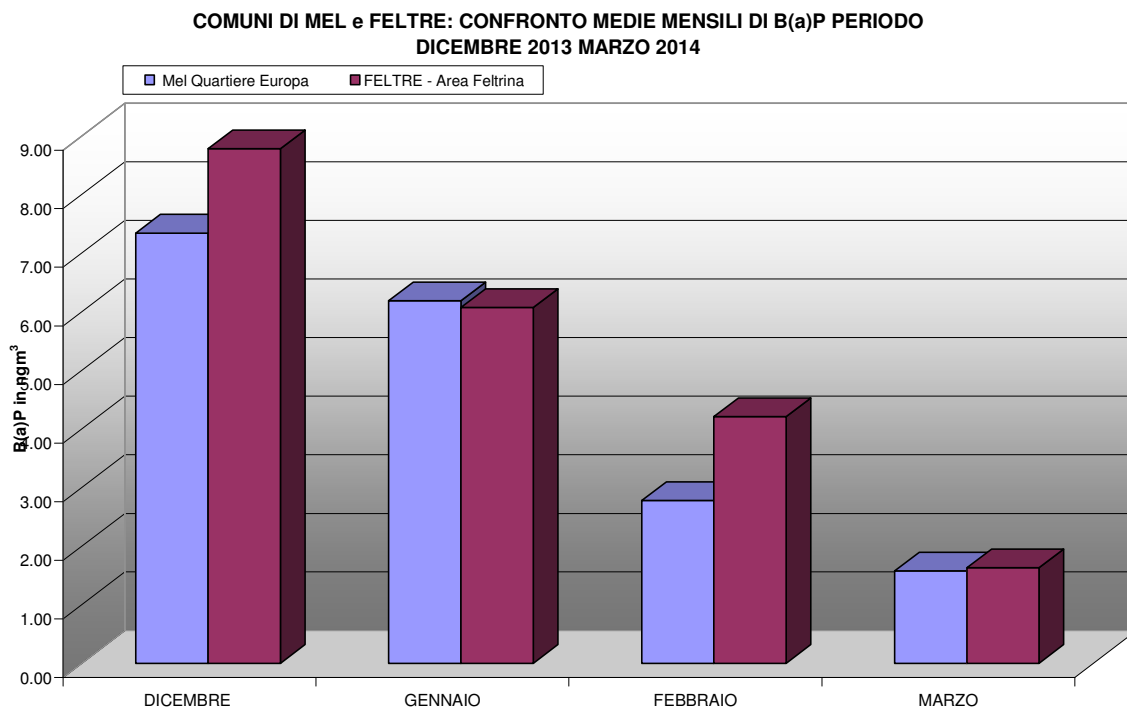
Il confronto dell'andamento delle polveri PM10 con quello rilevato nella stazione fissa di monitoraggio di Feltre denominata Area Feltrina evidenzia una buona sovrapposibilità degli andamenti tra i due siti. Il ruolo della pioggia nell'abbattimento delle concentrazioni è tanto maggiore quanto più sono elevati i quantitativi delle singole precipitazioni e reiterati gli episodi di maltempo.



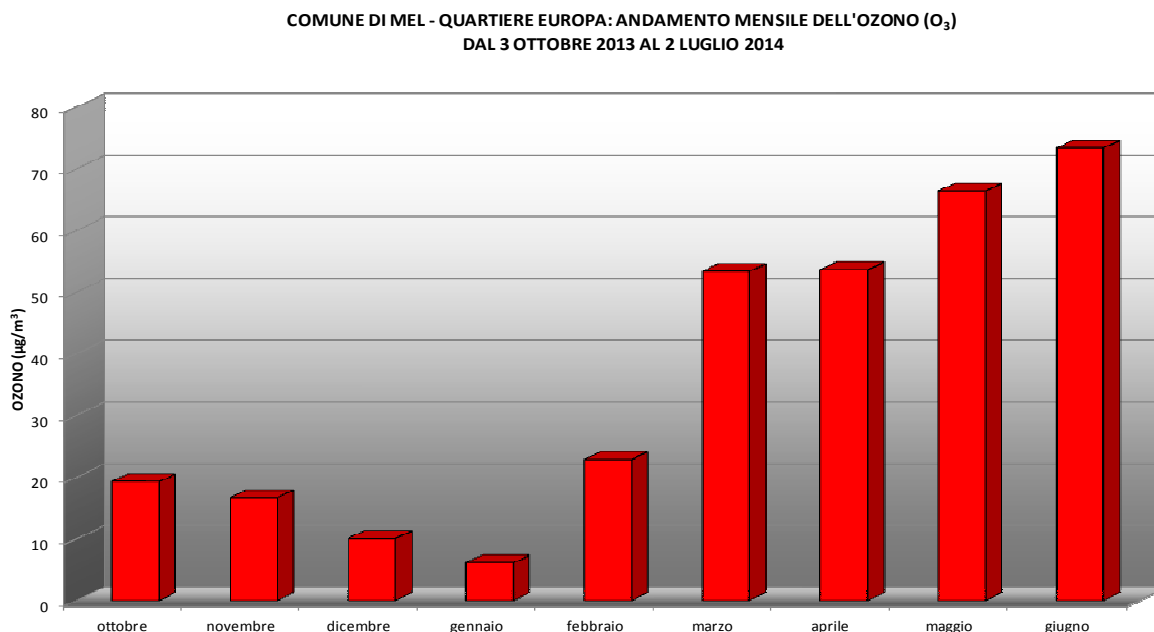
Il grafico mensile delle polveri PM10 presenta l'andamento tipico stagionale di questo inquinante, con valori più elevati nei mesi invernali. Il calo relativo del mese di febbraio è probabilmente ascrivibile all'elevato numero di giorni piovosi, ben 19 su 28 nel mese.



Il grafico lineare del benzo(a)pirene, limitato ai mesi da dicembre a marzo in cui questo parametro è stato misurato, presenta un andamento stagionale ancora più marcato, con valori prossimi a zero a fine inverno e molto elevati nella prima parte della stagione.

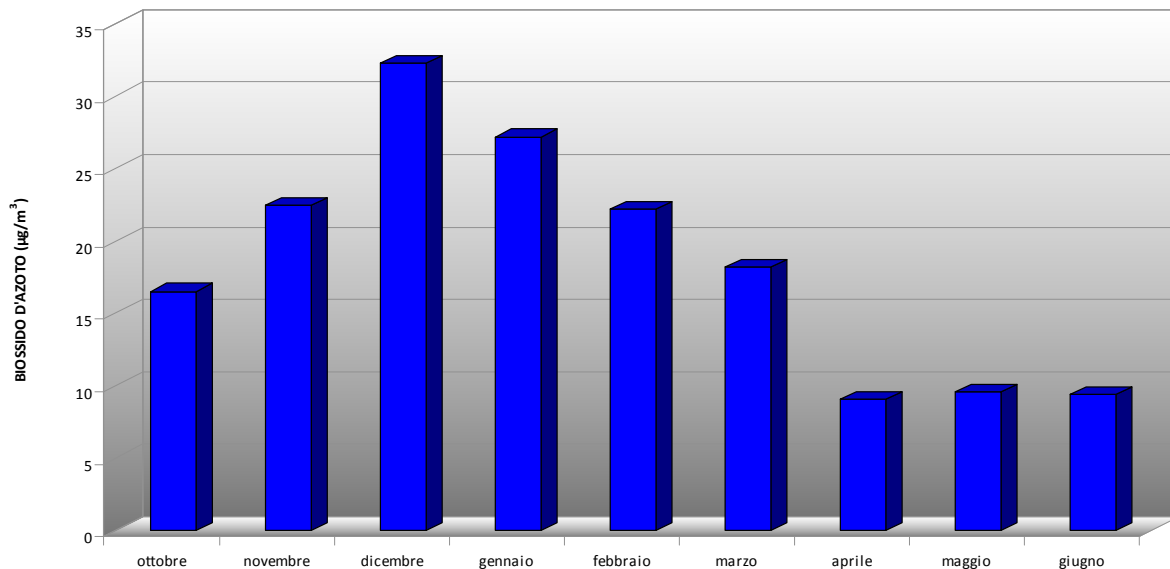


Il grafico mensile di confronto del BaP con la stazione di Feltre evidenzia una similitudine tra i due siti, con valori superiori a Feltre nei mesi di dicembre e febbraio e leggermente inferiori a gennaio, pur con le cautele derivanti dalla diversa numerosità dei campioni che costituiscono la base di dati delle due stazioni.



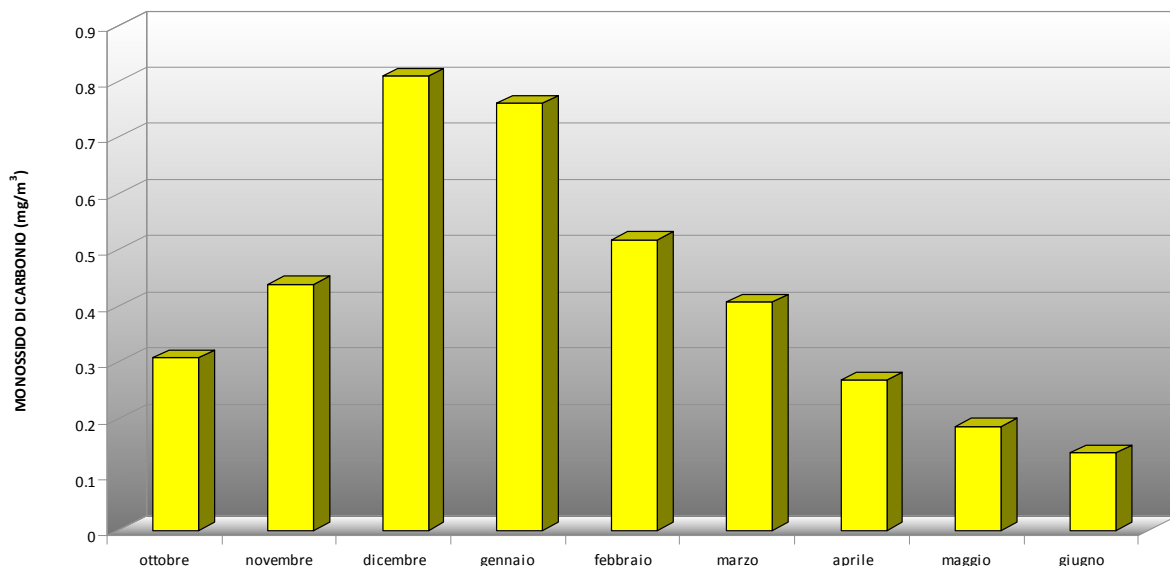
Il grafico mensile dell'ozono indica un andamento strettamente correlabile a quello della radiazione solare che cresce costantemente con l'avanzare della bella stagione e con l'allungamento delle ore di irraggiamento.

COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: ANDAMENTO MENSILE DEL BISSIDO D'AZOTO (NO₂)
DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014



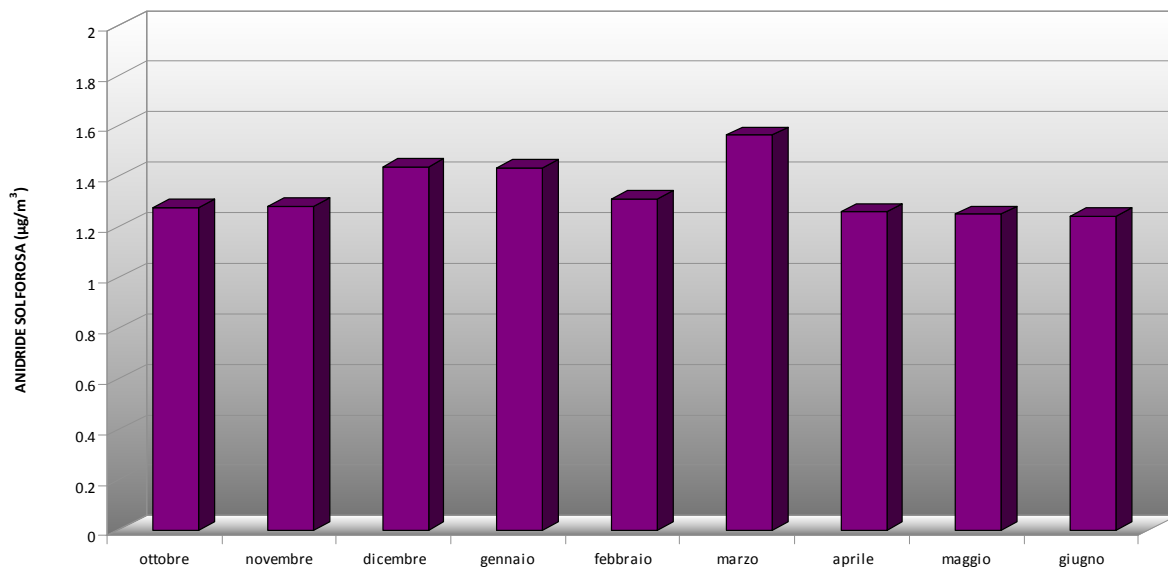
Il grafico del parametro biossido di azoto presenta una spiccata stagionalità, con valori più elevati nei mesi invernali.

COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: ANDAMENTO MENSILE DEL MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014



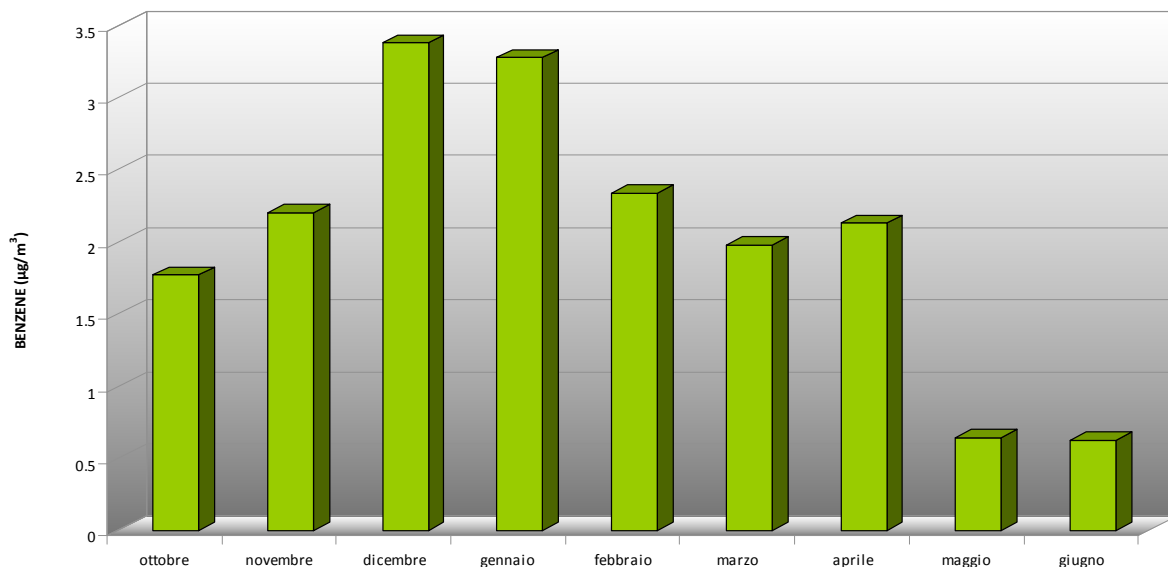
L'andamento del monossido di carbonio ricalca sostanzialmente quello del biossido d'azoto.

COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: ANDAMENTO MENSILE DELL'ANDRIDE SOLFOROSA (SO₂)
DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014



L'anidride solforosa presenta variazioni mensili molto contenute, con un massimo relativo nel mese di marzo.

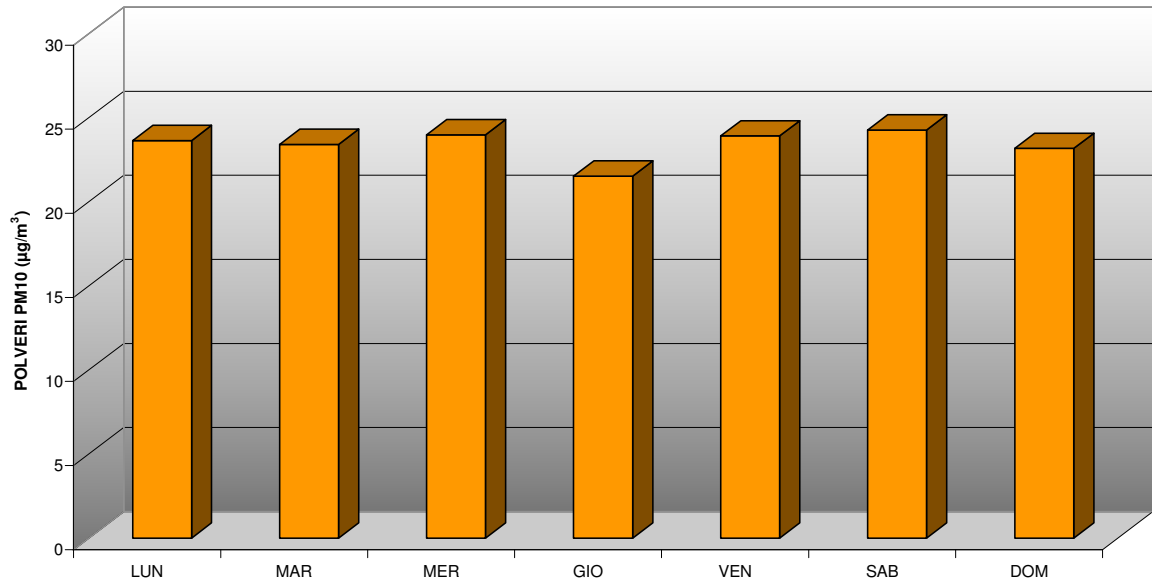
COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: ANDAMENTO MENSILE DEL BENZENE
DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014



L'andamento mensile del benzene è confrontabile con quello di CO, NO₂ e PM₁₀.

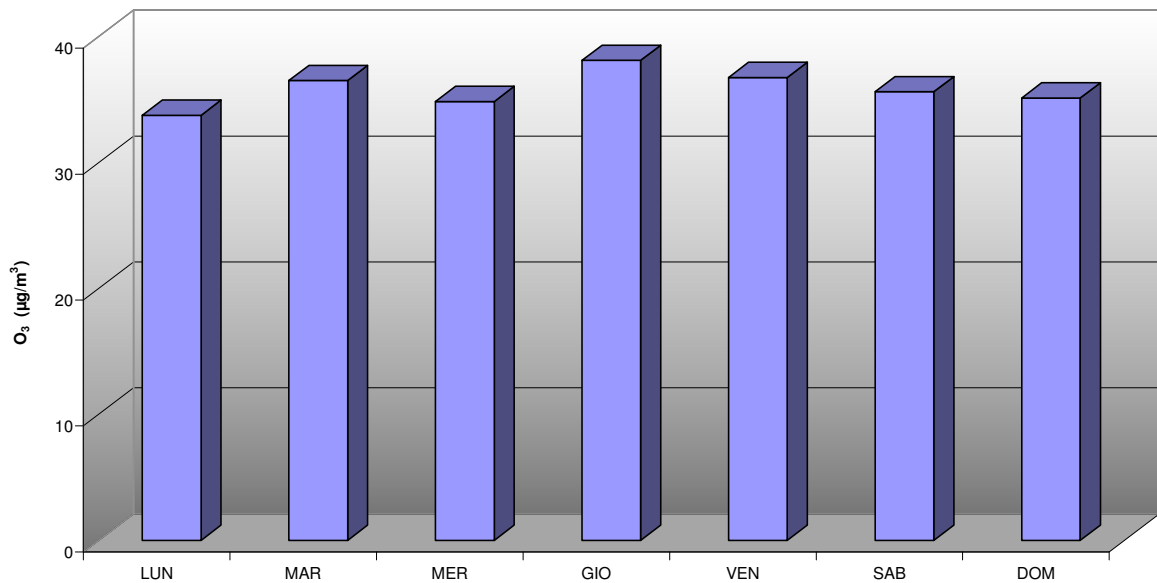
La base dati è stata quindi analizzata in modo da ottenere una settimana tipo, per verificare in quali giorni si sono riscontrate le maggiori concentrazioni di inquinanti.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO POLVERI PM10
SETTIMANA TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



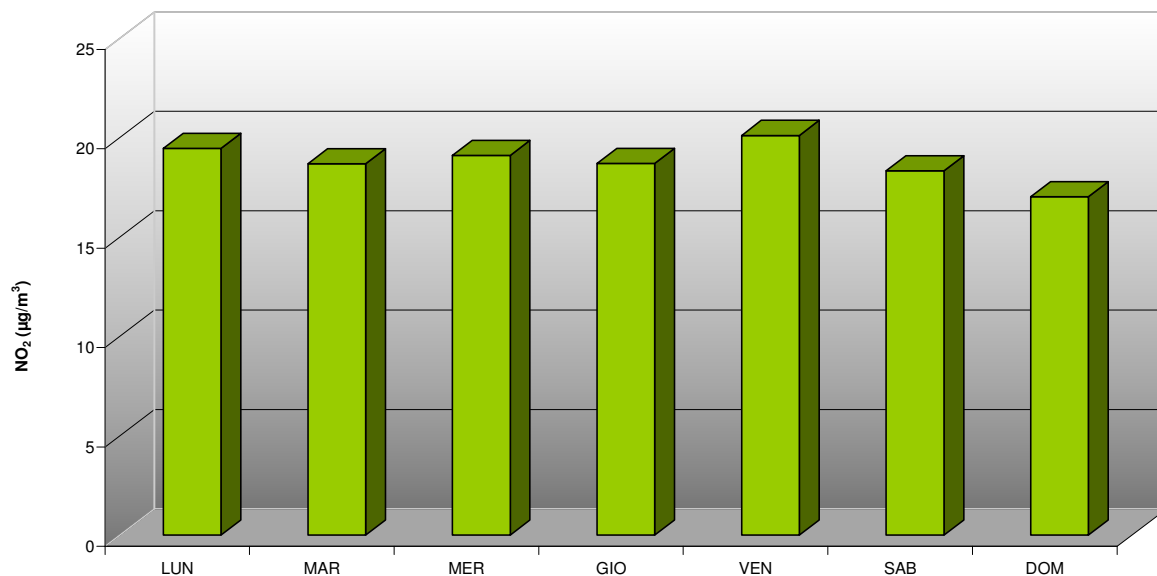
L'andamento delle polveri PM10 evidenzia un andamento di concentrazione abbastanza costante nell'arco della settimana.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO OZONO (O₃)
SETTIMANA TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



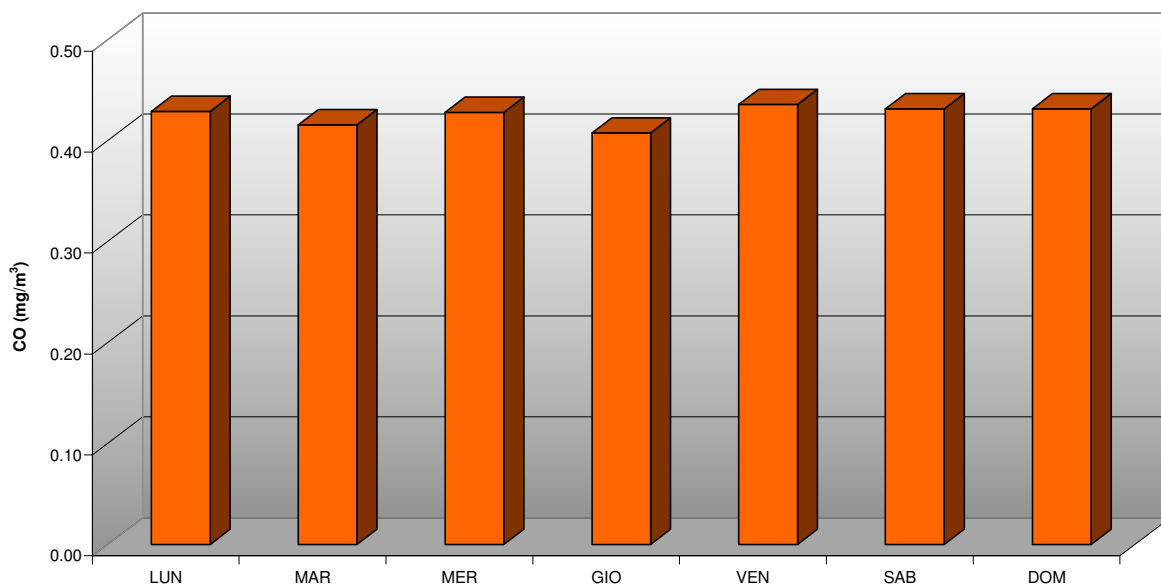
L'andamento settimanale dell'ozono presenta un leggero incremento nella giornata di giovedì.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO (NO₂)
SETTIMANA TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



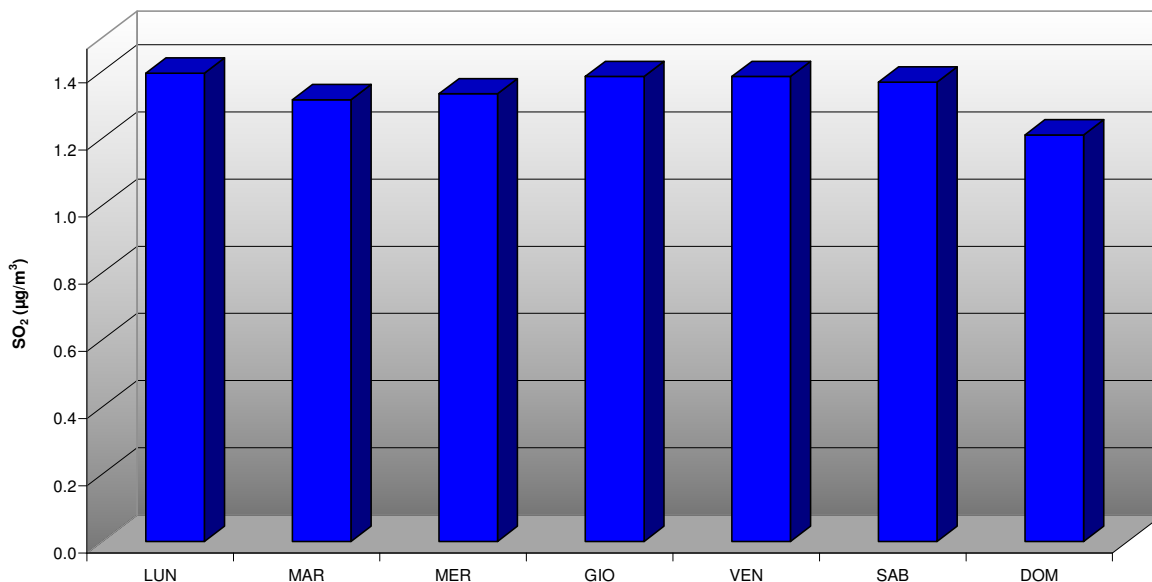
L'andamento settimanale del biossido d'azoto evidenzia un andamento abbastanza costante durante la settimana, con un leggero decremento nelle giornate di sabato e domenica.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
SETTIMANA TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



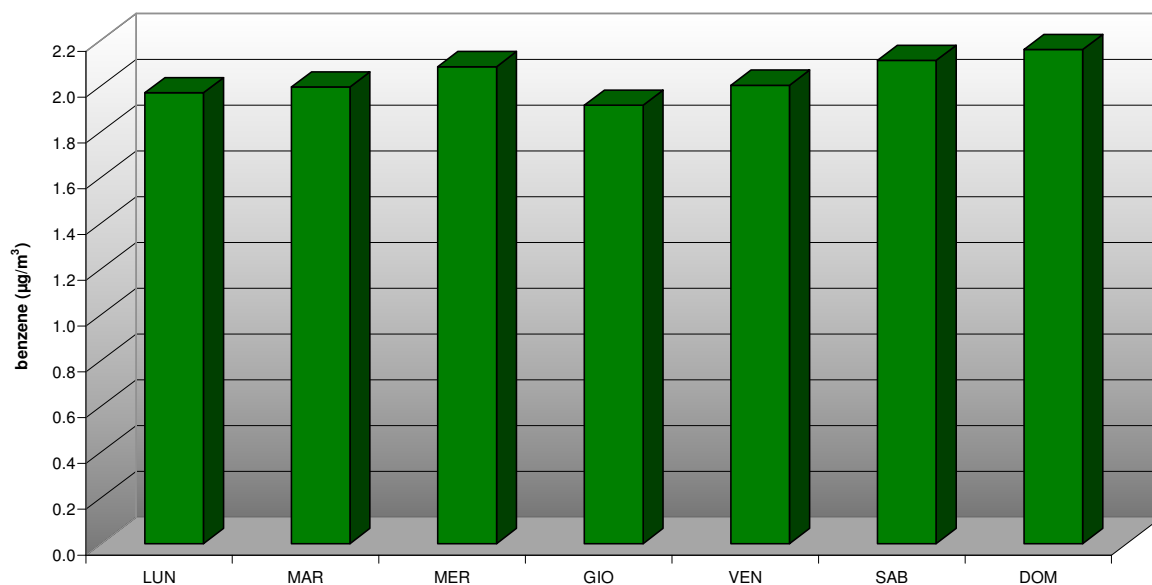
Anche Il monossido di carbonio evidenzia un andamento piuttosto costante nell'arco della settimana, analogamente al PM10.

COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)
SETTIMANA TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014



L'anidride solforosa presenta concentrazioni quasi sempre al di sotto del limite di rilevabilità strumentale con differenze minime tra le diverse giornate.

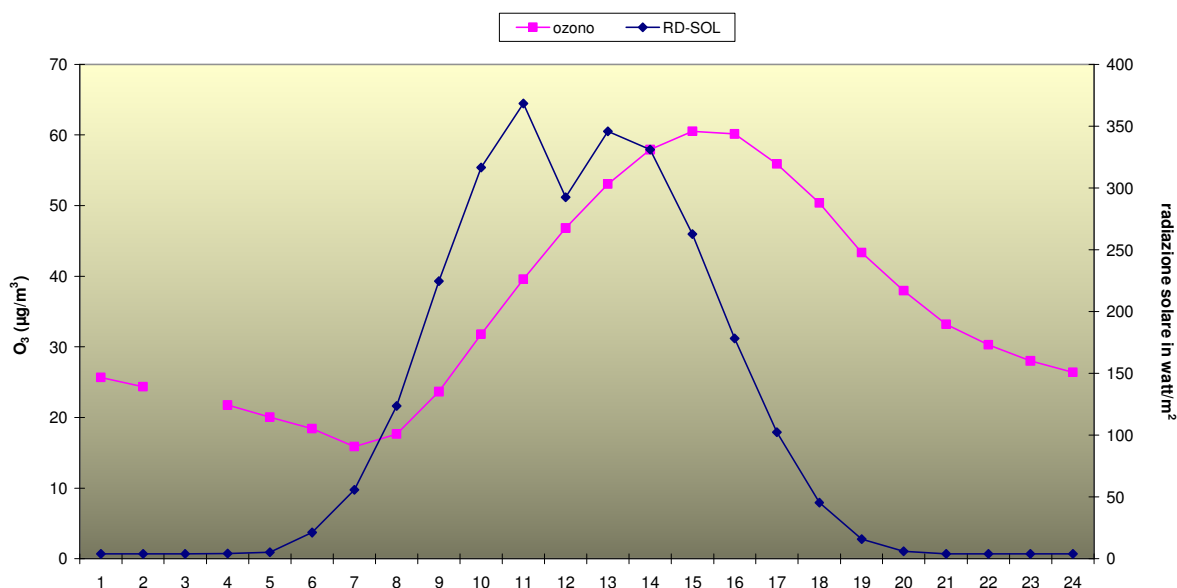
COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO BENZENE (C₆H₆)
SETTIMANA TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014



Anche il benzene non evidenzia variazioni significative nel corso della settimana.

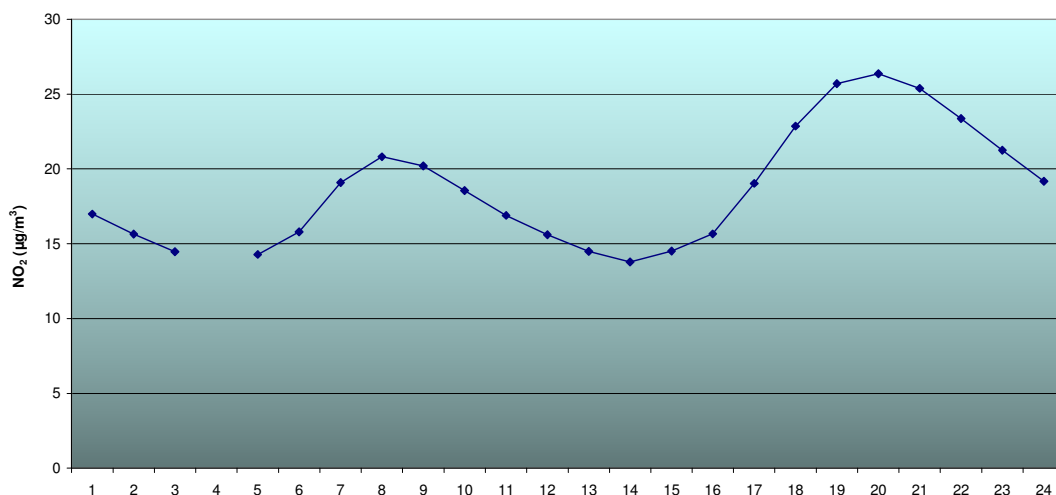
Nei seguenti diagrammi viene infine rappresentato il giorno tipo, per verificare l'andamento giornaliero degli inquinanti monitorati in continuo ed evidenziare così le fasce orarie di maggiore concentrazione nell'arco della giornata. L'elaborazione è stata eseguita in base all'ora solare.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA:PARAMETRI OZONO (O₃) E RADIAZIONE SOLARE
 GIORNO TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



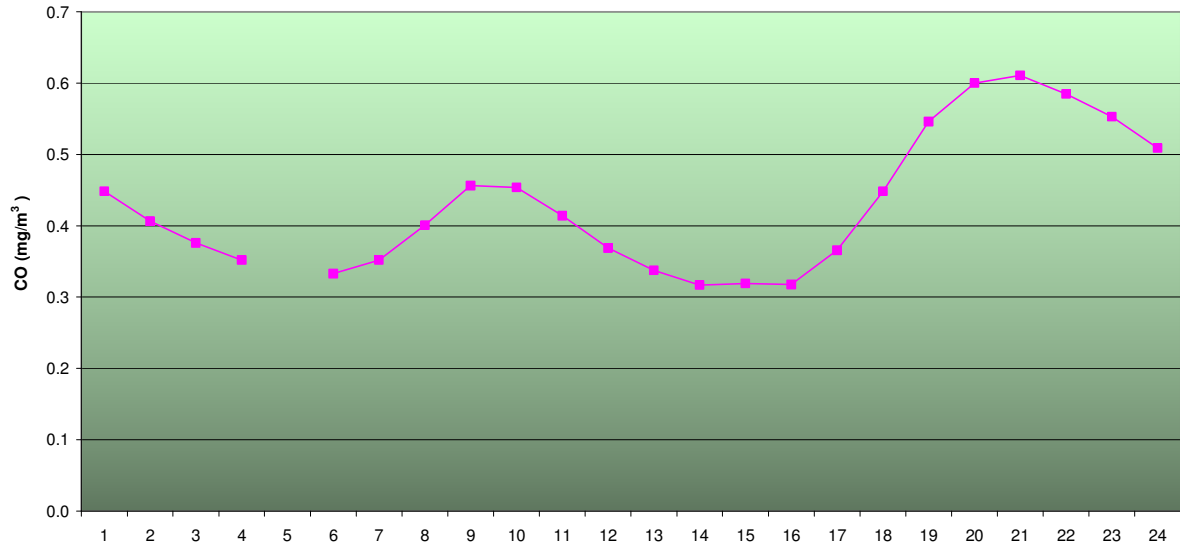
L'ozono ha un andamento associato a quello della radiazione solare. Infatti il picco della radiazione solare (tracciato blu) precede di un paio d'ore quello dell'ozono e presenta le massime concentrazioni a metà pomeriggio. La flessione del valore della radiazione solare alle ore 12 deriva dalla sovrapposizione dell'allineamento sole – palo meteo – sensore di radiazione luminosa che si è casualmente realizzato in quest'occasione.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO (NO₂)
 GIORNO TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



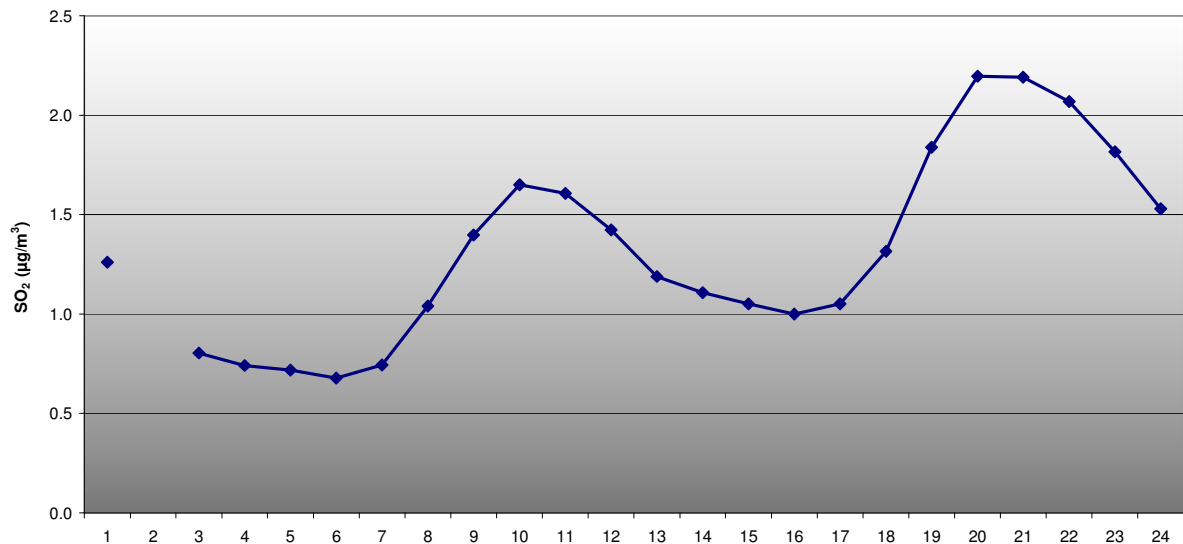
L'andamento del biossido d'azoto presenta due punte giornaliere al mattino ed alla sera.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
GIORNO TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



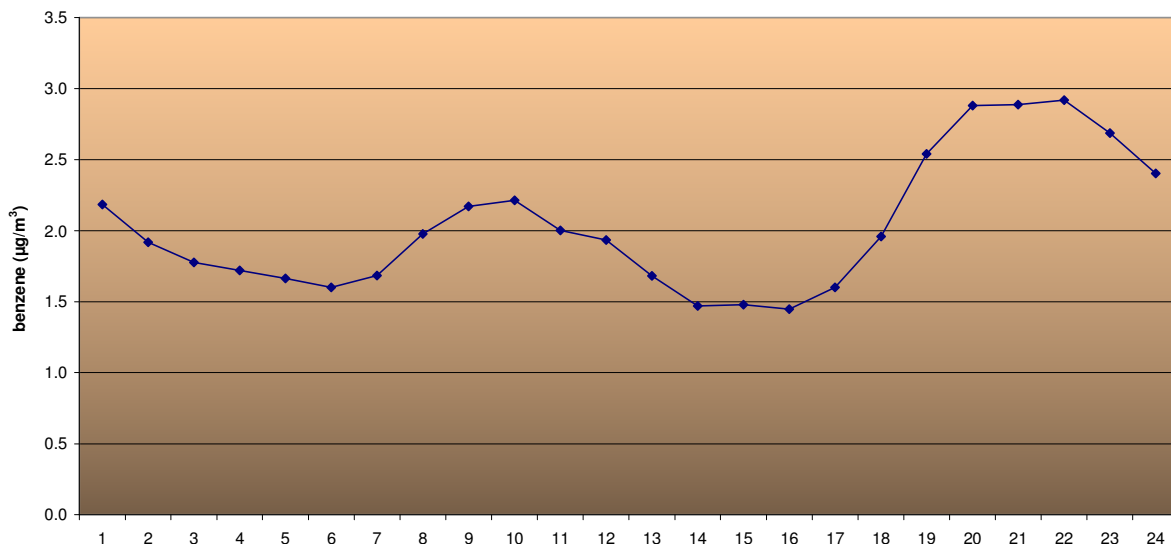
L'andamento del monossido di carbonio, inquinante primario, è del tutto simile a quello del biossido d'azoto, confermando le probabili fonti comuni di questi inquinanti.

**COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)
GIORNO TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014**



L'anidride solforosa, presenta un andamento analogo rispetto agli altri inquinanti di tipo primario.

COMUNE DI MEL - QUARTIERE EUROPA: PARAMETRO BENZENE (C₆H₆)
GIORNO TIPO DAL 3 OTTOBRE 2013 AL 2 LUGLIO 2014



Anche il benzene, come il monossido di carbonio, presenta due picchi giornalieri al mattino ed alla sera.

Non è stato possibile effettuare questo tipo di elaborazioni per il PM10 in quanto lo strumento fornisce solamente le medie giornaliere come previsto dalla normativa.

Nel caso del PM10, poiché la normativa prevede valutazioni nel corso di un anno per il confronto con i termini di riferimento, data la limitatezza del periodo di monitoraggio, si è ritenuto opportuno utilizzare un programma messo a punto dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV che consente di effettuare una stima sul probabile superamento dei limiti di legge.

Tale metodologia si articola nei seguenti passaggi:

1. per un sito di misura sporadico (campagna di monitoraggio) viene scelta una stazione fissa più rappresentativa (la stazione più vicina oppure una caratterizzata dalla stessa tipologia di emissioni e, statisticamente, dallo stesso tipo di meteorologia);
2. viene calcolato un fattore di correzione per passare dal periodo all'anno sulla base dei parametri della distribuzione dei dati misurati nella stazione fissa;
3. viene applicato il fattore di correzione per estrapolare il parametro statistico annuale incognito nel sito sporadico;
4. vengono confrontati il parametro statistico annuale estrapolato ed il valore limite di legge.

I parametri statistici di interesse sono la media ed il 90° percentile. Quest'ultimo viene utilizzato perché, in una distribuzione di 365 valori, il 90° percentile corrisponde al 36° valore massimo. Poiché per il PM10 sono consentiti 35 superamenti del valore limite di 50 µg/m³ su 24 ore, in una serie annuale di 365 valori giornalieri il rispetto

del limite di legge è garantito se il 36° valore in ordine di grandezza è minore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stazione fissa di Feltre dati 2013/14; stazione mobile di Mel Quartiere Europa dati dal 3 ottobre 2013 al 02 luglio 2014	STAZIONE FISSA	SITO SPORADICO	RISULTATO	
	Area Feltrina	Mel Quartiere Europa	Valori Annuali Estrapolati	
data	PM10	PM10	Mel Quartiere Europa	
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	90° perc	38
giorni di rilevamento	361	266	media	20
n° superamenti del V.L. di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33	15		
media	24	23		

La tabella sopra riportata, relativa alla campagna eseguita a Mel presso il Quartiere Europa a confronto con la stazione fissa di Feltre denominata "Area feltrina", evidenzia un valore del 90° percentile di 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ed una media di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ che indica una stima di superamenti del limite di legge inferiore ai 35 consentiti ed una media annuale all'interno dei limiti.

8 Valutazione attraverso 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, 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:

$I_p = C_p / L_p \times 100$	<p>p = sottoindice per l'inquinante p C_p = concentrazione dell'inquinante p L_p = valore di riferimento dell'inquinante p</p>
------------------------------	--

I livelli di riferimento per la standardizzazione sono i seguenti:

- PM10: media giornaliera. Valore di riferimento: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 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: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- NO₂: valore massimo orario sulle 24 h. Valore di riferimento: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

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






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

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

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

Se la misura di uno dei tre inquinanti non risulta valida per un dato giorno, l'indice di qualità dell'aria non viene calcolato per quel giorno (n.d. non determinato).

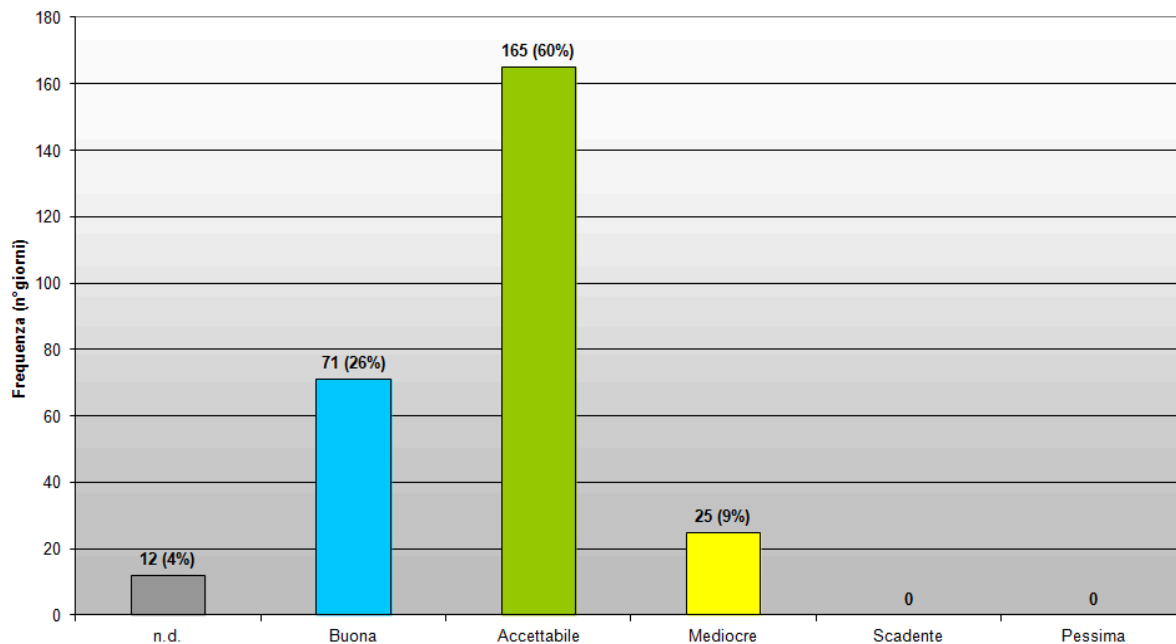
Nella tabella vengono riportati i cromatismi e relativi giudizi legati all'indice di qualità dell'aria.

Cromatismi	Qualità dell'aria
	Buona
	Accettabile
	Mediocre
	Scadente
	Pessima

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

Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria) applicati al monitoraggio eseguito a Mel

Indice di qualità dell'aria - Campagna di Mel Quartiere Europa



Mel loc. Quartiere Europa		
giudizio sintetico	Indice	IQA
	% di frequenza	n° giorni
buona	26.0%	71
accettabile	60.4%	165
mediocre	9.2%	25
scadente	0.0%	0
pessima	0.0%	0
Classe non determinata (N.D.)	4.4%	12

La valutazione della qualità dell'aria a Mel attraverso l'applicazione dell'indice, limitatamente ai parametri polveri PM10, ozono e biossido di azoto, può dirsi soddisfacente. Oltre l'86% delle giornate presenta valori di qualità dell'aria ascrivibili alle prime due classi di qualità.

9- Conclusioni

L'andamento degli inquinanti monitorati a Mel nel Quartiere Europa ha evidenziato nel periodo invernale una situazione di relativo deterioramento della qualità dell'aria per la presenza di polveri PM10, con 15 superamenti del limite giornaliero di esposizione acuta ma entro il limite per l'esposizione cronica come media del periodo, e per la presenza del benzo(a)pirene che ha superato, nei mesi invernali monitorati, il valore obiettivo di qualità annuale.








L'analisi meteo climatica evidenzia, nella fase invernale del monitoraggio, una situazione favorevole alla dispersione per quanto riguarda la piovosità ma un numero di giorni con calma di vento superiore alla media.

Nel periodo estivo, relativamente all'ozono, si è registrato un solo superamento della soglia di informazione alla popolazione per quanto riguarda il limite acuto ma nessuno della soglia d'allarme. Per quanto riguarda il valore obiettivo per la protezione della salute si sono registrati 10 superamenti dei 120 µg/m³ come valore di media mobile giornaliera sulle otto ore.




Le concentrazioni di anidride solforosa, monossido di carbonio, biossido d'azoto, benzene, si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge per l'esposizione acuta e cronica.



Come sintesi finale di valutazione dei dati è stata elaborata una scheda riassuntiva dello stato di qualità dell'aria nel comune di durante il monitoraggio effettuato.

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

Indicatore dello stato di qualità dell'aria	Riferimento normativo	Giudizio sintetico	Sintesi dei principali elementi di valutazione
Polveri (PM10)	D.Lgs. 155/10		Superamenti del valore limite giornaliero dei 50 µg/m ³ media del periodo entro il valore lite annuale.
Ozono (O ₃)	D.Lgs. 155/10		Un superamento della soglia di informazione alla popolazione ma nessuno di quella di allarme prevista dalla normativa.
Biossido di azoto (NO ₂)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.
Anidride solforosa (SO ₂)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.
Monossido di carbonio (CO)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.
Benzo(a)Pirene (IPA)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media del periodo monitorato superiore al valore obiettivo annuale previsto dalla normativa
Benzene (C ₆ H ₆)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media inferiore al limite previsto dalla normativa.

Legenda:

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

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



Visto

Il Dirigente del Servizio Stato dell'Ambiente

Dott.ssa Anna Favero



PARTE 2

1- Introduzione

Il presente lavoro ha lo scopo di quantificare l'impatto sulla qualità dell'aria locale del traffico stradale transitante nei pressi della casa di riposo nel Quartiere Europa (fig. 1), in comune di Mel. A tal fine è stato posizionato un classificatore radar del traffico stradale e le rilevazioni sono state effettuate dal 6 al 23 novembre 2013.

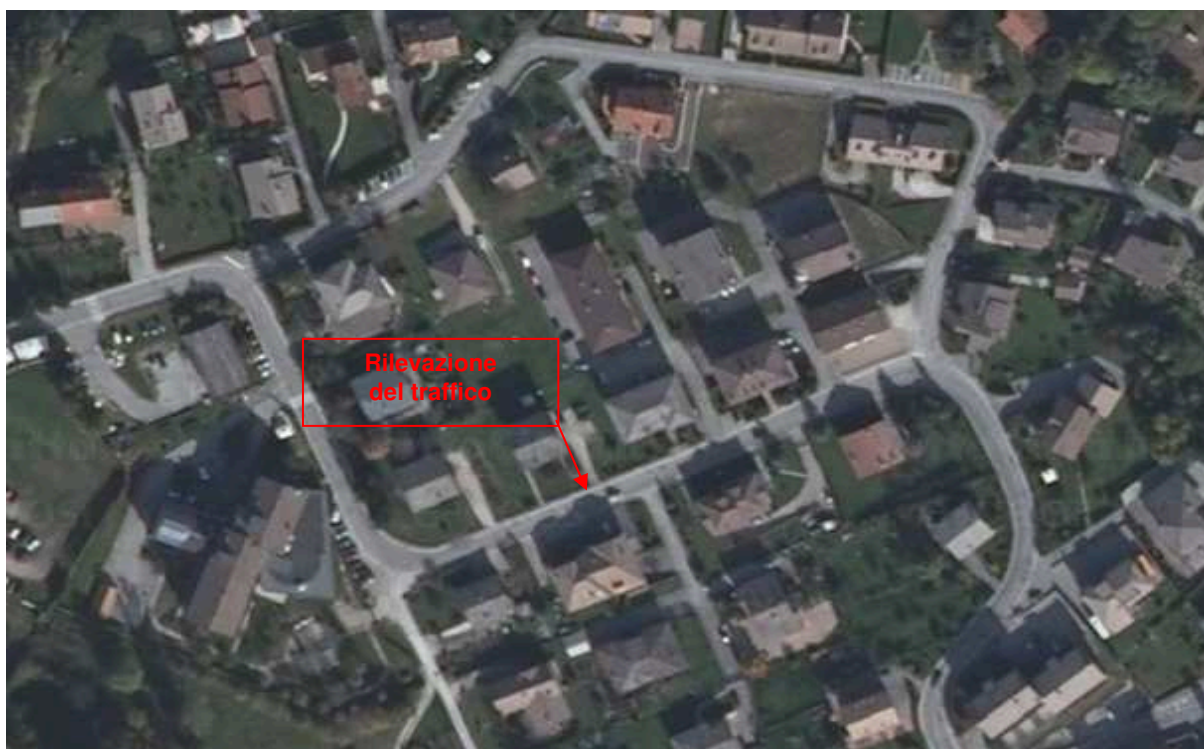


Fig. 1: mappa dell'area in studio.

2 - Analisi dei flussi di traffico

Dai dati ottenuti si sono ricostruiti i flussi di traffico orari di automobili, mezzi leggeri (furgoni) e mezzi pesanti (autoarticolati, autobus,...). Sono stati inoltre analizzati i flussi relativi ai soli giorni feriali, prefestivi e festivi.

Calcolando per le suddette tipologie di giornata il giorno tipo dei flussi veicolari, intendendo per giorno tipo la media del numero di veicoli transitati durante la medesima ora nei diversi giorni, e sommando i passaggi dei mezzi sulle 24 ore, si ottiene il grafico di seguito riportato (fig. 2). Da tale grafico si nota come più del 92% dei passaggi veicolari nei giorni feriali sia costituito da auto. Tale percentuale supera il 94 e il 96% durante i prefestivi e i festivi, rispettivamente. I mezzi leggeri contribuiscono per circa il 6% nei giorni feriali e per il 3-4% durante i fine settimana. I rimanenti transiti sono di mezzi pesanti, che contribuiscono per circa l' 1% del traffico totale nei giorni feriali e per percentuali inferiori nelle rimanenti giornate.

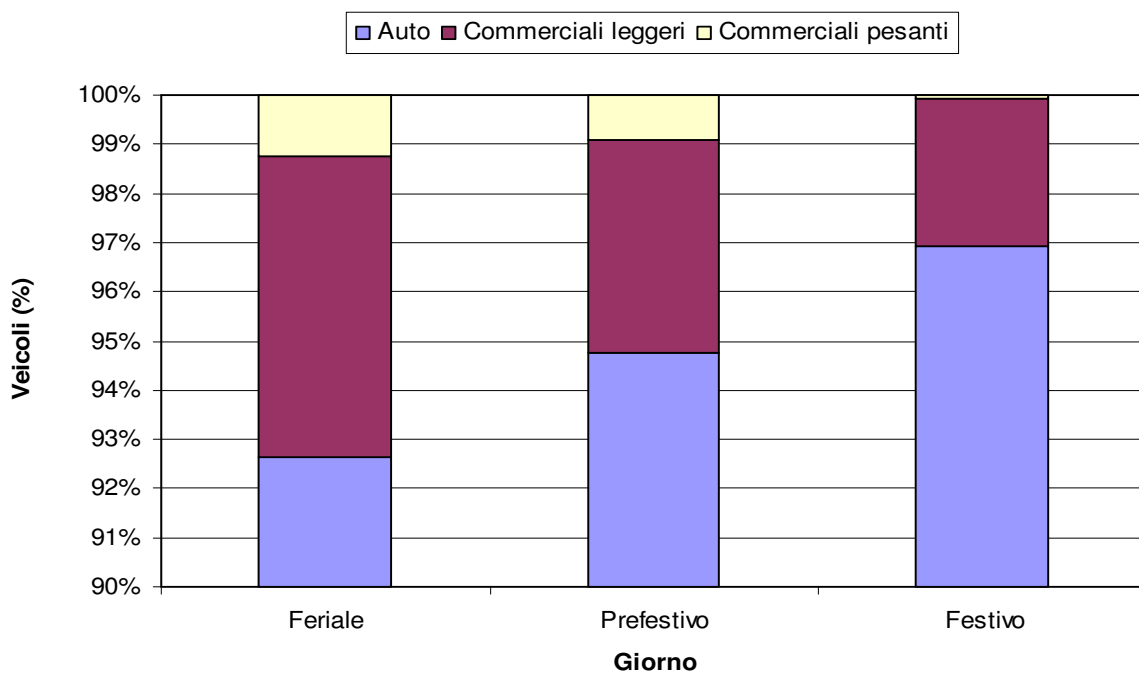


Fig. 2: percentuale dei transiti delle diverse tipologie di mezzo nell'arco delle 24 h. L'asse delle ordinate parte dal 90%

Andando ad analizzare come il traffico delle tre tipologie di mezzi si distribuisce nell'arco delle 24 h, si ottengono i grafici in fig. 3, 4 e 5. Da tali risultati si nota come per le automobili vi sia un andamento caratterizzato da due picchi giornalieri. L'andamento del traffico dei mezzi leggeri, in generale, si presenta più intenso tra le 7 e le 19. Infine il passaggio dei mezzi pesanti risulta complessivamente molto contenuto, con il maggior numero di transiti durante la mattinata.

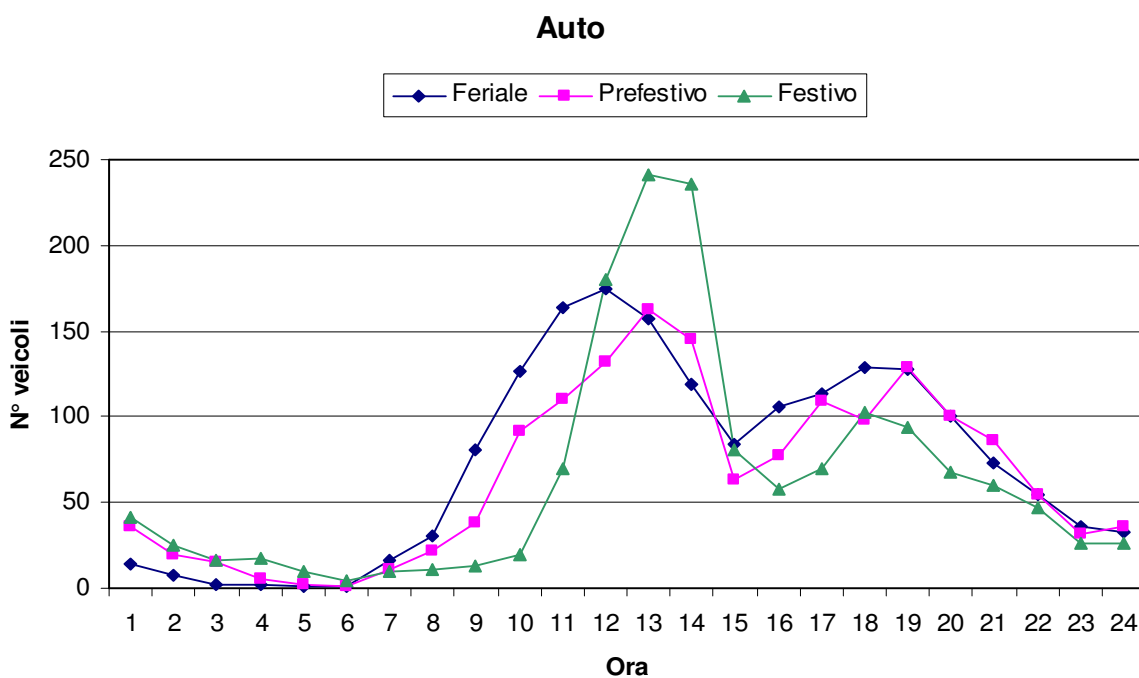


Fig. 3: andamento del traffico di automobili nell'arco delle 24 h, per le diverse tipologie di giorno.

Commerciali leggeri

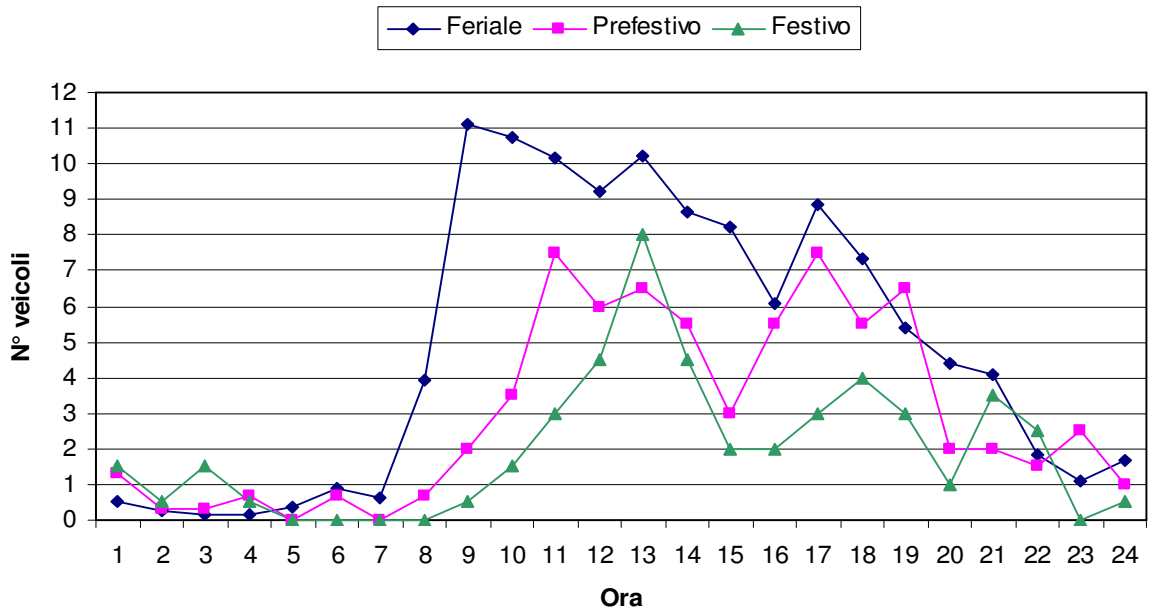


Fig. 4: andamento del traffico di mezzi commerciali leggeri nell'arco delle 24 h, per le diverse tipologie di giorno.

Commerciali pesanti

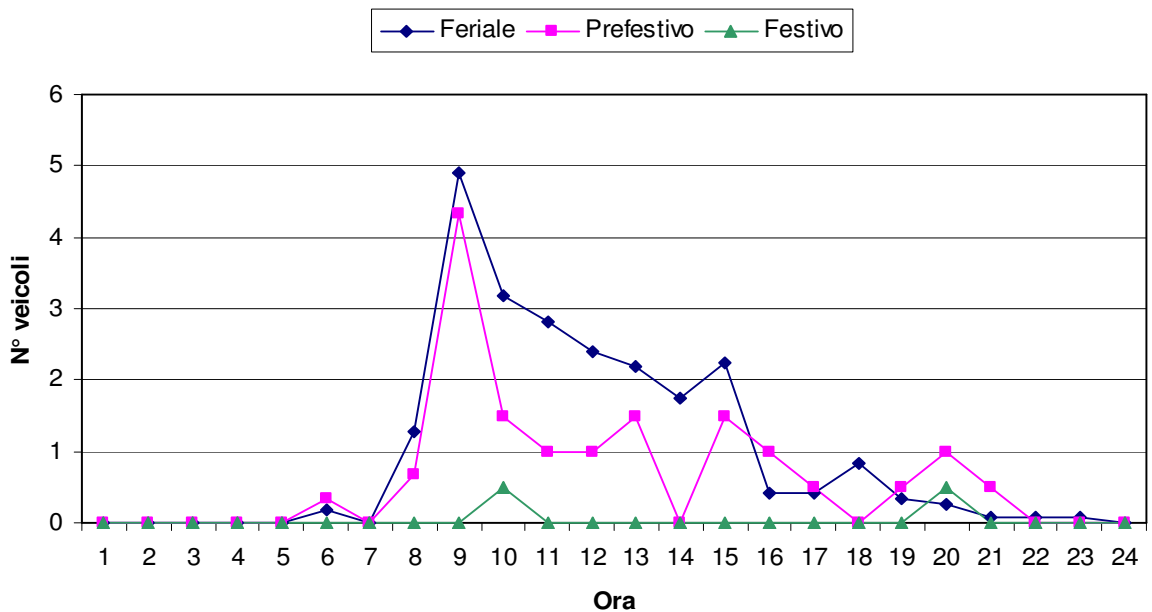


Fig. 5: andamento del traffico di mezzi commerciali pesanti nell'arco delle 24 h, per le diverse tipologie di giorno.

3 - Emissioni prodotte dal traffico veicolare e mappe di ricaduta

Per quantificare le emissioni prodotte dai veicoli in transito si è effettuata un'analisi mediante la metodologia COPERT (COMputer Programme to calculate Emission from Road Transport). Si sono inoltre utilizzati i dati ACI relativi al parco macchine riferito all'anno 2012. La stima delle emissioni è stata condotta sulla base dei flussi di traffico reali rilevati. Sono stati utilizzati i flussi di traffico medi orari scomposti nelle categorie di automobili, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti, per ciascuna tipologia di giorno considerato (feriale, prefestivo e festivo). Si riportano in tab. 1 alcuni dei risultati ottenuti. Da tali risultati si nota come vi sia una variazione degli apporti emissivi nei diversi giorni considerati, in linea con le differenze riscontrabili nell'entità dei flussi e nelle loro composizioni.

Periodo	Veicolo	CO (g/km*giorno)	NO _x (g/km*giorno)	PTS (g/km*giorno)
Feriale	Automobili	2.01E+03	6.89E+02	1.07E+02
	Veicoli commerciali leggeri	1.02E+02	1.20E+02	1.83E+01
	Veicoli commerciali pesanti	2.74E+01	1.29E+02	7.99E+00
Prefestivo	Automobili	1.81E+03	6.20E+02	9.65E+01
	Veicoli commerciali leggeri	6.79E+01	8.02E+01	1.23E+01
	Veicoli commerciali pesanti	2.31E+01	1.09E+02	6.76E+00
Festivo	Automobili	1.75E+03	6.02E+02	9.37E+01
	Veicoli commerciali leggeri	4.68E+01	5.53E+01	8.45E+00
	Veicoli commerciali pesanti	2.51E+00	1.19E+01	7.38E-01

Tab. 1: emissioni (g/km*giorno) prodotte dalle diverse tipologie di veicoli.

Con il modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera ADMS-Urban, si è verificato come le emissioni prodotte dai veicoli in transito ricadono sull'area circostante. La modellazione è stata eseguita su un dominio di simulazione di circa 270 x 160 m. Le emissioni inserite in input al modello sono quelle calcolate con la metodologia COPERT. Come input meteorologico sono stati utilizzati i dati orari relativi allo stesso periodo di rilevazione del traffico e registrati dalla stazione meteorologica di Santa Giustina Bellunese, gestita dal Centro Meteorologico di Teolo.

Si riportano di seguito le mappe di ricaduta per le polveri totali e per l'NO_x (fig. 6 e fig. 7). I risultati rappresentano le ricadute medie, calcolate su base oraria, sull'intero periodo considerato. Da tali mappe si nota come i valori di concentrazione siano massimi all'interno della carreggiata e diminuiscano allontanandosi da essa. Le polveri totali presentano concentrazioni massime di 2.5 µg/m³, mentre la concentrazione di NO_x raggiunge in centro strada valori di 16.5 µg/m³.

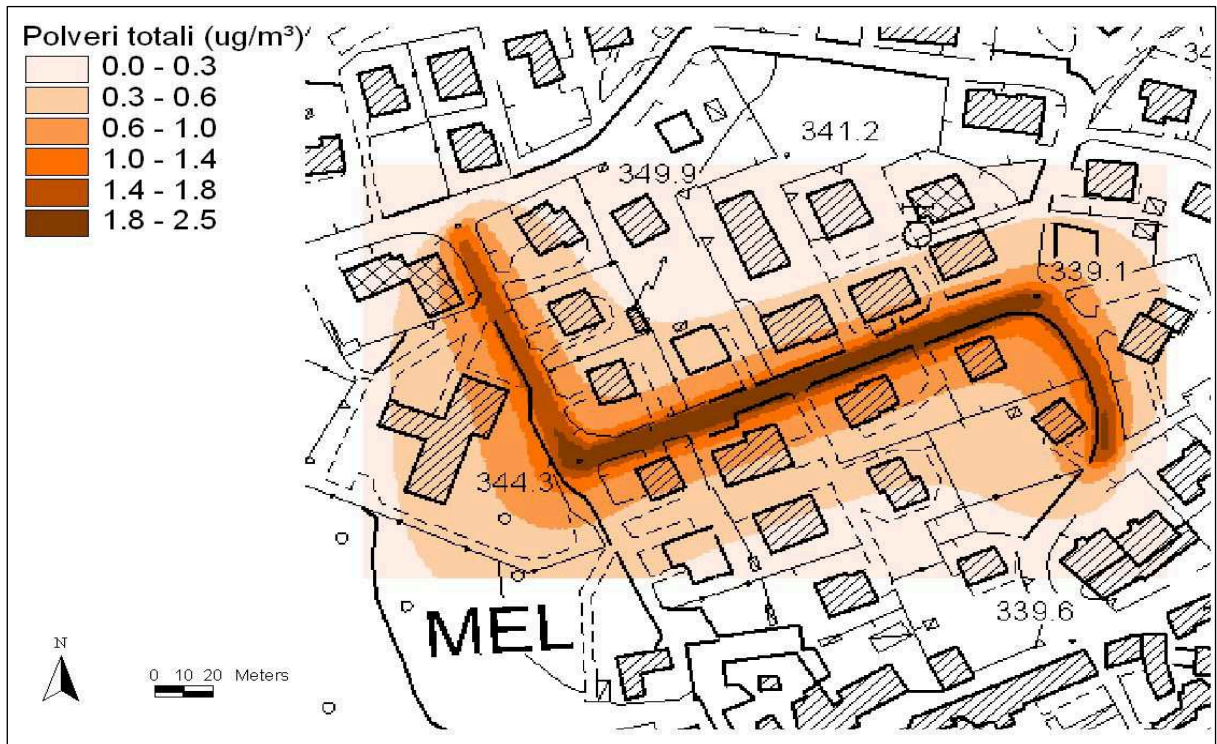


Fig. 6: ricaduta media del PTS prodotto dal traffico, riferita al periodo che va dal 06/11/2013 al 23/11/2013.

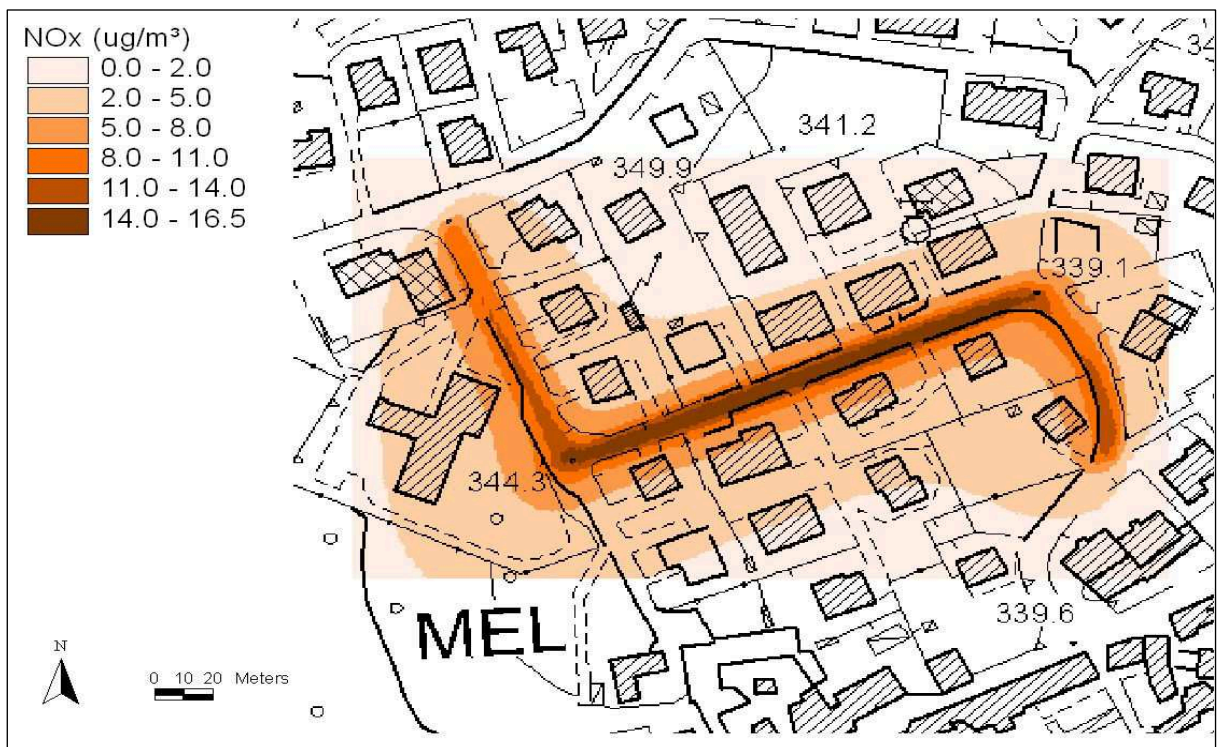


Fig. 7: ricaduta media del NOx prodotto dal traffico, riferita al periodo che va dal 06/11/2013 al 23/11/2013.

4 - Conclusioni

Il presente lavoro ha avuto lo scopo di analizzare l'impatto sulla qualità dell'aria locale delle emissioni prodotte dal traffico veicolare in transito nei pressi della casa di riposo in località Quartiere Europa, nel comune di Mel. Sono state effettuate delle rilevazioni mediante un classificatore radar del traffico stradale, che hanno permesso di analizzare i flussi veicolari delle varie tipologie di mezzi. Ne è emerso che circa il 92% dei passaggi nei giorni feriali è costituito da auto, percentuale che sale ad oltre il 94% nei weekend. I restanti transiti sono mezzi leggeri e pesanti. L'andamento giornaliero del traffico di auto presenta due picchi giornalieri.

Attraverso la metodologia COPERT sono state calcolate le emissioni dei veicoli in studio e, con il modello di dispersione ADMS-Urban, sono state analizzate le mappe di ricaduta delle suddette emissioni. Dai risultati si è visto che i valori di concentrazione, massimi all'interno della carreggiata, diminuiscono velocemente allontanandosi da essa, con un andamento tipico di ogni inquinante considerato. Ad esempio le concentrazioni di polveri totali rimangono sempre inferiori od uguali a $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quelle di NO_x raggiungono il massimo in corrispondenza della strada e diminuiscono fino a valori inferiori a $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a bordo carreggiata.

Ufficio Informativo Ambientale

Dott.ssa Barbara Intini

Barbara Intini

Visto

Il Dirigente del Servizio Stato dell'Ambiente

Dott.ssa Anna Favero

Anna Favero

ALLEGATO1: 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).

Inquinante

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

Margine di tolleranza:

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

Media mobile (su 8 ore)

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

Obiettivo a lungo termine

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

Soglia di allarme

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

Soglia di informazione

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

Sorgente (inquinante)

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

Valore limite

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

Valore obiettivo

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

Zonizzazione

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



ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto
Direzione Generale
Via Matteotti, 27
35137 Padova
Italy
Tel. +39 049 823 93 01
Fax +39 049 660 966
E-mail: urp@arpa.veneto.it
E-mail certificata: protocollo@arpav.it
www.arpa.veneto.it