

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD EST
ATTIVITÀ DI PRODUZIONE NORD EST

OGGETTO:

Campagna di monitoraggio Qualità dell'Aria con Laboratorio Mobile

Comune di Varallo Pombia (NO) – Via Caccia n. 25

29/10/2018 - 10/01/2019



RELAZIONE DI CONTRIBUTO TECNICO-SCIENTIFICO

Redazione	Funzione: Collaboratore professionale sanitario senior - tecnico della prevenzione S.S. K13.02	Data: 04/04/2019	Firmato elettronicamente
	Nome: Evelina Ballato		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente Responsabile dell'Attività di Produzione Nord Est S.S. K13.02	Data: 10/04/2019	Firmato digitalmente
	Nome: Dott.ssa Anna Maria Livraga		

Arpa Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento territoriale Piemonte Nord Est - Attività di Produzione Nord Est

Via Bruzza, 4 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269811 – fax 0161269830

E-mail: produzione.nordest@arpa.piemonte.it - PEC: dip.nordest@pec.arpa.piemonte.it – www.arpa.piemonte.it

Redazione dei testi e delle elaborazioni a cura di:

Loretta Badan, Evelina Ballato, della Struttura S.S. K13.02

Per la gestione tecnica della rete di monitoraggio hanno collaborato:

Loretta Badan, Evelina Ballato, Veronica Lagostina, Roberta Nicolini, della Struttura S.S. K13.02

Le determinazioni analitiche sono state realizzate da:

Laboratorio del Dipartimento territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest - Sede di Grugliasco

Le analisi meteorologiche relative alla Regione Piemonte, i dati della rete meteorologica regionale e il coordinamento della Rete Regionale della Qualità dell'Aria e del Sistema regionale di monitoraggio meteorologico sono a cura di:

Struttura complessa Sistemi previsionali

Alcune elaborazioni sono state realizzate mediante il software R, pacchetto Openair, strumento open-source, per l'elaborazione di dati di inquinanti in aria.

I dati rilevati dalle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria sono consultabili ai seguenti indirizzi internet:

<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml> (sito ad accesso libero)

<http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/ariaweb-new/> (sito ad accesso libero dal 05/12/2017)

Al momento della redazione della presente relazione i dati delle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria sono stati sottoposti solo a validazione interattiva di primo livello, pertanto potrebbero subire variazioni in seguito alla validazione interattiva di secondo livello (certificazione e archiviazione).

INDICE

PREMESSA	4
PRINCIPALI SORGENTI EMISSIVE SUL TERRITORIO	5
ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO.....	7
PRINCIPALI FATTORI METEO CLIMATICI.....	9
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	9
INQUINANTI OGGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	11
IL LABORATORIO MOBILE.....	16
OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....	17
SITO DI MISURA	18
RISULTATI.....	21
CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA.....	54
CONSIDERAZIONI FINALI.....	57

PREMESSA

L'inquinamento atmosferico è il fenomeno di modificazione della normale composizione chimica dell'aria, dovuto alla presenza di sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterarne le normali condizioni di salubrità. Queste modificazioni pertanto, possono costituire pericolo per la salute dell'uomo, alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi, compromettere le attività ricreative e gli altri usi dell'ambiente, nonché i beni materiali. L'aria si definisce inquinata quando la composizione supera limiti convenzionali stabiliti per legge.

L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte, nell'ambito del servizio di previsione e prevenzione del rischio di origine antropica e naturale, garantisce il monitoraggio della qualità dell'aria attraverso il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, secondo le disposizioni della Legge Regionale n°43 del 7 aprile 2000 ed effettua campagne di misura della qualità dell'aria mediante utilizzo di strumentazione mobile (laboratorio mobile, campionatori trasportabili, ecc.) con finalità di valutazione delle fonti e pressioni ambientali, anche a seguito di eventi occasionali o transitori.

La presente indagine è stata realizzata a seguito di specifica richiesta dell'Amministrazione Comunale di Varallo Pombia, al fine di conoscere lo stato di qualità dell'aria, soprattutto in relazione alle possibili ricadute ambientali sul proprio territorio legate alle attività dell'aeroporto di Milano Malpensa, anche a seguito delle ultime variazioni di operatività dello stesso. La presente campagna è successiva a un'analoga svolta presso il medesimo sito nel periodo 01/09/2016 – 10/10/2016.

Il monitoraggio della qualità dell'aria svolto da Arpa Piemonte con il Laboratorio Mobile, fornisce una valutazione generale dello stato di qualità, in riferimento agli inquinanti e ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia (Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155) e permette quindi di effettuare confronti con le misurazioni rilevate nello stesso periodo presso le stazioni fisse della Rete di Rilevamento Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA).

Il monitoraggio prevede la misurazione in aria ambiente dei seguenti inquinanti: monossido di carbonio, biossido di zolfo, biossido e monossido di azoto, benzene, ozono, particolato sospeso PM10 e la determinazione analitica di idrocarburi policiclici aromatici e metalli pesanti in esso contenuti.

I risultati ottenuti sono quindi confrontati con le misurazioni effettuate, nello stesso periodo, presso le stazioni fisse della Rete di Rilevamento Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA) di Castelletto Ticino, Borgomanero, Oleggio, Novara-Roma, Novara-Verdi, Trecate e Cerano.

PRINCIPALI SORGENTI EMISSIVE SUL TERRITORIO

Attraverso le stime fornite dall'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera (IREA) è possibile fare una prima valutazione della qualità dell'aria sul territorio comunale e individuare i settori più critici per emissioni inquinanti.

Le stime riguardano sorgenti emissive antropiche e naturali, classificate secondo la nomenclatura standard europea, denominata "Selected Nomenclature for sources of Air Pollution" (SNAP), suddivise in 11 macrosettori.

In tabella 1 si riportano le stime emissive per il Comune di Varallo Pombia, espresse in tonnellate/anno e kt/anno per il parametro CO₂, suddivise per macrosettore di attività.

Nell'inventario regionale vengono stimate esclusivamente le emissioni primarie, pertanto l'ozono non è previsto data la sua natura di inquinante secondario.

Report sulle emissioni aggregate - Anno di riferimento 2013 - Comune di VARALLO POMBIA										
MACROSETTORE	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOC	NOx (come NO2)	SO2	PM10	PM2.5
02 - Combustione non industriale	14,60	170,61	8,08	0,77	0,42	16,20	9,89	0,96	16,68	16,50
03 - Combustione nell'industria	0,11	1,46	6,31	0,036		0,28	7,14	0,59	0,130	0,126
04 - Processi produttivi						1,53				
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	47,98					2,77				
06 - Uso di solventi						15,12			0,08	0,08
07 - Trasporto su strada	0,69	43,74	4,03	0,14	0,23	12,10	12,78	0,02	2,57	1,06
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	0,003	0,49	0,01	0,0003	0,00002	0,25	0,09	0,0003	0,005	0,005
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti					7,04					
10 - Agricoltura	1,31			0,29	1,24	4,25	0,04		0,001	0,0003
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0,33	0,35	-8,92	0,0007		73,99	0,016	0,003	0,27	0,27
Totale Comune di Varallo Pombia	65,03	216,65	9,51	1,24	8,93	126,50	29,95	1,58	19,73	18,03
Totale Provincia di Novara	22714,7	14686,1	3219,6	953,3	1904,1	13315,6	8346,9	4186,4	1572,7	1250,4

Tabella 1: Totale emissioni per macrosettore di attività relative al Comune di Varallo Pombia (espresse in t/anno e CO₂ in kt/anno) - Fonte IREA - Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera 2013

Tra gli inquinanti più critici dell'aria si trovano in generale il PM10, il PM2.5, i composti organici volatili escluso il metano (NMVOC) e gli ossidi di azoto (NO_x), espressi come biossido di azoto (NO₂). La determinazione dei composti organici volatili non metanici, insieme agli ossidi di azoto, riveste importanza per l'analisi delle tendenze dei precursori dell'ozono troposferico.

In Figura 1 si riportano in grafico i contributi percentuali alla formazione di tali inquinanti delle diverse fonti emissive, individuate e stimate per il Comune di Varallo Pombia.

Risulta evidente come concorrano principalmente alla formazione delle polveri, PM10 e PM2,5, gli impianti di combustione non industriale (85%-92%), ossia finalizzati alla produzione di calore per il riscaldamento domestico (impianti residenziali, commerciali, istituzionali, agricoli) e il trasporto su strada (13%-6%), dovuto alle emissioni del traffico veicolare e quelle legate all'usura freni, ruote e strada. Una percentuale minore (1%) è attribuita al macrosettore 11 - "Altre sorgenti e assorbimenti", che comprende tutte le attività non antropiche che generano emissioni, come ad esempio l'attività fitologica di piante, fulmini, emissioni dal suolo, piantumazioni, incendi di boschi.

Per gli ossidi di azoto il contributo principale (43%) è imputabile alle emissioni del trasporto su strada, una percentuale inferiore, ma comunque significativa (33%), al riscaldamento

domestico e un contributo stimato al 24% imputabile ai processi di combustione riconducibili ad attività industriale (ad es. caldaie).

La misurazione dei composti organici volatili non metanici (NMVOC), insieme agli ossidi di azoto, riveste importanza per l'analisi delle tendenze dei precursori dell'ozono. Le principali fonti emissive individuate, che possono concorrere alla formazione di questi inquinanti, sono le attività non antropiche identificate come "Altre sorgenti e assorbimenti" (59%), ad esempio dovute all'attività fitologica di piante, fulmini, emissioni dal suolo, piantumazioni, incendi di boschi (le stesse che contribuiscono in piccola percentuale al particolato atmosferico per circa 1%), il riscaldamento domestico (13%), le attività che utilizzano solventi (12% ad es. verniciatura e sgrassaggio), il trasporto su strada (10%) e le attività agricole (3%).

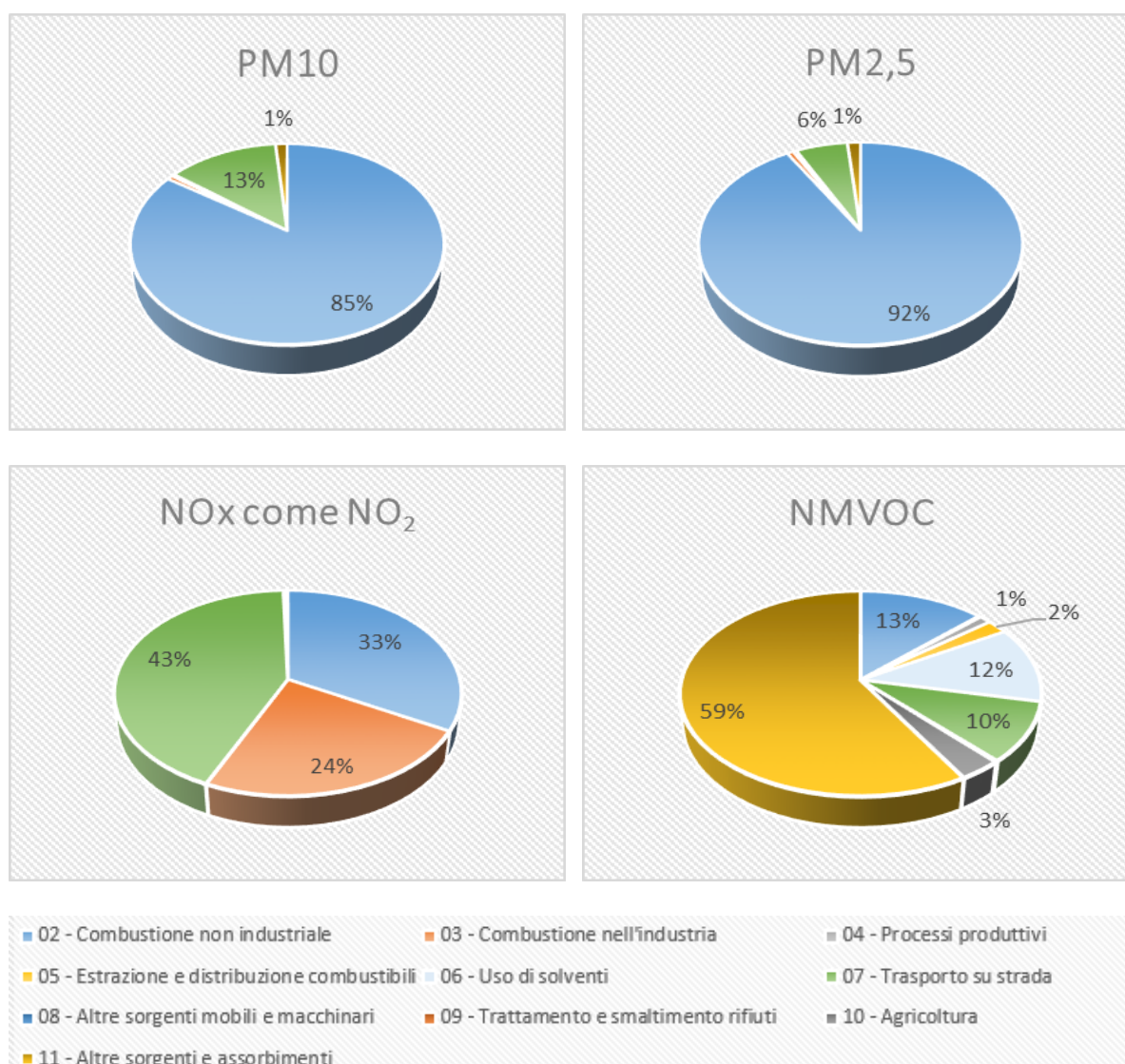


Figura 1: Fonti emissive per macrosettore in Comune di Varallo Pombia – 2013 (Fonte IREA)

Per approfondimenti, l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è consultabile al seguente indirizzo internet:

<http://www.sistemapiemonte.it/cms/privati/ambiente-e-energia/servizi/474-irea-inventario-regionale-delle-emissioni-in-atmosfera>

ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO

La zonizzazione del territorio è il presupposto per l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente e per l'individuazione delle aree di superamento dei valori limite, delle soglie e dei valori obiettivo previsti dalla normativa, sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale. Le aree contraddistinte dall'omogeneità degli aspetti predominanti, nel determinare i livelli degli inquinanti, sono accorpate in zone.

La Deliberazione della giunta Regionale del Piemonte n. 41-855 del 29 dicembre 2014, ha approvato il progetto relativo alla nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria, sulla base degli obiettivi di protezione per la salute umana per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, particolato PM10 e PM2,5, piombo, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene, nonché degli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono, secondo quanto disposto dal D.Lgs.155/2010, in attuazione della Direttiva comunitaria 2008/50/CE. La normativa prevede che la zonizzazione del territorio sia revisionata almeno ogni cinque anni.

La classificazione delle zone viene valutata sulla base di dati relativi alle caratteristiche orografiche e meteo climatiche, al grado di urbanizzazione e carico emissivo del territorio, sovrapposti ai risultati ottenuti dall'applicazione di una metodologia statistica di clusterizzazione funzionale (Functional Cluster Analysis), sulla base dati (campi di concentrazione al suolo) prodotti dal sistema modellistico di trasporto, dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti in atmosfera di ARPA Piemonte.

Ai fini della classificazione, si valuta l'eventuale superamento delle soglie di valutazione superiore e inferiore, secondo i limiti stabiliti dal D.Lgs.155/2010. Il superamento delle soglie viene determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti e si realizza se il superamento interessa almeno tre dei cinque anni considerati.

Per l'Ozono si fa riferimento agli obiettivi a lungo termine (LTO), previsti dal medesimo decreto; a tale proposito la classificazione evidenzia il superamento degli obiettivi a lungo termine relativi alla protezione della salute umana e della vegetazione su tutto il territorio regionale.

In base all'attuale zonizzazione, il Comune di Varallo Pombia, ascritto alle zone altimetriche di collina in conformità alla classificazione ISTAT, è assegnato al codice di zonizzazione della qualità dell'aria IT0120. La zona si caratterizza per livelli di concentrazione di PM10, PM2,5, NO₂ e benzo(a)pirene sopra la soglia di valutazione superiore, livelli di benzene tra la soglia di valutazione inferiore e superiore, mentre gli altri inquinanti risultano entro la soglia di valutazione inferiore (riferimento D.Lgs.155/2010 Allegato 2).

In figura 2 si riporta la rappresentazione grafica della nuova zonizzazione del territorio regionale piemontese, relativa alla qualità dell'aria ambiente.

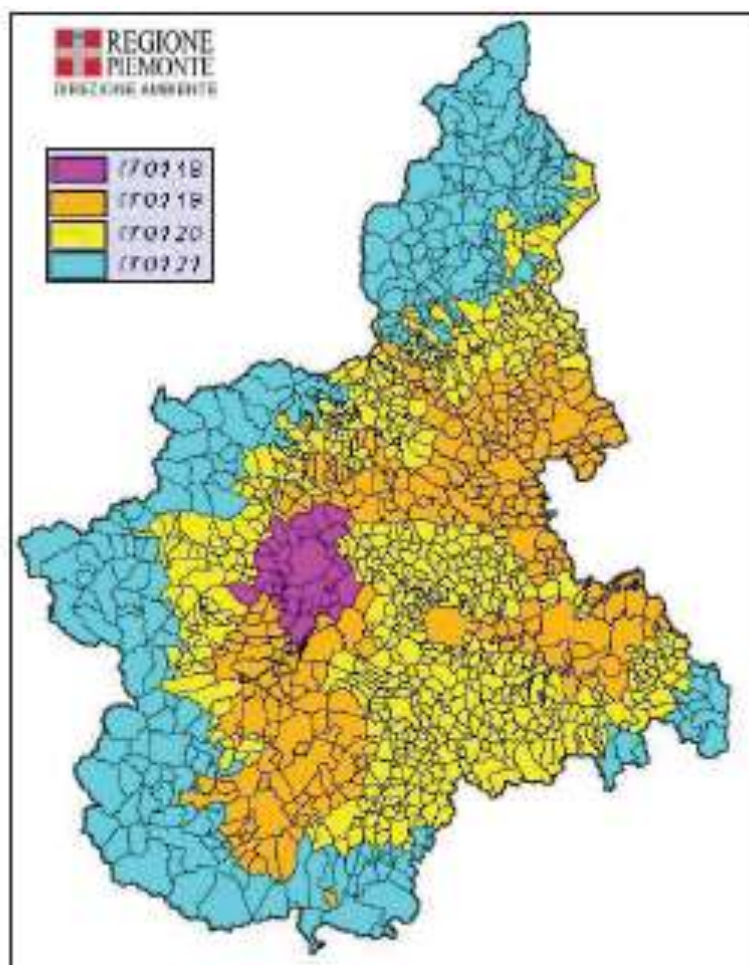


Figura 2: Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione regionale (Fonte: DGR41-855 del 29/12/2014)

Le principali caratteristiche dell'agglomerato di Torino (IT0118) e delle tre zone individuate a livello regionale (IT0119 zona di pianura, IT0120 zona di collina e IT0121 zona di montagna) sono riportate in tabella 2.

	u.m.	Agglomerato Torino IT0118	Zona pianura IT0119	Zona collina IT0120	Zona montagna IT0121	Totale
N° Comuni		32	269	660	245	1.206
Popolazione		1.555.778	1.326.067	1.368.853	195.532	4.446.230
Superficie Comuni	km ²	836	6.595	8.811	9.144	25.389
Densità abitativa	ab/km ²	1.858	201	155	21	175
Densità em. PM10	t/km ²	3,57	0,78	0,55	0,13	0,58
Densità em. NO _x	t/km ²	16,68	3,70	2,36	0,34	2,45
Densità em. COV	t/km ²	19,44	3,11	4,18	2,05	3,64
Densità em. NH3	t/km ²	2,76	4,02	1,03	0,19	1,56

Tabella 2: Principali caratteristiche dell'agglomerato e delle tre zone individuate (Fonte: DGR Regione Piemonte 41-855 del 29/12/2014)

PRINCIPALI FATTORI METEO CLIMATICI

Le situazioni meteo climatiche influenzano notevolmente i livelli di inquinamento essendo determinanti all'instaurarsi di condizioni di trasporto e dispersione, di accumulo o dilavamento, nonché di trasformazione degli inquinanti. I principali fattori che influenzano il comportamento degli inquinanti in atmosfera, a livello di strato limite planetario, sono la direzione e velocità del vento, le precipitazioni (intensità e durata degli episodi di pioggia o neve), l'umidità relativa, l'irraggiamento solare e fenomeni di inversione termica. Condizioni di stabilità atmosferica, l'assenza di vento, la mancanza di precipitazioni e l'inversione termica a bassa quota facilitano la formazione di inquinanti secondari, favoriscono l'accumulo degli inquinanti in generale e ne ostacolano la rimozione. Pertanto nelle attività di monitoraggio della qualità dell'aria vengono considerati i seguenti parametri meteo climatici:

- Temperatura
- Pressione atmosferica
- Livello di pioggia caduta
- Direzione e velocità vento

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La norma di riferimento in materia di qualità dell'aria è costituita dal Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto del 2010 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente. Il decreto prevede valori di riferimento per gli inquinanti più rilevanti, sia in relazione al rischio sanitario che ambientale e possono essere:

Valori limite annuale per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo.

Valori limite giornalieri o orari volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento.

Valori soglie di allarme superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Valori soglie di informazione superate le quali si devono adottare forme di informazione della popolazione.

Valori obiettivo per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

In tabella 3 sono elencati i valori di riferimento previsti dalla normativa e i relativi tempi di mediazione.

PARAMETRO	TIPO DI LIMITE	LIMITE		TEMPO MEDIAZIONE DATI
NO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	200 [µg/m ³]	da non superare più di 18 volte l'anno	Media oraria
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 [µg/m ³]		Media anno
	Soglia di allarme	400 [µg/m ³]		3 ore consecutive
SO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	350 [µg/m ³]	da non superare più di 24 volte l'anno	Media oraria
	Valore limite per la protezione della salute umana	125 [µg/m ³]	da non superare più di 3 volte l'anno	Media nelle 24 ore
	Livello critico per la protezione della vegetazione	20 [µg/m ³]		Media anno e media inverno (1ott - 31 mar)
	Soglia di allarme	500 [µg/m ³]		3 ore consecutive
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	10 [mg/m ³]		Massimo valore medio di concentrazione su 8 ore
PM 10	Valore limite per la protezione della salute umana	50 [µg/m ³]	da non superare più di 35 volte l'anno	Media nelle 24 ore
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 [µg/m ³]		Media anno
Benzene	Valore limite per la protezione della salute umana	5,0 [µg/m ³]		Media anno
Piombo	Valore limite per la protezione della salute umana	0,5 [µg/m ³]		Media anno
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	1,0 [ng/m ³]		Media anno
Arsenico	Valore obiettivo	6,0 [ng/m ³]		Media anno
Cadmio	Valore obiettivo	5,0 [ng/m ³]		Media anno
Nichel	Valore obiettivo	20 ,0 [ng/m ³]		Media anno
Ozono	Soglia di informazione	180 [µg/m ³]		Media oraria
	Soglia di allarme	240 [µg/m ³]		Media oraria
	Valore limite per la protezione della salute umana	120 [µg/m ³]	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	Media su 8 ore massima giornaliera
	Protezione della vegetazione	AOT40 6000 [µg/m ³ *h]	1 h cumulativa da maggio a luglio	Media annua

Tabella 3: valori di riferimento Decreto Legislativo 155/2010 e s.m.i.

INQUINANTI OGGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Si descrivono schematicamente le principali caratteristiche degli inquinanti monitorati.

Biossido di zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo (SO₂) è un gas dal caratteristico odore pungente.

Zone di più probabile accumulo

Gli insediamenti industriali ed i centri urbani sono i punti di massima presenza ed accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche particolari.

Periodicità critiche

In passato le situazioni più critiche si sono verificate nei periodi invernali dove, alle normali fonti di combustione, si aggiungeva il contributo del riscaldamento domestico a gasolio. Attualmente, a seguito della diffusa metanizzazione degli impianti di riscaldamento e all'uso di combustibili a basso tenore di zolfo, il contributo inquinante degli ossidi di zolfo è notevolmente diminuito sino quasi a scomparire.

Fonti di emissione

Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili).

Effetti sulla salute

L'esposizione ad alti livelli di SO₂ può comportare un inturgidimento delle mucose delle vie aeree con conseguente aumento della resistenza al passaggio dell'aria ed un aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Inoltre è stato accertato un effetto irritativo sinergico in seguito all'esposizione combinata con il particolato, probabilmente dovuto alla capacità di quest'ultimo di veicolare l'SO₂ nelle zone respiratorie profonde del polmone.

Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas incolore e inodore prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio.

Zone di più probabile accumulo

Zone ad alta densità di traffico o a forte carattere industriale.

Periodicità critiche

Il periodo più critico è l'inverno che presenta condizioni di stabilità atmosferica e/o ristagno più frequentemente.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Le fonti principale sono costituite dagli scarichi delle automobili, soprattutto a benzina, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio, dalle fonderie.

Effetti sulla salute

Essendo altamente affine al gruppo EME del sangue, compete con l'ossigeno formando la carbossiemoglobina (250 volte più stabile) e riducendo l'ossigenazione dei tessuti causando ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare.

Ossidi di azoto (NO_x)

L'ossido di azoto (NO) è un gas inodore e incolore che costituisce il componente principale delle emissioni di ossidi di azoto nell'aria e viene gradualmente ossidato a NO₂, dal caratteristico colore rosso-bruno e dall'odore pungente e soffocante.

Zone di più probabile accumulo

Rappresentano i tipici inquinanti delle aree urbane e industriali, dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici).

Periodicità critiche

La pericolosità degli ossidi di azoto e in particolare del biossido, è legata anche al ruolo che essi svolgono nella formazione dello smog fotochimico. In condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione (primavera-estate), le radiazioni ultraviolette possono determinare la dissociazione del biossido di azoto e la formazione di ozono, che può ricombinarsi con il monossido di azoto e ristabilire una situazione di equilibrio.

Effetti sulla salute

L'NO₂ è circa 4 volte più tossico dell'NO. E' ormai accertato che l'NO₂ può provocare gravi danni alle membrane cellulari a seguito dell'ossidazione di proteine e lipidi. Gli effetti acuti comprendono: infiammazione delle mucose, decremento della funzionalità polmonare, edema polmonare. Gli effetti a lungo termine includono: aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie, alterazioni polmonari a livello cellulare e tissutale, aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali.

Ozono (O₃)

E' un gas che non viene emesso direttamente dalle attività antropiche, ma si forma in determinate condizioni, presenta un odore pungente ed un colore bluastrò.

Zone di più probabile accumulo

Essendo gli NO_x dei distruttori di O₃, le zone rurali dove vi è meno presenza di questi e maggiore insolazione, sono le zone più soggette ad accumulo

Fonti di emissione (attività antropiche)

Si forma nell'atmosfera in seguito a reazioni fotochimiche a carico di inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi).

Periodicità critiche

Presenta un andamento direttamente correlato con la presenza di radiazione solare diretta, pertanto la stagione più sfavorevole è l'estate ed in particolare le ore centrali della giornata.

Effetti sulla salute

Trattandosi di un forte ossidante, l'O₃ agisce ossidando i gruppi sulfidrilici presenti in enzimi, coenzimi, proteine e acidi grassi insaturi ed interferendo così, con alcuni processi metabolici fondamentali. L'apparato respiratorio risulta il più colpito soprattutto le piccole arterie polmonari. Gli effetti acuti comprendono secchezza della gola e del naso, aumento della produzione di muco, tosse, faringiti, bronchiti, diminuzione della funzionalità respiratoria, dolori toracici, diminuzione della capacità battericida polmonare, irritazione degli occhi, mal di testa.

Particolato atmosferico (PM)

Il particolato atmosferico (Particulate Matter PM) può essere definito come una miscela complessa di particelle solide o liquide in sospensione nell'aria. A differenza degli altri inquinanti non è caratterizzato da una specifica composizione chimica, che può variare in funzione delle sorgenti di emissione e delle condizioni meteo climatiche, così come le dimensioni. L'origine può essere naturale e antropogenica, di formazione primaria, ossia direttamente emesso dalle sorgenti, o secondaria, ossia generata per effetto di reazioni chimico-fisiche di composti in fase gassosa presenti in atmosfera. La dimensione delle particelle viene convenzionalmente espressa in termini di diametro aerodinamico, definito come il diametro di una particella sferica, a densità standard, che ha lo stesso comportamento aerodinamico (velocità di sedimentazione) della particella in esame. La distribuzione dimensionale determina la classificazione del particolato in:

- PM10, insieme di particelle aerodisperse aventi diametro aerodinamico inferiori o uguali a 10 μm ;
- PM2,5, insieme di particelle aerodisperse aventi diametro aerodinamico inferiori o uguali a 2,5 μm .

Zone di più probabile accumulo

Si tratta di un inquinante di tipo diffuso, poiché permanendo in atmosfera per giorni o settimane, può essere trasportato su lunghe distanze dal luogo di formazione.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali ed il traffico veicolare, gli impianti di riscaldamento, le industrie (inclusa la produzione di energia elettrica). Inoltre una frazione variabile è di origine secondaria, ovvero è il risultato di reazioni chimiche che, partendo da inquinanti gassosi generano un enorme numero di composti in fase solida o liquida come solfati, nitrati e particelle organiche.

Periodicità critiche

Mediamente si raggiungono i massimi valori nel periodo invernale caratterizzato da frequenti condizioni di stabilità/ristagno

Effetti sulla salute

La pericolosità di questi composti è data dalla possibilità di oltrepassare le barriere del sistema respiratorio e penetrare nell'organismo. Infatti le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio, mentre le caratteristiche chimiche, determinano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (IPA, metalli pesanti, SO_2). Le particelle che si depositano nel tratto superiore, o extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe), possono causare effetti irritativi locali; quelle che si depositano nel tratto tracheobronchiale, possono causare costrizione e riduzione della capacità epurativa dell'apparato respiratorio, aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema) ed eventualmente neoplasie.

Arsenico, Cadmio, Nichel

Sono sostanze inquinanti in tracce presenti nell'aria a seguito di emissioni provenienti da diversi tipi di attività industriali.

Zone di più probabile accumulo

Le concentrazioni in aria di alcuni metalli nelle aree urbane e industriali può raggiungere valori 10-100 volte superiori a quelli delle aree rurali.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Le fonti antropiche responsabili sono principalmente le fonderie, le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. Sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Effetti sulla salute

L'esposizione agli elementi in tracce è associata a molteplici effetti sulla salute: tra i metalli pesanti quelli maggiormente rilevanti sotto il profilo tossicologico sono il Nichel e il Cadmio. Questi ultimi sono classificati dall'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo.

Piombo

Il piombo è un elemento in traccia altamente tossico.

Zone di più probabile accumulo

Nei siti di traffico o industriali.

Fonti di emissione (attività antropiche)

La principale fonte di inquinamento atmosferico era costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina "rossa" i livelli di piombo nell'aria urbana sono quindi diminuiti in modo significativo. Le altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Effetti sulla salute

Il Pb assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello.

Il Pb legandosi ai gruppi sulfidrilici delle proteine o sostituendo ioni metallici essenziali, interferisce con diversi sistemi enzimatici. Tutti gli organi costituiscono potenziali bersagli e gli effetti sono estremamente vari (anemia, danni al sistema nervoso centrale e periferico, ai reni, al sistema riproduttivo, cardiovascolare, epatico, endocrino, gastro-intestinale e immunitario).

Benzene (C₆H₆)

Il benzene è un idrocarburo aromatico, tipico costituente delle benzine e dall'odore caratteristico.

Zone di più probabile accumulo

Nei siti di traffico.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% viene immesso nell'aria con i gas di scarico e il 15% rimanente per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Effetti sulla salute

L'intossicazione di tipo acuto è dovuta all'azione sul sistema nervoso centrale. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

A concentrazioni moderate i sintomi sono stordimento, eccitazione e pallore seguiti da debolezza, mal di testa, respiro affannoso, senso di costrizione al torace.

A livelli più elevati si registrano eccitamento, euforia e ilarità, seguiti da fatica e sonnolenza e, nei casi più gravi, arresto respiratorio, spesso associato a convulsioni muscolari e infine a morte.

Fra gli effetti a lungo termine vanno menzionati interferenze sul processo emopoietico (con riduzione progressiva di eritrociti, leucociti e piastrine) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Sono costituiti da due o più anelli aromatici condensati e derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche.

Zone di più probabile accumulo

Sono prodotti dalla combustione incompleta di materiale organico e derivano dall'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia, pertanto risultano presenti un po' ovunque.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali, riscaldamento domestico, combustione della legna.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Effetti sulla salute

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e quindi i tessuti. Oltre ad essere degli irritanti di naso, gola ed occhi sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. E' accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA a carico delle cellule del polmone, e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) (gli IPA sono stati inseriti nel gruppo 1 della classificazione IARC). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra BaP e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

IL LABORATORIO MOBILE

Il laboratorio mobile di Arpa Piemonte è un veicolo opportunamente attrezzato con una stazione meteorologica e con analizzatori dedicati alla misura in continuo di inquinanti chimici del tutto simili a quelli presenti nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA). Tale aspetto permette di effettuare un confronto diretto tra il sito di misura e le centraline fisse.



Figura 3: Mezzo mobile di Arpa Piemonte e strumentazione allestita

Gli analizzatori vengono costantemente controllati nei loro valori di ZERO e SPAN, con calibrazioni dinamiche multi punto e rispondono alle caratteristiche previste dalla normativa vigente, così come le modalità con le quali si effettuano i rilevamenti, in particolare:

PARAMETRO	PRINCIPIO DI MISURA	METODO DI RIFERIMENTO	STRUMENTO
PM10	Gravimetria	UNI EN 12341	PM10, CHARLIE HV TCR Tecora
Benzo(a)pirene	Analisi su particolato PM10 mediante GC-MS	ARPA U.RP.MA001 EN 15549 marzo 2008	-
As-Cd-Ni-Pb	Analisi su particolato PM10 mediante ICP- MS	ARPA U.RP.M429 UNI EN 14902/2005	-
NO2	Chemiluminescenza	UNI EN 14211:2005	Teledyne API 200E
O3	Assorbimento Ultravioletto	UNI EN 14625:2005	Teledyne API 400E
CO	Spettrometria IR non dispersiva	UNI EN 14626:2005	Teledyne API 300
SO2	Fluorescenza UV	UNI EN 141212:2005	Teledyne API 100E
Benzene	Gasromatografia (GC- PID)	UNI EN 14662:2005	GC 866 AIRTOXIC

Tabella 4: elenco strumentazione e principio di misura

OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio della qualità dell'aria è stato svolto da Arpa Piemonte, Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Est, su richiesta dell'Amministrazione Comunale, con lo scopo di valutare la situazione dell'inquinamento atmosferico della zona, anche in relazione alle possibili ricadute ambientali sul proprio territorio legate alle attività dell'aeroporto di Milano Malpensa. Presso il medesimo sito era stata effettuata un'analoga campagna di monitoraggio, nel periodo 01/09/2016 – 10/10/2016.

Si precisa che il monitoraggio svolto fornisce delle misurazioni indicative della qualità dell'aria ambiente, in relazione ai riferimenti normativi previsti dal D.Lgs.155/2010.

Le misurazioni indicative permettono di stimare i livelli degli inquinanti in aree non coperte dalle stazioni della rete fissa, descrivendo in modo puntuale la situazione di un limitato periodo di tempo e soggetta all'influenza delle condizioni meteo climatiche del periodo.

Il limitato periodo di misurazione della campagna, inoltre, non soddisfa appieno l'obiettivo di qualità dei dati relativo al periodo minimo di copertura del 14% (pari ad almeno 52 giorni, un giorno variabile di ogni settimana dell'anno, oppure otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno), come previsto dalla normativa al fine di evitare risultati non rappresentativi (D.Lgs. 155/2010 Allegato 1), ma permette comunque di effettuare considerazioni di tipo comparativo con le misurazioni rilevate nello stesso periodo, dalle stazioni fisse della Rete di Rilevamento Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA), nel caso specifico ubicate a Castelletto Ticino, Borgomanero, Oleggio, Novara-Roma, Novara-Verdi, Trecate e Cerano.

In Figura 4 sono visualizzate le stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento in provincia di Novara, prese a riferimento.

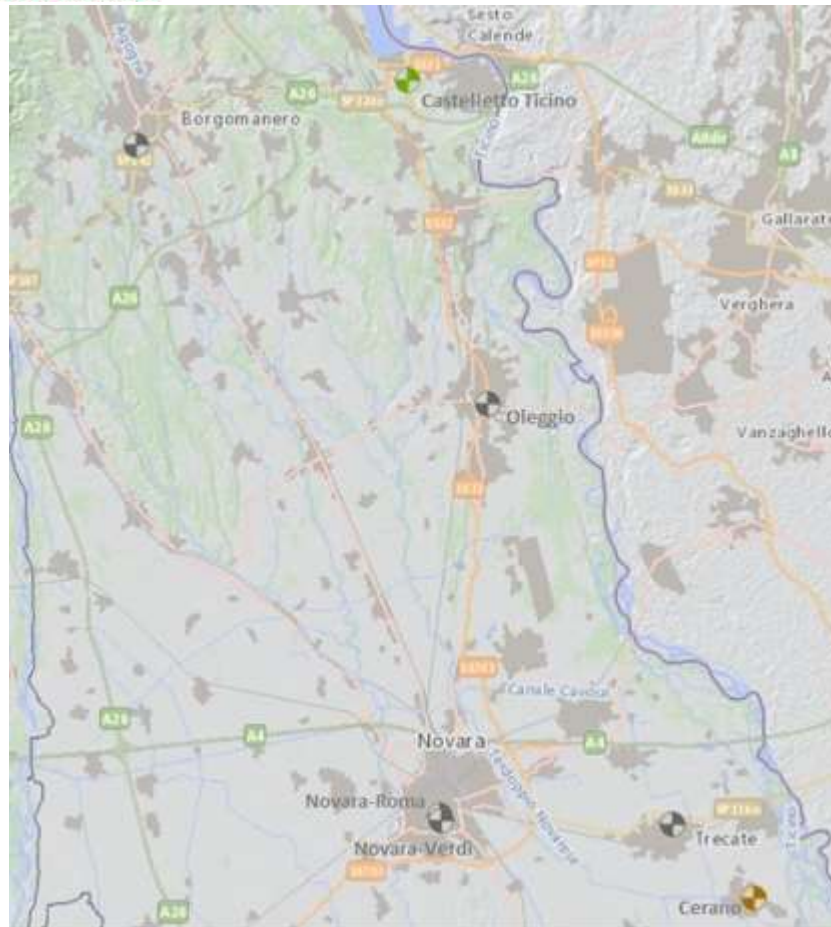


Figura 4: mappa con alcune stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria in provincia di Novara (fonte: Base topografica transfrontaliera Geoportale ARPA Piemonte)

● stazione suburbana ● stazione urbana ● stazione rurale

SITO DI MISURA

Il sito di misura è localizzato in Comune di Varallo Pombia, Via Caccia n. 25 e l'attività di monitoraggio è stata effettuata dal 29/10/2018 al 10/01/2019.

Il territorio comunale si estende per circa 13,6 Km² per un'altitudine media di 300 m s.l.m.; presenta una densità abitativa di circa 361 ab/Km² e una popolazione di poco inferiore ai 5000 abitanti (ab. 4922 Istat 2018).

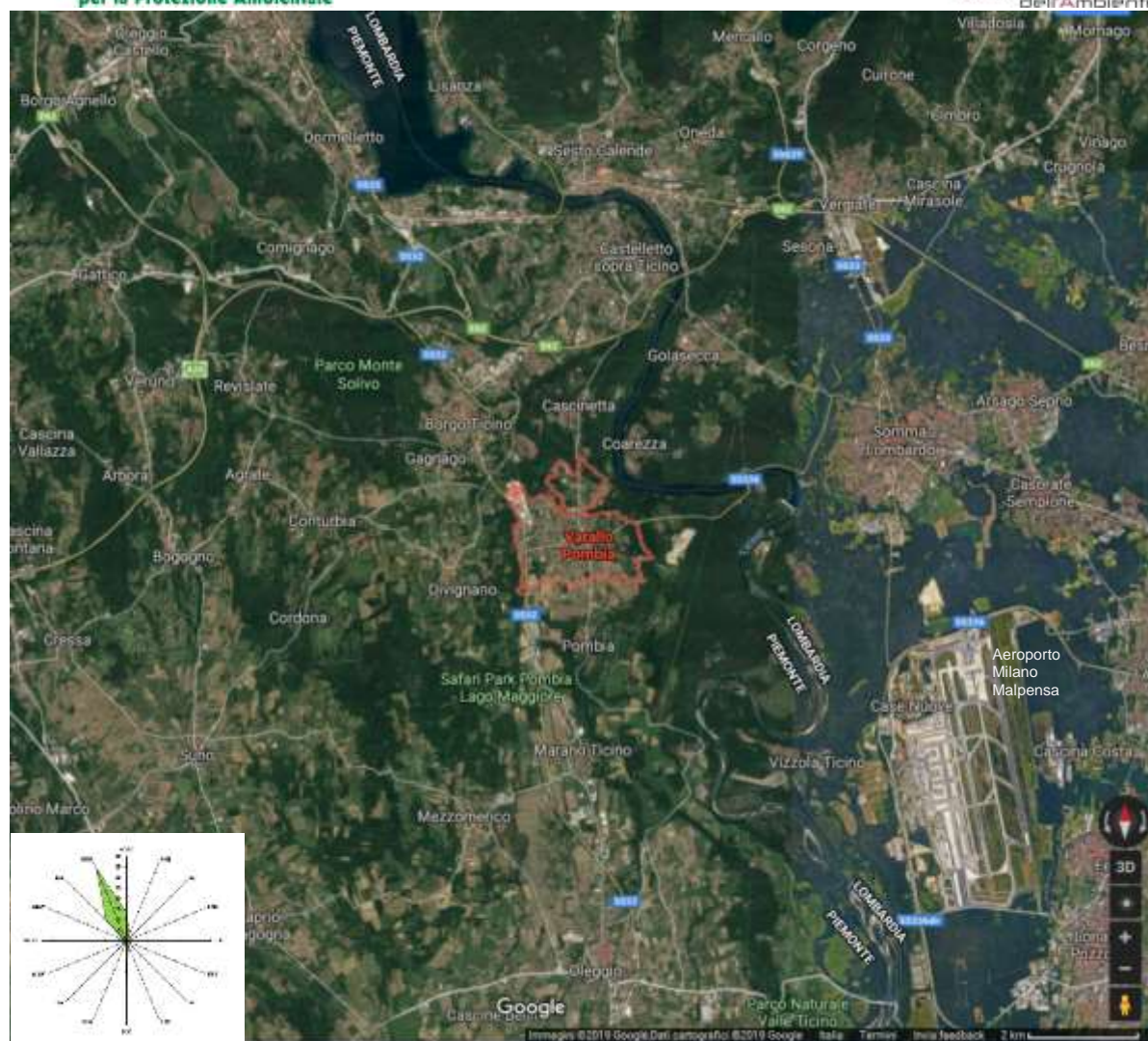


Figura 5: Contesto territoriale (fonte Google Maps).

Le stazioni di misura della qualità dell'aria sono classificate a seconda della tipologia e delle caratteristiche della zona dove sono ubicate; il sito di monitoraggio può essere assimilato a una stazione di misurazione di traffico, di tipo urbana, a carattere prevalentemente residenziale/commerciale.

In tabella 5 si riporta sinteticamente la classificazione delle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della qualità dell'aria prese a riferimento e del sito di misura.

Sito	Tipo di stazione	Tipo di zona	Caratterizzazione della zona	Coordinate UTM WGS84	Distanza in linea d'aria sito
Varallo Pombia - MM	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X= 471109 Y= 5057081	
Castelletto Ticino-Fontane	Fondo	Rurale	Agricola	X: 469048 Y: 5062296	ca. 5,6 Km
Oleggio-Gallarate	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 472317 Y: 5048945	ca. 8,2 Km

Borgomanero-Molli	Traffico	Urbana	Residenziale	X: 457832 Y: 5059686	ca. 13,5 Km
Novara-Roma	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 470256 Y: 5031939	ca. 25,2 Km
Novara-Verdi	Fondo	Urbana	Residenziale	X: 470327 Y: 5031713	ca. 25,3 Km
Trecate-Verra	Fondo	Urbana	Residenziale	X: 470327 Y: 5031713	ca. 27 Km
Cerano-Bagno	Fondo	Suburbana	Residenziale	X: 483279 Y: 5028490	ca. 31,2 Km

Tabella 5: classificazione delle stazioni secondo Criteria for EUROAIRNET e la Decisione 2001/752/CE



Figura 6: sito di monitoraggio Varallo Pombia – Via Caccia (fonte: Google Earth Pro)

RISULTATI

I valori rilevati nel sito oggetto di indagine sono riferiti e organizzati in grafici e tabelle, suddivisi per parametro. I dati elaborati sono messi a confronto con i dati delle stazioni fisse della Rete Regionale, selezionate in funzione del parametro considerato, in base agli analizzatori presenti e alla tipologia di stazione (classificazione).

Il giorno del posizionamento del Laboratorio Mobile sono stati effettuati sulla strumentazione improrogabili lavori di manutenzione straordinaria, pertanto gli analizzatori sono stati messi in funzione il giorno successivo e di conseguenza i dati elaborati per quasi tutti gli inquinanti sono riferiti al periodo 31/10/2018 – 09/01/2019, in quanto si considerano solo le giornate di campionamento complete; fanno eccezione le polveri sottili PM10 disponibili nel periodo 30/10/2019-04/01/2019 e il parametro biossido di zolfo che a causa di un malfunzionamento dell'analizzatore ha fornito dati validi solo dal 22/11/2018 al 09/01/2019.

Il confronto con limiti normativi annuali, dove riportato, viene fatto a solo scopo indicativo, in quanto non è corretto riferire valori ottenuti su un periodo di tempo limitato con limiti prescrittivi annuali.

Biossido di Zolfo (SO₂)

I valori di biossido di zolfo (SO₂), misurati con il laboratorio mobile, presentano una concentrazione media giornaliera di 4 µg/m³ (Tabella 6), con una massima media oraria di 12 µg/m³, registrata il 26/11/2018 alle ore 19:00.

Le concentrazioni misurate risultano più basse di quelle rilevate presso le altre stazioni della rete regionale prese a riferimento, considerando però che il numero esiguo di dati raccolti ne compromette in parte la rappresentatività (figure 7 e 8).

L'inquinante non presenta particolari variazioni negli andamenti settimanali e giornalieri (figure 9, 10 e 11).

In generale, l'inquinante non evidenzia criticità attestandosi molto al di sotto dei limiti previsti dalla normativa, con valori prossimi ai limiti di rilevabilità strumentale.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Novara- Roma	Treocate	Cerano
Minima media giornaliera	2	12	13	12
Massima media giornaliera	10	18	27	27
Media delle medie giornaliere:	4	14	19	19
Giorni validi	41	71	71	71
Percentuale giorni validi	58%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	4	14	19	19
Massima media oraria	12	29	50	52
Ore valide	1011	1700	1698	1695
Percentuale ore valide	59%	100%	100%	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0	0	0	0

Tabella 6: reportistica Biossido di Zolfo

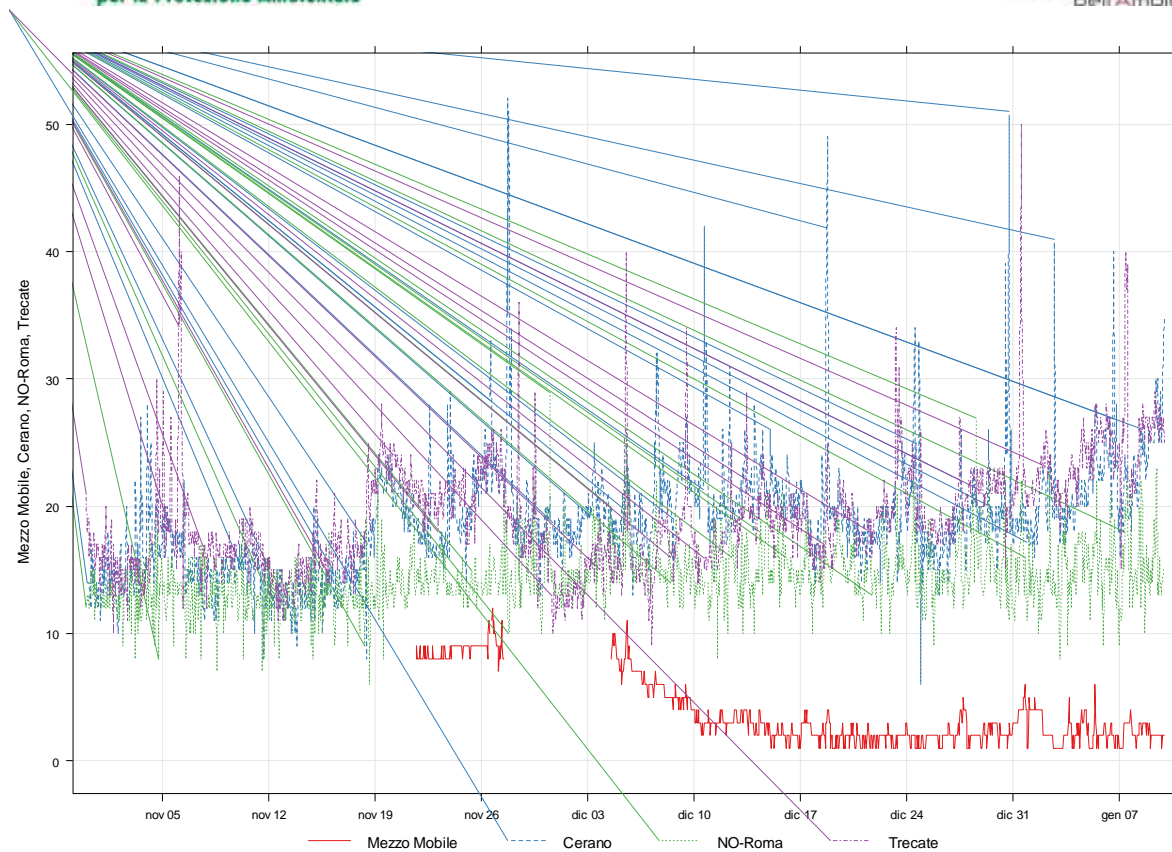


Figura 7: confronto delle medie orarie di Biossido di Zolfo

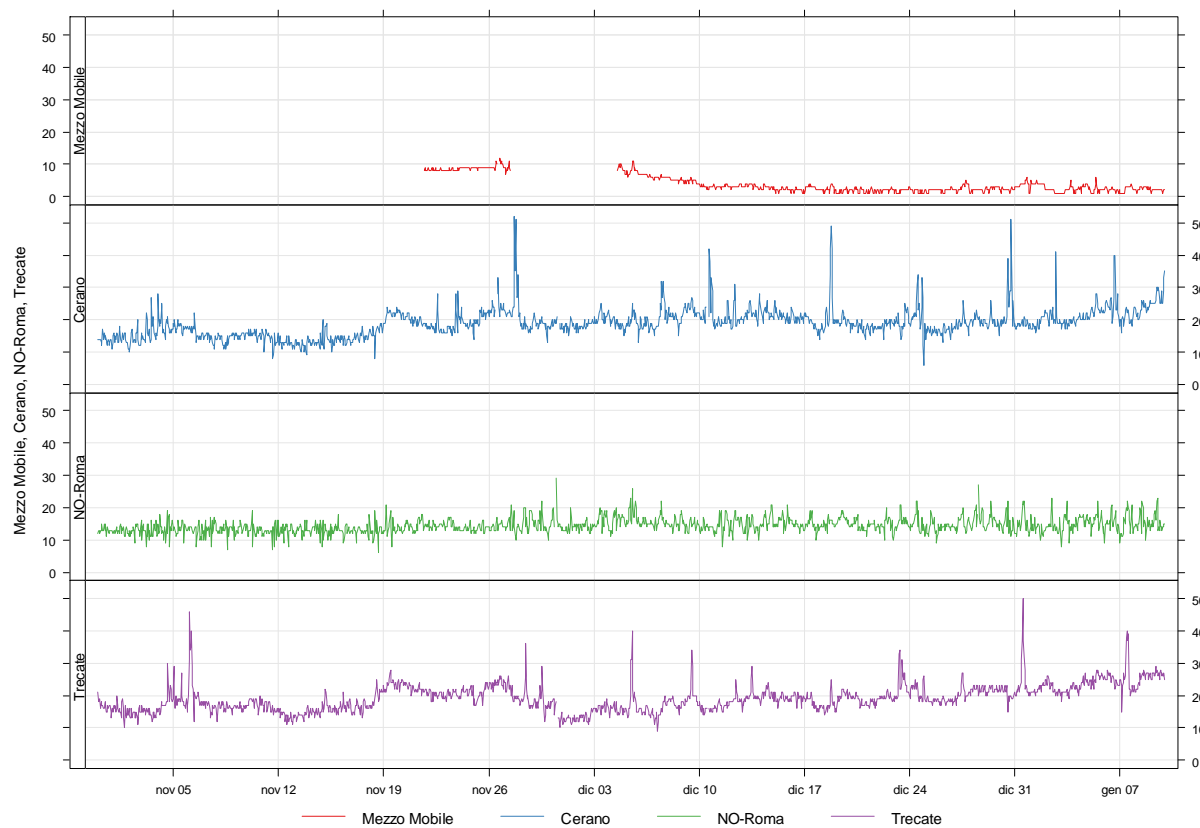


Figura 8: confronto delle medie orarie di Biossido di Zolfo

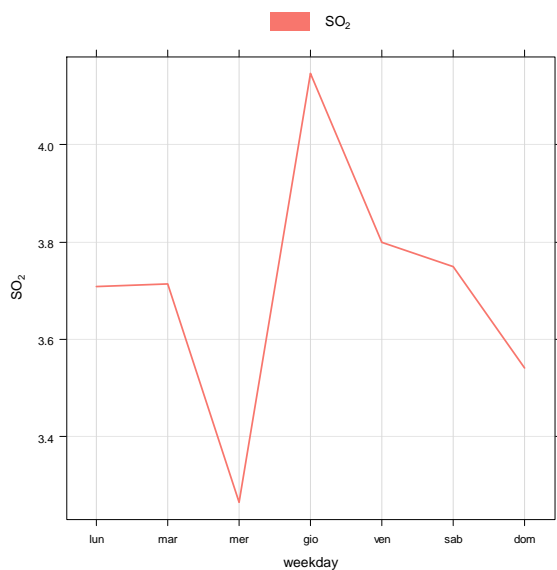


Figura 9: settimana tipo - Biossido di Zolfo

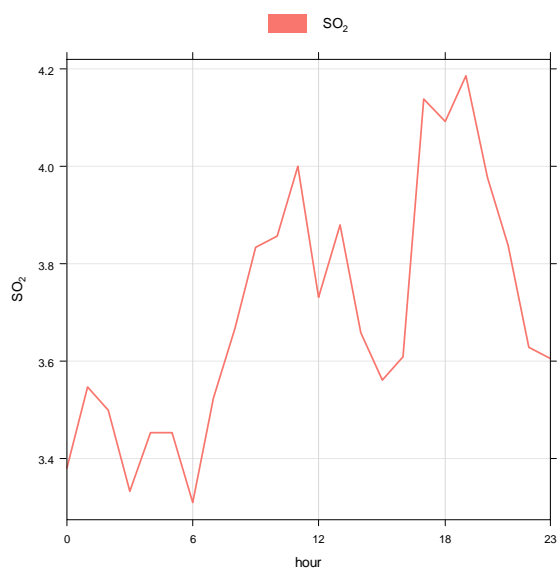


Figura 10: giorno tipo - Biossido di Zolfo

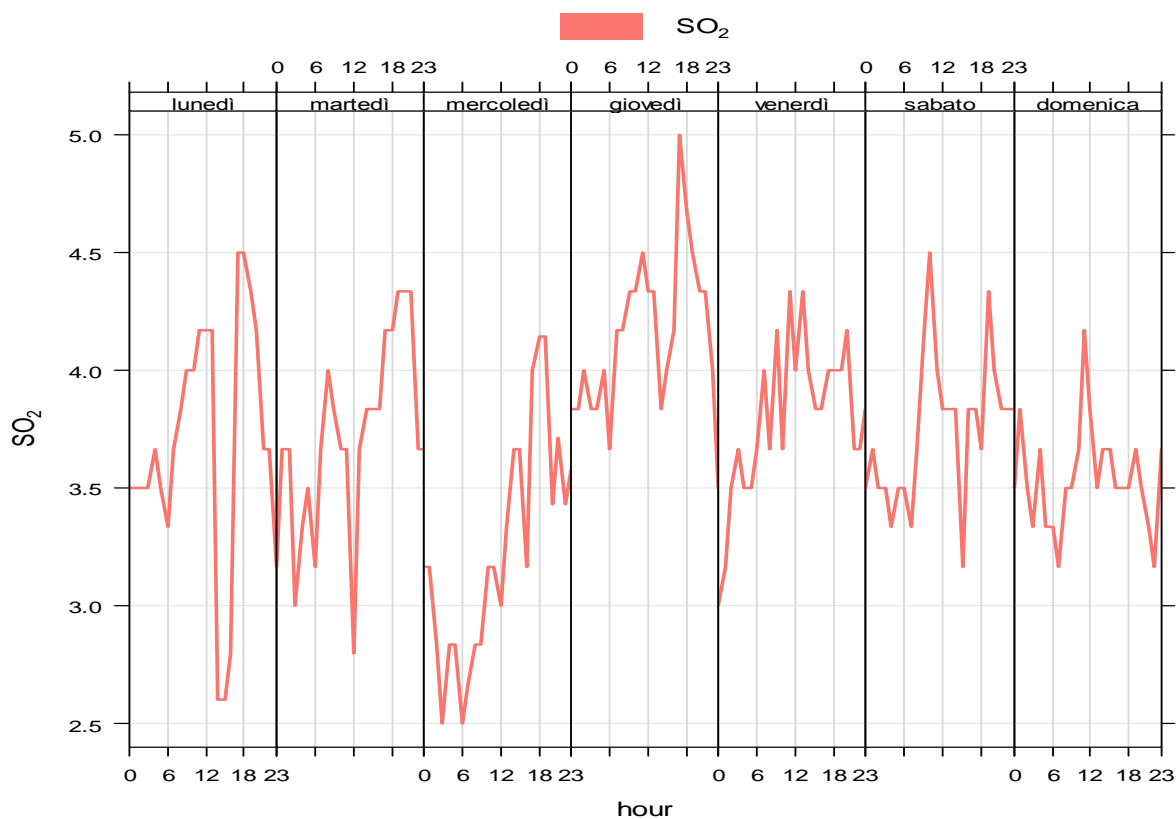


Figura 11: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Biossido di Zolfo

Biossido di Azoto (NO₂)

Le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) rilevate presso il sito di monitoraggio, presentano valori medi giornalieri pari a 41 µg/m³ (Tabella 7), con una massima media giornaliera di 71 µg/m³ registrata il 08/01/2019; il massimo valore orario raggiunto è stato di 130 µg/m³ (07/01/2019 ore 19:00) a fronte di un limite previsto dalla normativa di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile. Dato il breve periodo di monitoraggio non è possibile fare valutazioni rispetto al limite annuale di 40 µg/m³.

Il sito presenta concentrazioni medie orarie tra le più alte delle stazioni messe a confronto, come si evidenzia nei grafici di figura 12, 13 e 14. Le concentrazioni misurate risultano confrontabili con gli andamenti delle stazioni della RRQA classificate di traffico di Oleggio e Novara-Roma e con la stazione di fondo urbana di Trecate.

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di biossido di azoto, presenta i valori maggiori nelle ore centrali del mattino e della sera, trovando corrispondenza con l'andamento del traffico veicolare e l'accensione degli impianti termici (figure 16 e 17).

L'andamento settimanale mostra un evidente decremento delle concentrazioni la domenica (figure 15 e 17).

Al fine di semplificare la visualizzazione degli andamenti dell'inquinante nelle stazioni messe a confronto, si riportano i grafici box-plot (figura 18) delle medie orarie. I grafici descrivono in modo sintetico la distribuzione dei dati raccolti durante la campagna (1696 per il Mezzo Mobile e tra 1695 e 1699 per le stazioni di confronto): il 50 % delle osservazioni sono rappresentate dalla scatola, i cui estremi sono costituiti dal primo e terzo quartile (distanza interquartile), che è una misura della dispersione della distribuzione; il segmento che la divide rappresenta la mediana (secondo quartile), che coincide con la media quando la distribuzione dei dati è simmetrica; i segmenti che escono dalla scatola (baffi) sono delimitati dal minimo e massimo della distribuzione (range interquartile), mentre i valori esterni a questi limiti sono individuati come anomali (outliers) rispetto alla maggior parte dei dati osservati. Dal grafico si evince la maggior similitudine nella distribuzione delle concentrazioni di biossido di azoto monitorate nel sito di indagine e nella stazione di traffico di Oleggio.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Castelletto Ticino	Borgoma-nero	Oleggio	NO-Roma	NO-Verdi	Trecate	Cerano
Minima media giornaliera	14	9	13	12	23	16	21	16
Massima media giornaliera	71	48	58	71	64	62	67	58
Media delle medie giornaliere:	41	28	34	40	45	37	41	36
Giorni validi	71	71	71	71	71	71	71	71
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	41	28	34	40	45	37	41	36
Massima media oraria	130	75	101	122	99	77	97	95
Ore valide	1696	1699	1698	1698	1698	1698	1698	1695
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0

<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 7: reportistica Biossido di Azoto

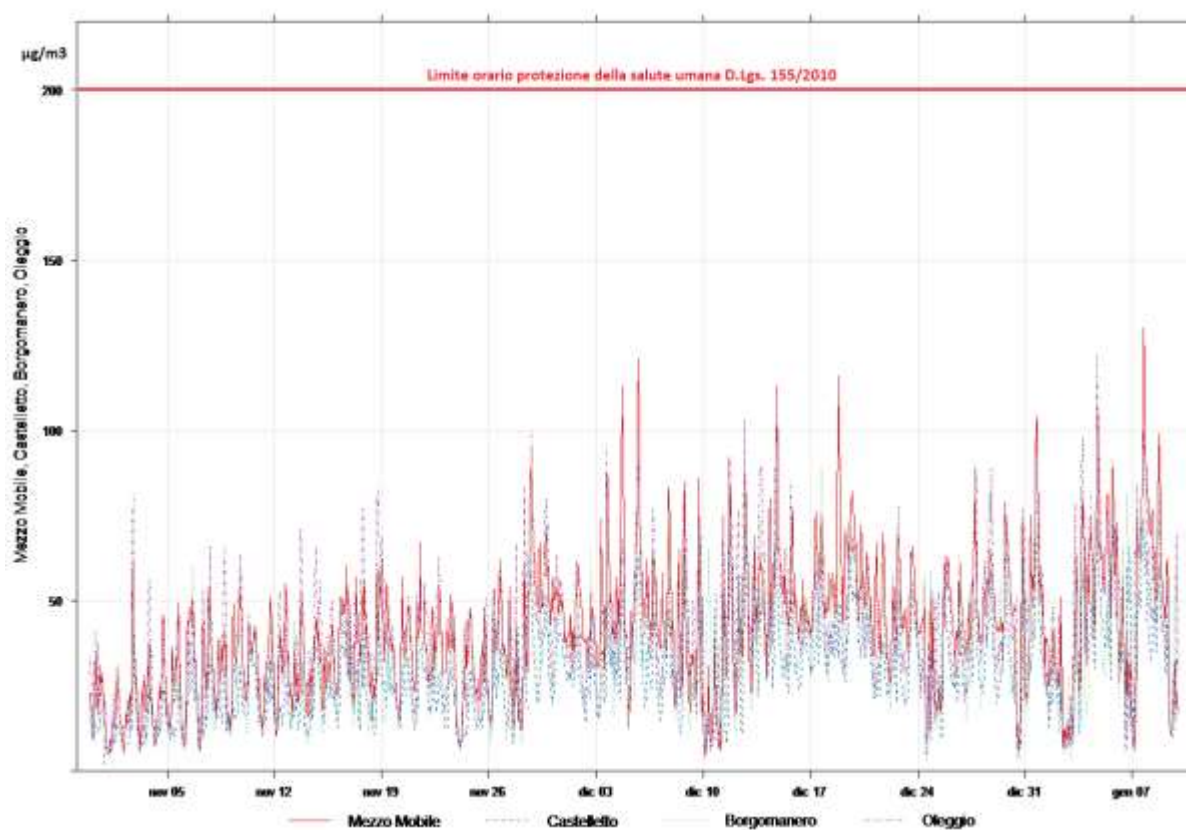


Figura 12: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

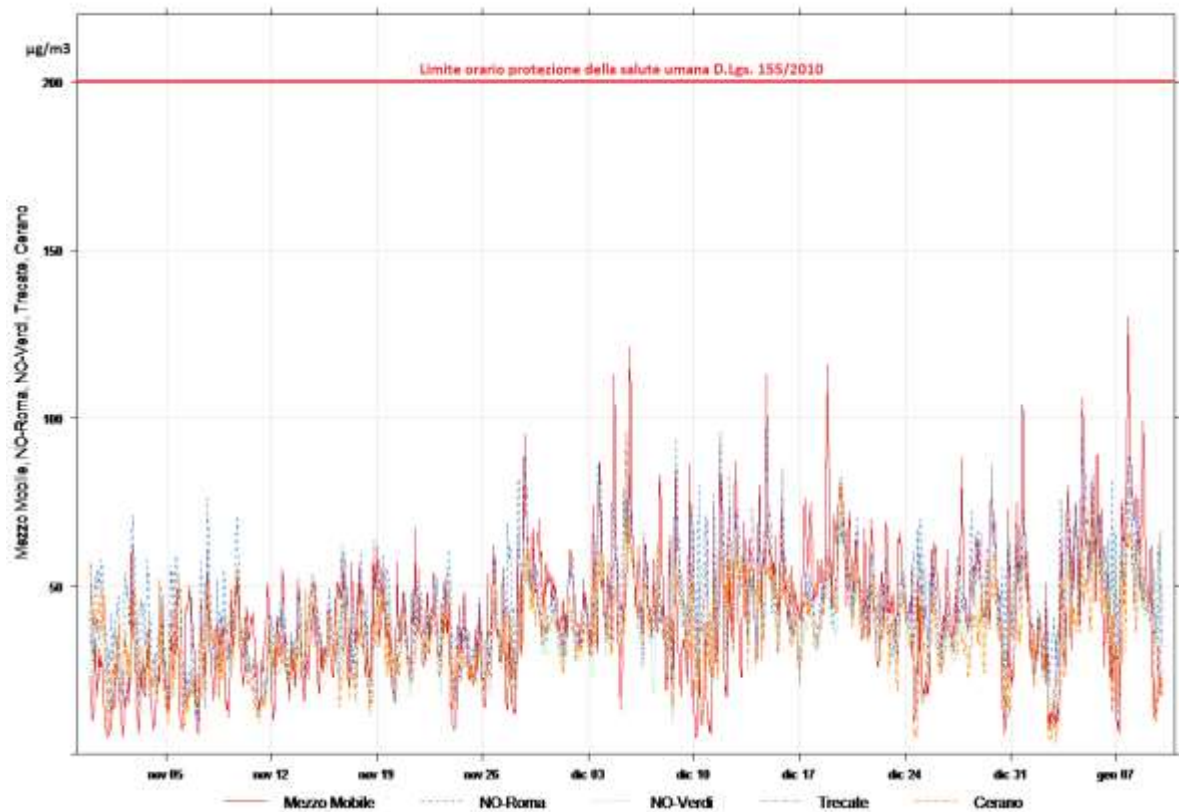


Figura 13: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

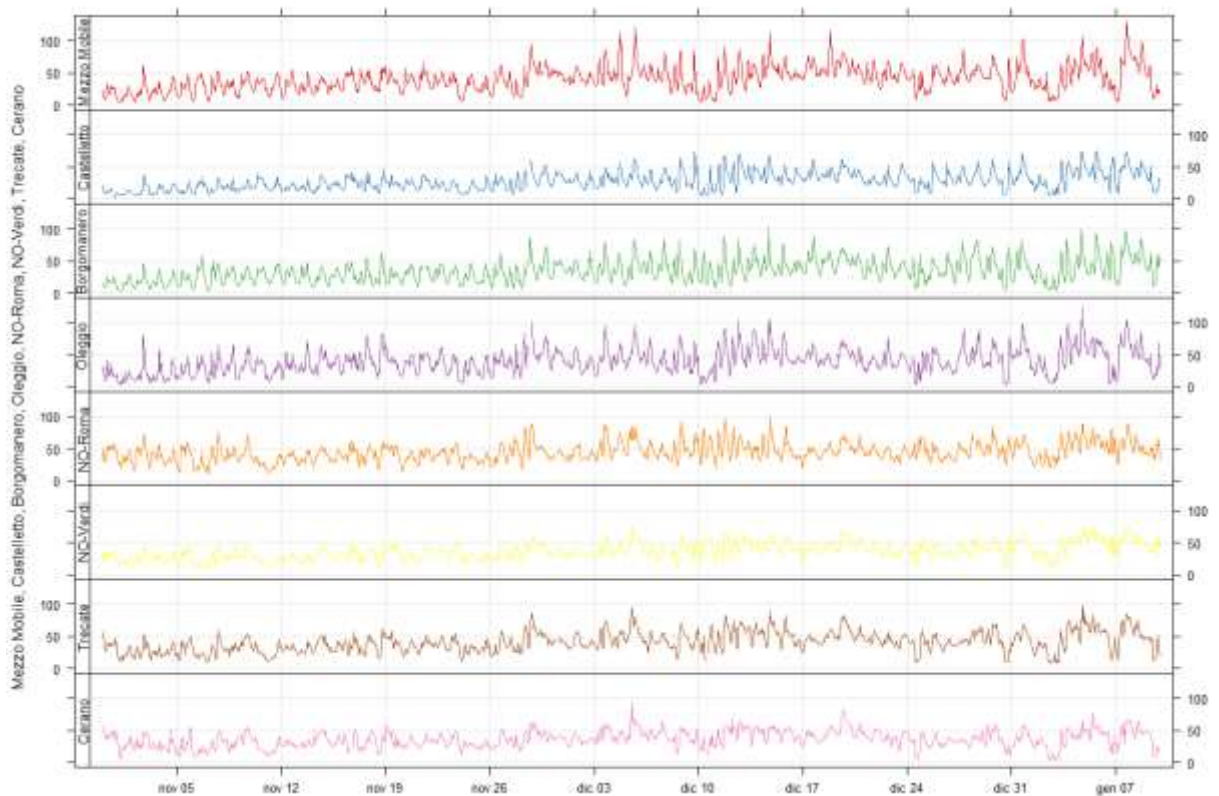


Figura 14: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

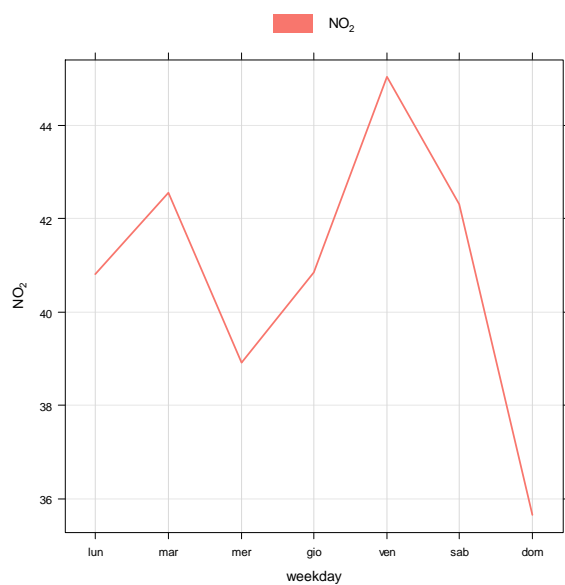


Figura 15: settimana tipo – Biossido di Azoto

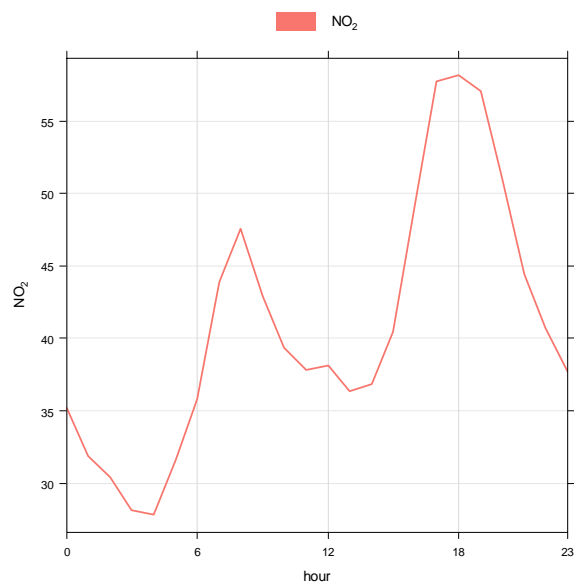


Figura 16: giorno tipo – Biossido di Azoto

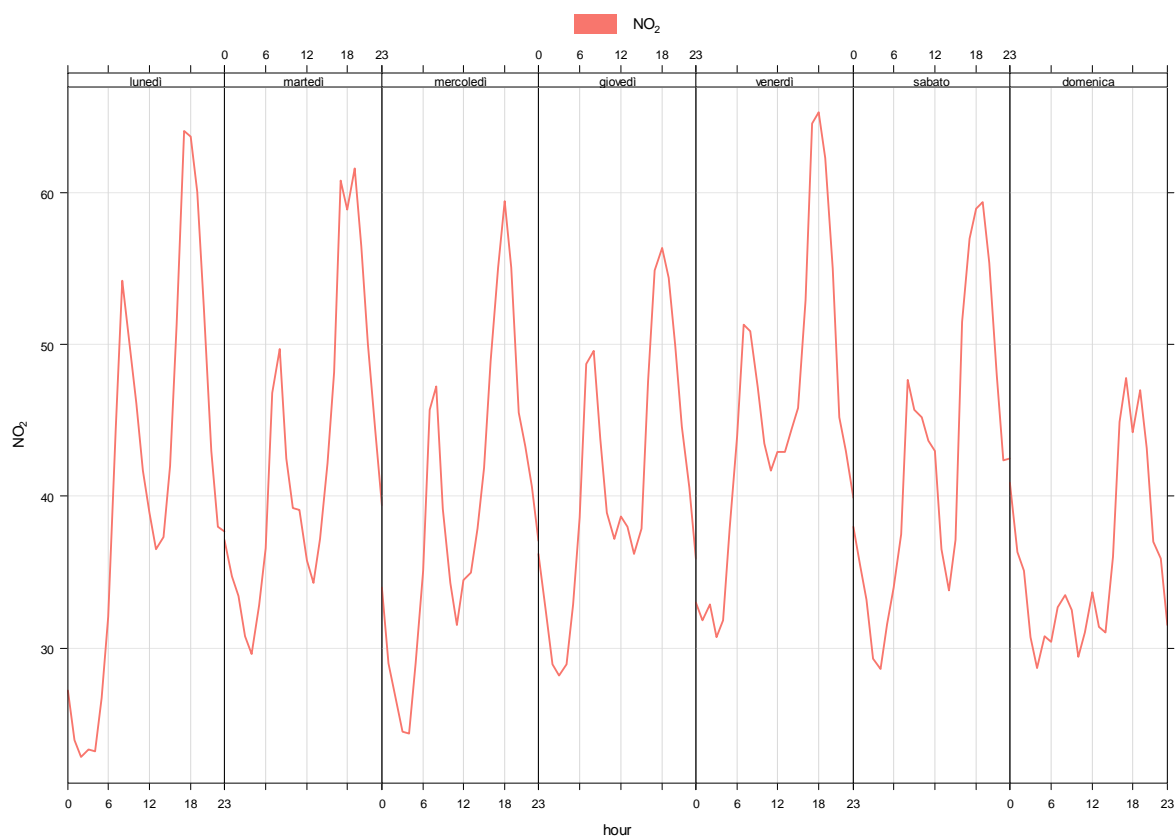


Figura 17: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Biossido di Azoto

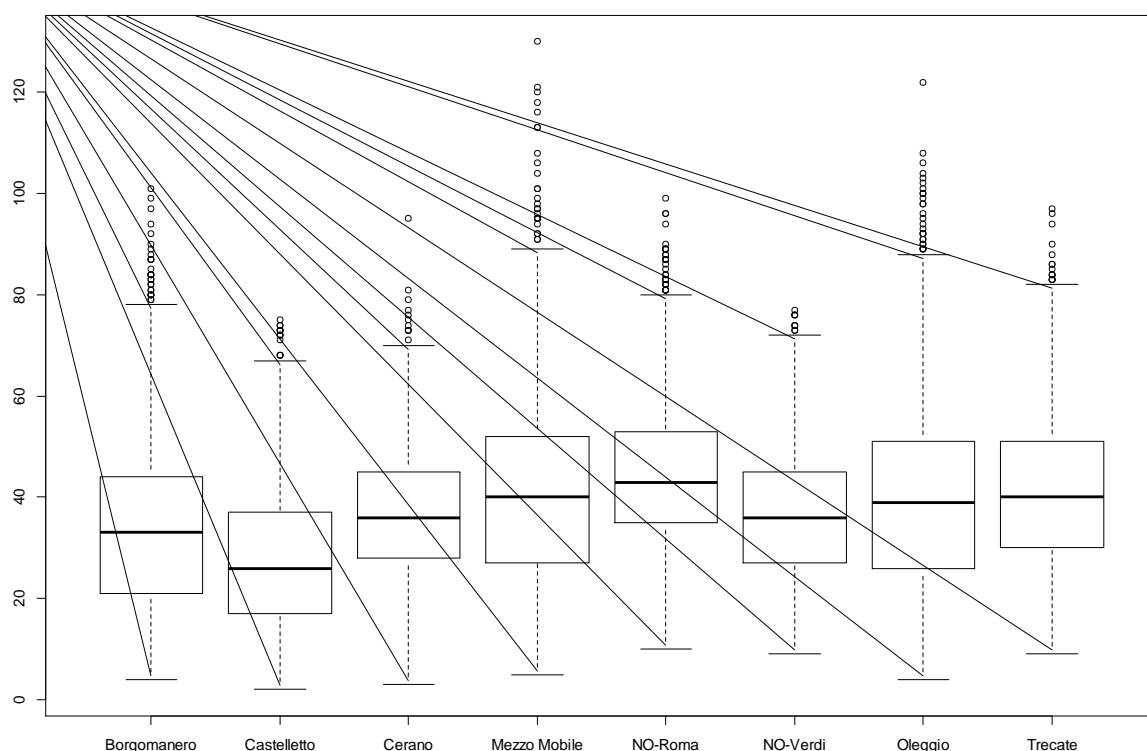


Figura 18: Box Plot Biossido di Azoto

Monossido di Azoto (NO)

Il monossido di azoto non è soggetto a limiti normativi in quanto, alle concentrazioni tipiche dell'aria ambiente, non provoca effetti dannosi alla salute e all'ambiente; viene monitorato per il calcolo degli NOx totali e per il fatto che per ossidazione si trasforma in biossido di azoto, con il quale costituisce un precursore dell'ozono e del particolato di origine secondaria.

Le concentrazioni rilevate presso il sito di monitoraggio, presentano valori medi giornalieri pari a $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 8) e una massima media giornaliera di $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il massimo valore orario raggiunto è stato di $270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 07/01/2019 alle ore 19:00.

Il sito presenta concentrazioni medie orarie confrontabili con gli andamenti delle stazioni di fondo urbane di Novara-Verdi e Trecate (figure 19, 20, 21 e 25).

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di monossido di azoto presenta, come per il biossido, i valori maggiori nelle ore centrali della giornata (figure 23 e 24), con valori massimi in corrispondenza delle ore in cui il traffico è più intenso.

L'andamento settimanale conferma un decremento delle concentrazioni la domenica (figure 22 e 24), come già evidenziato per il biossido di azoto.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Castelletto Ticino	Borgoma- nero	Oleggio	NO- Roma	NO- Verdi	Trecate	Cerano
Minima media giornaliera	7	2	2	4	8	3	3	4
Massima media giornaliera	105	82	67	148	121	114	110	94
Media delle medie giornaliere:	37	23	29	58	46	34	31	24
Giorni validi	71	71	71	71	71	71	71	71
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	36	23	29	58	46	34	31	24
Massima media oraria	270	192	245	465	287	244	220	186
Ore valide	1696	1699	1698	1698	1698	1698	1698	1695
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%

Tabella 8: reportistica Monossido di Azoto

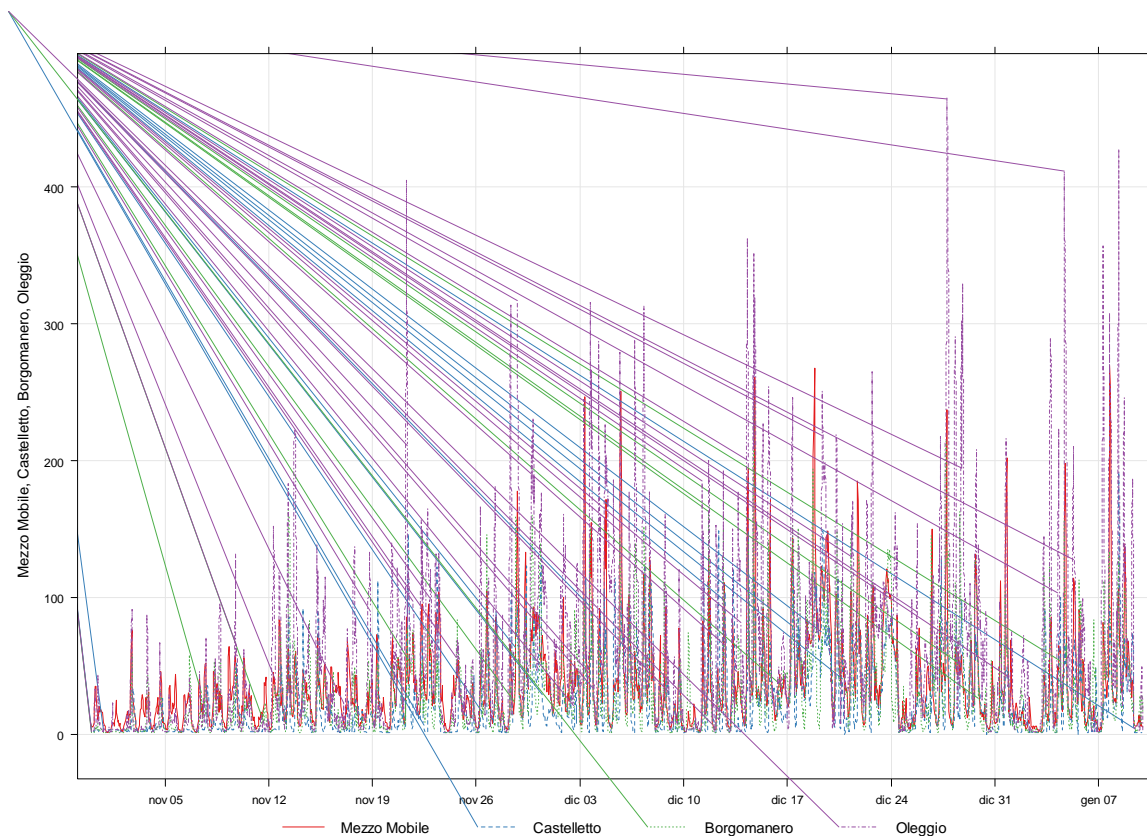


Figura 19: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto

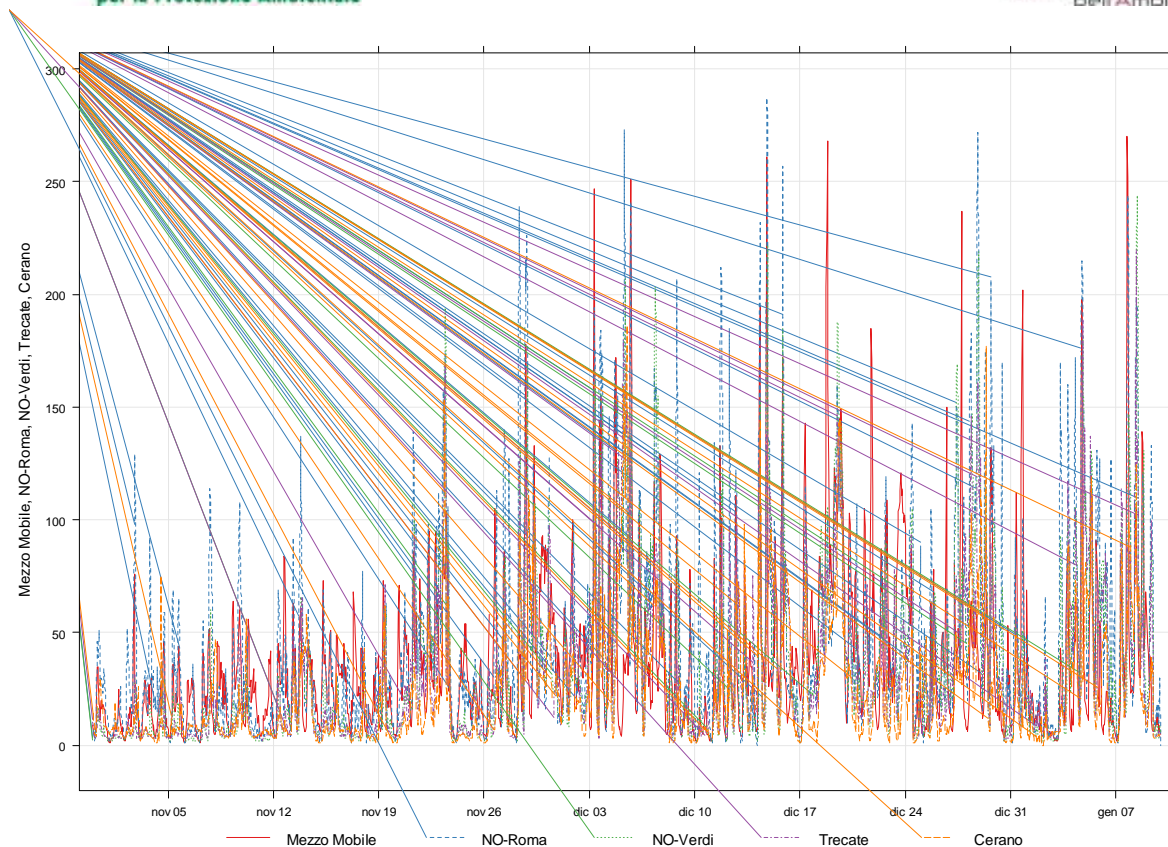


Figura 20: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto



Figura 21: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto

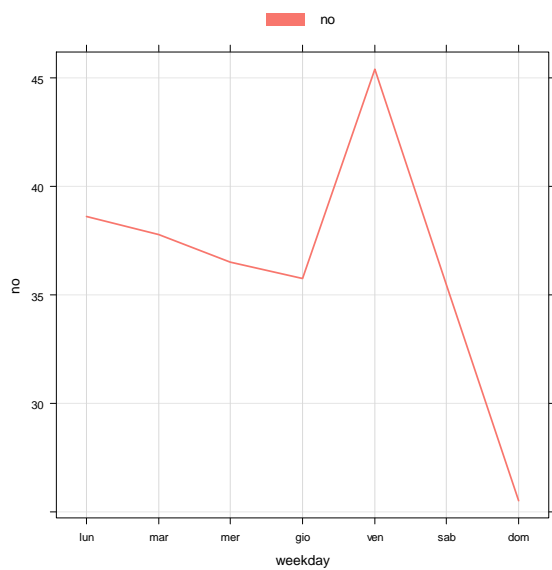


Figura 22: settimana tipo – Monossido di Azoto

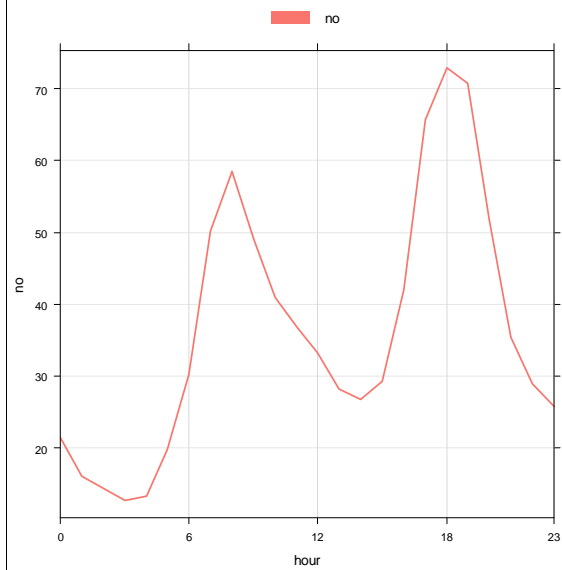


Figura 23: giorno tipo – Monossido di Azoto

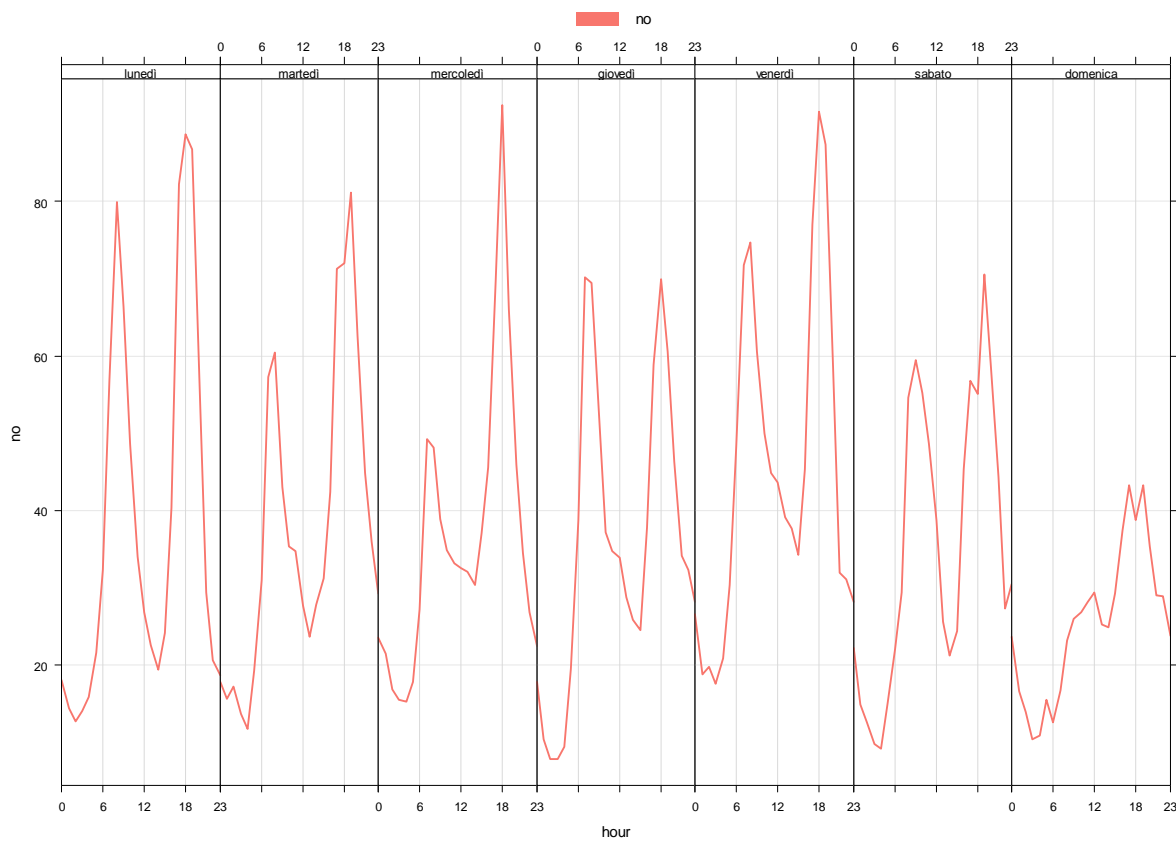


Figura 24: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Azoto

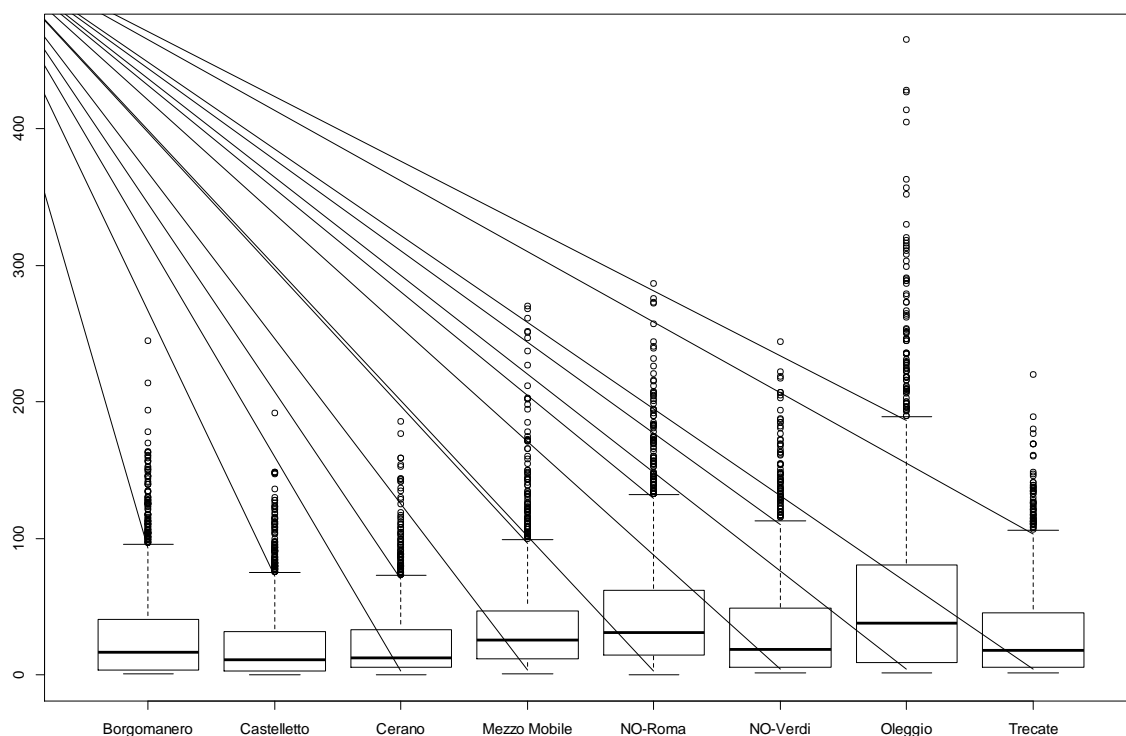


Figura 25: Box Plot Monossido di Azoto

Ozono (O₃)

Le concentrazioni di ozono rilevate durante la campagna di monitoraggio sono risultate basse, presentando l'andamento tipico della stagione invernale, caratterizzata da debole irraggiamento solare e temperature basse. Non sono stati quindi registrati superamenti del limite di protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - media mobile 8 h – figura 28), della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La massima media oraria del periodo è stata di $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e il massimo delle medie di 8 ore è risultato di $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabella 9), registrati il giorno 30/12/2018.

I valori mediamente più alti, registrati presso il sito di monitoraggio e, in particolare, presso la stazione di Castelletto Ticino, rispetto alla stazione di Novara-Verdi (figure 26, 27 e 33), sono spiegabili dalle complesse dinamiche di trasformazione, peculiari di questo inquinante, che tipicamente nelle aree urbane presenta processi di formazione e trasformazione molto rapidi, nei quali hanno un ruolo determinante i precursori, in particolare gli ossidi di azoto, che in condizioni di scarso irraggiamento solare e temperature basse, tipiche della stagione invernale, favoriscono la rimozione dell'ozono dall'atmosfera urbana.

Generalmente le maggiori concentrazioni di ozono si rilevano proprio nelle aree suburbane e rurali, dove risultano determinanti i fenomeni di trasporto sulle lunghe distanze e la minor presenza di monossido di azoto limita i fenomeni di rimozione.

L'andamento dell'inquinante, visualizzato come settimana tipo (figure 29 e 31), mette in evidenza una diminuzione dell'inquinante il venerdì, giorno in cui si registrano le

maggiori concentrazioni di biossido e monossido di azoto che, come detto, ne favoriscono la rimozione.

L'andamento giornaliero risulta tipico e coerente con l'innalzarsi delle temperature e della radiazione solare nelle ore centrali della giornata (figure 30 e 31).

Le interazioni tra le concentrazioni di ozono e dei suoi precursori, quali monossido e biossido di azoto, sono ben evidenziate nel grafico di figura 32, come andamento medio orario in relazione al giorno della settimana.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Castelletto Ticino	NO-Verdi
Minima media giornaliera	2	8	2
Massima media giornaliera	60	67	32
Media delle medie giornaliere:	17	23	8
Giorni validi	71	71	71
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%
Media dei valori orari	17	23	8
Massima media oraria	85	91	68
Ore valide	1694	1694	1699
Percentuale ore valide	99%	99%	100%
Minimo medie 8 ore	1	7	1
Media delle medie 8 ore	17	23	8
Massimo medie 8 ore	76	87	61
Percentuale medie 8 ore valide	99%	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0	0

Tabella 9: reportistica Ozono

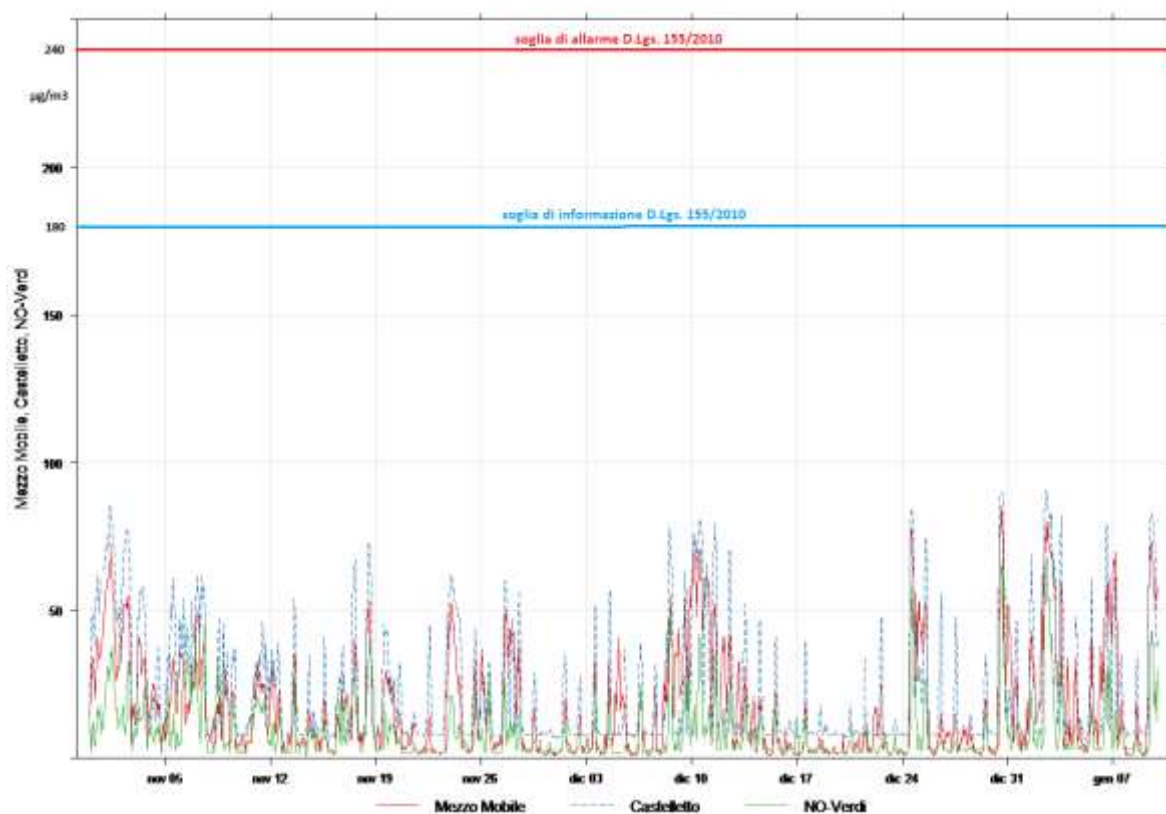


Figura 26: confronto delle medie orarie di Ozono

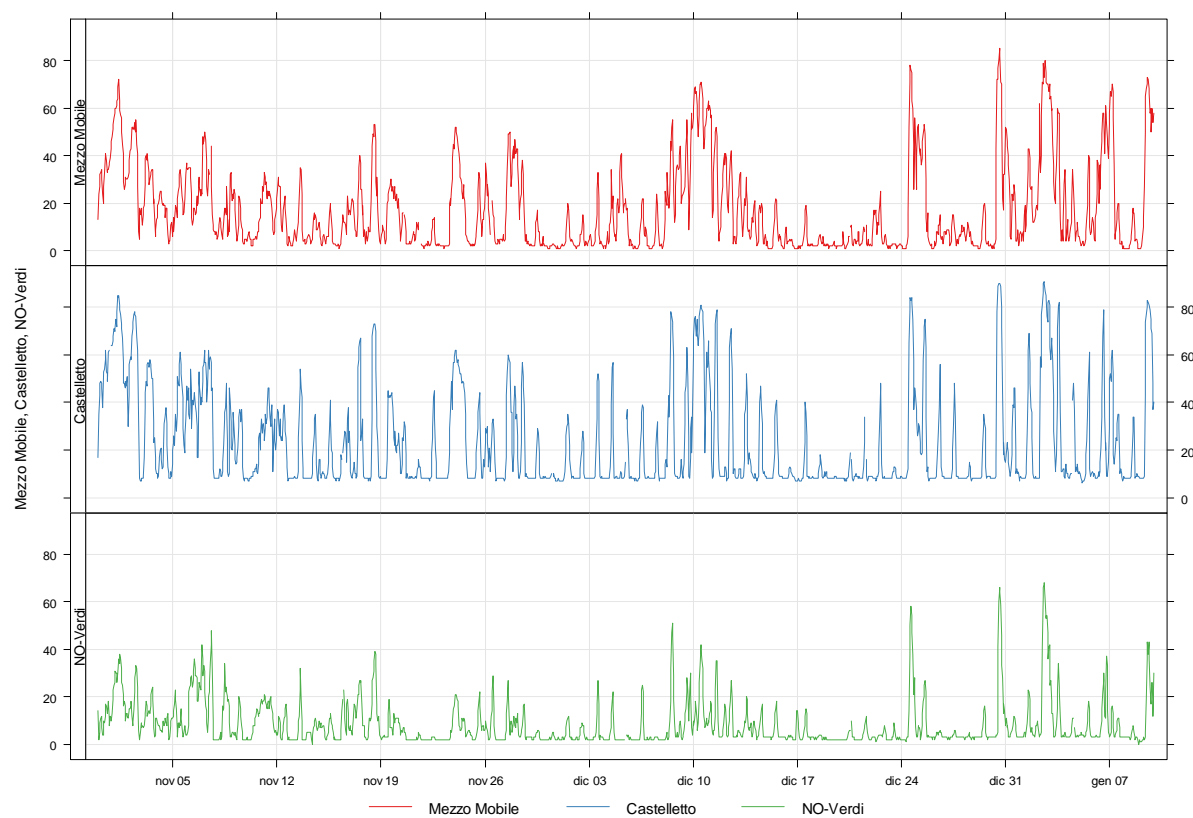


Figura 27: confronto delle medie orarie di Ozono

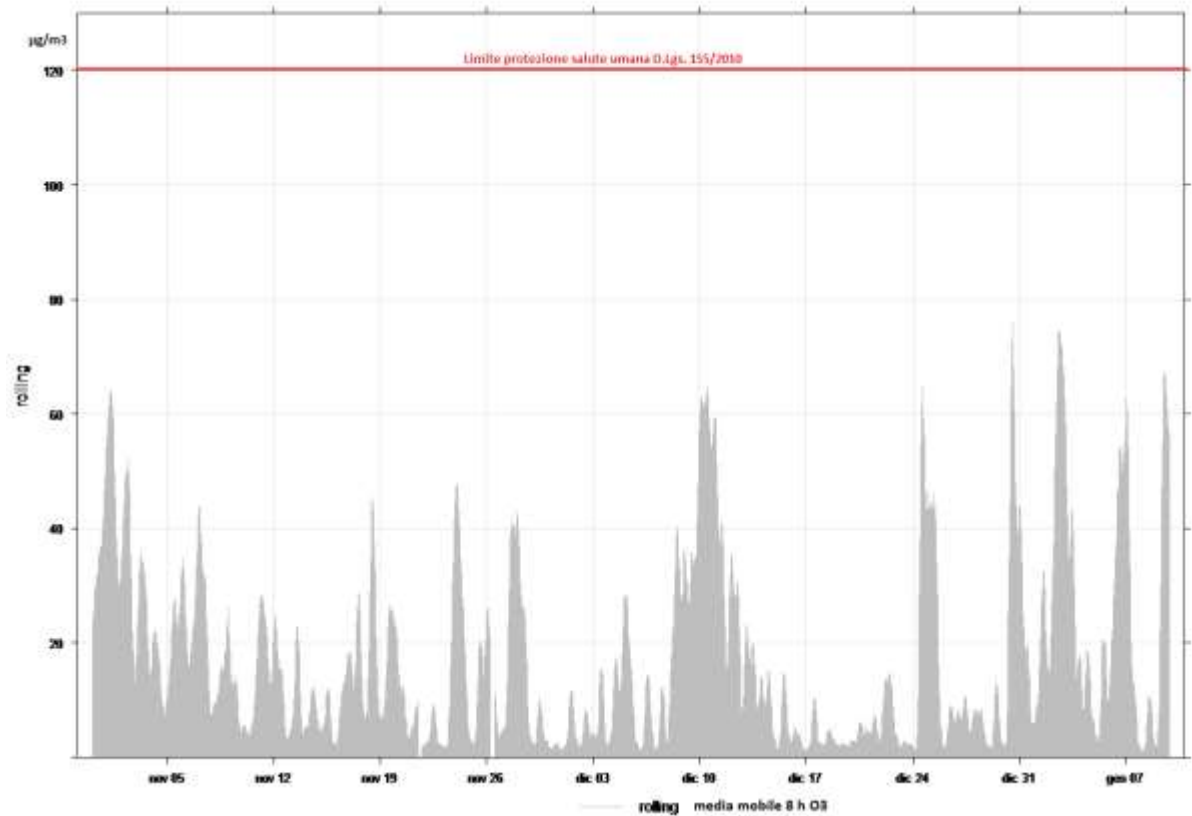


Figura 28: medie mobili otto ore Ozono

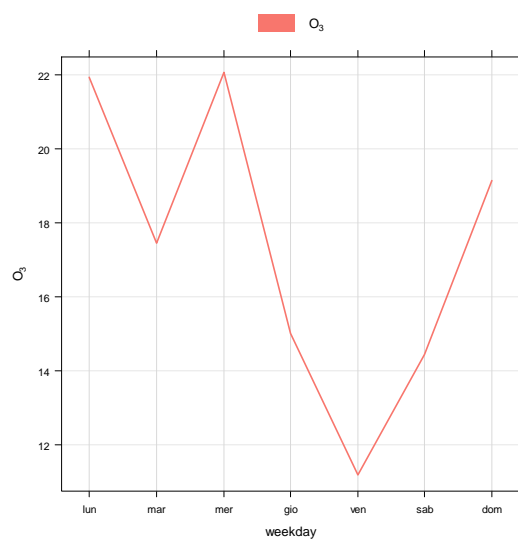


Figura 29: settimana tipo – Ozono

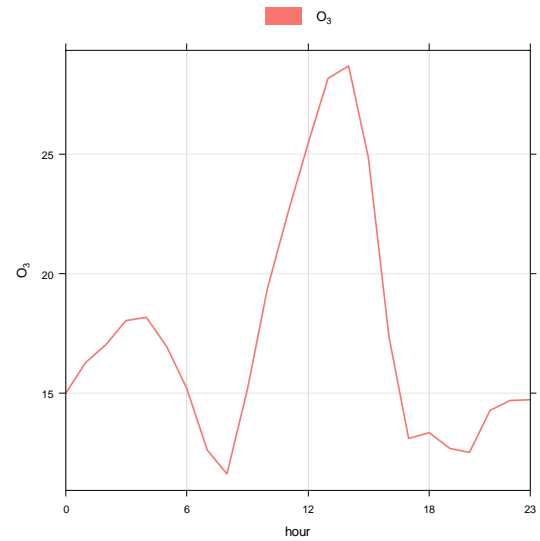


Figura 30: giorno tipo – Ozono

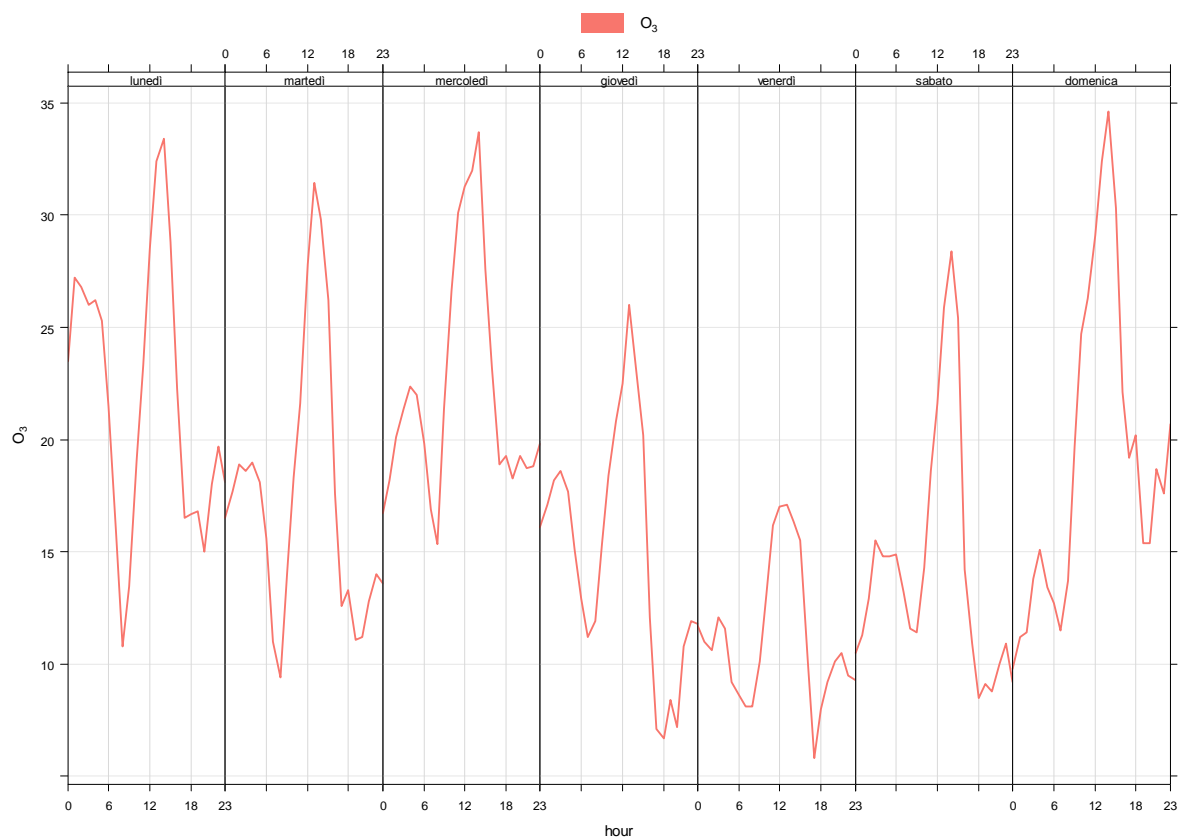


Figura 31: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Ozono

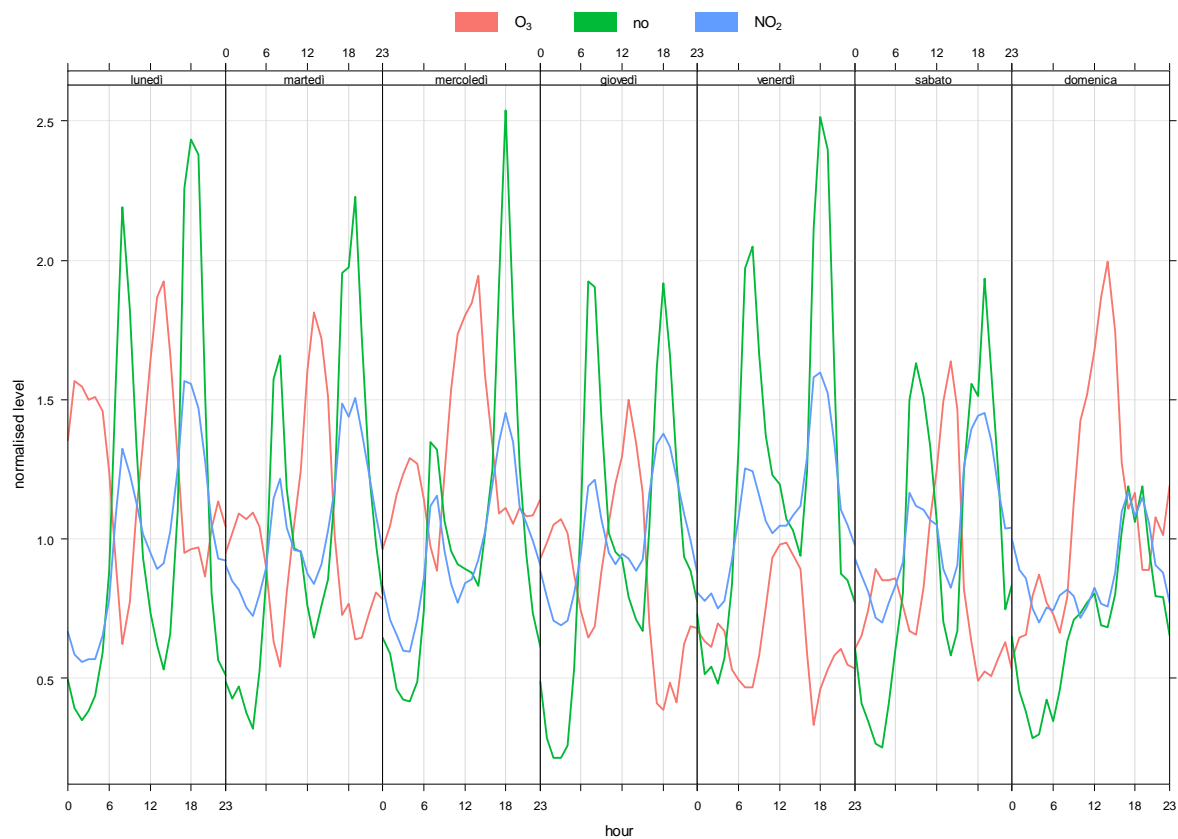


Figura 32: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Confronto Ozono, NO e NO₂ – valori normalizzati

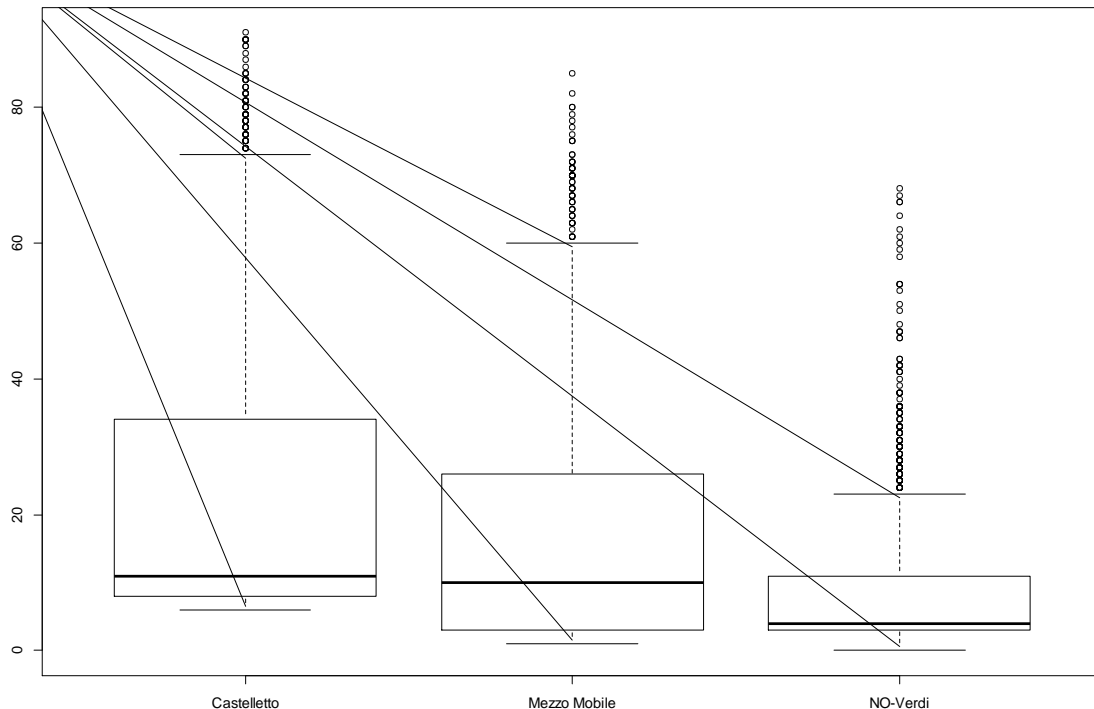


Figura 33: Box Plot Ozono

Monossido di Carbonio (CO)

Le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate con il laboratorio mobile, presentano valori medi giornalieri di $0,6 \text{ mg/m}^3$ (Tabella 10), con una massima media oraria di $2,5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$, registrata il 18/12/2018 alle ore 19:00.

Il valore massimo delle medie di 8 ore è risultato pari a $1,8 \text{ mg/m}^3$, risultando in linea con le stazioni messe a confronto.

L'inquinante presenta concentrazioni decisamente inferiori rispetto al limite previsto dalla normativa a protezione della salute umana, fissato a 10 mg/m^3 , ed espresso come media massima giornaliera calcolata su 8 ore (media mobile 8 ore – figura 36).

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di monossido di carbonio, considerato un tracciante del traffico veicolare, evidenzia gli apporti maggiori nelle ore serali e un decremento il giovedì e la domenica (figure 37, 38 e 39).

I grafici box plot delle medie orarie (figura 40) mostrano una maggior similitudine nella distribuzione dei dati tra il sito di monitoraggio e la stazione di traffico di Borgomanero. L'inquinante comunque non evidenzia criticità, in analogia a quanto viene riscontrato a livello regionale.

Unità di misura: milligrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Borgo- manero	Novara- Roma
Minima media giornaliera	0.2	0.2	0.3
Massima media giornaliera	1.3	1.1	1.6
Media delle medie giornaliere:	0.6	0.6	0.8
Giorni validi	71	71	71
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%
Media dei valori orari	0.6	0.6	0.8
Massima media oraria	2.5	2.5	2.5
Ore valide	1699	1694	1698
Percentuale ore valide	100%	99%	100%
Minimo medie 8 ore	0.1	0.1	0.3
Media delle medie 8 ore	0.6	0.6	0.8
Massimo medie 8 ore	1.8	2.0	1.9
Percentuale medie 8 ore valide	100%	99%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0	0	0

Tabella 10: reportistica Monossido di Carbonio

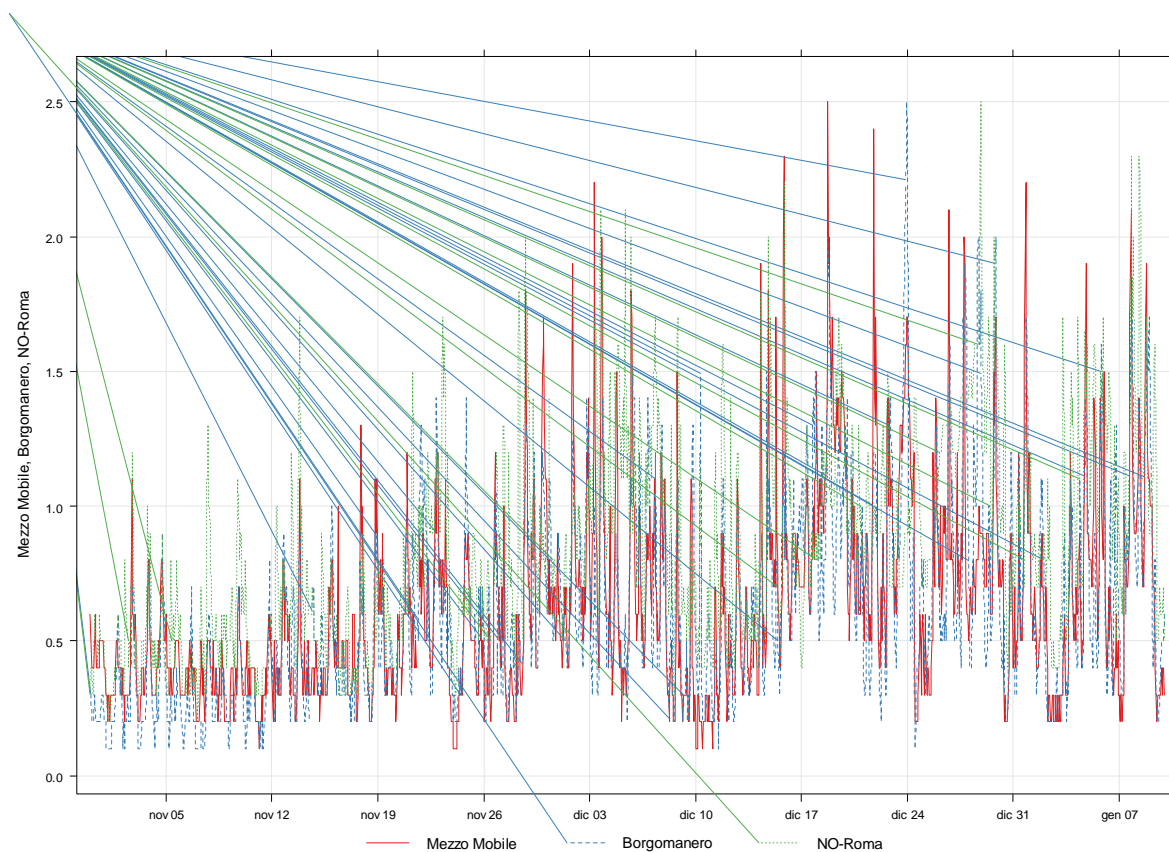


Figura 34: confronto delle medie orarie di Monossido di Carbonio

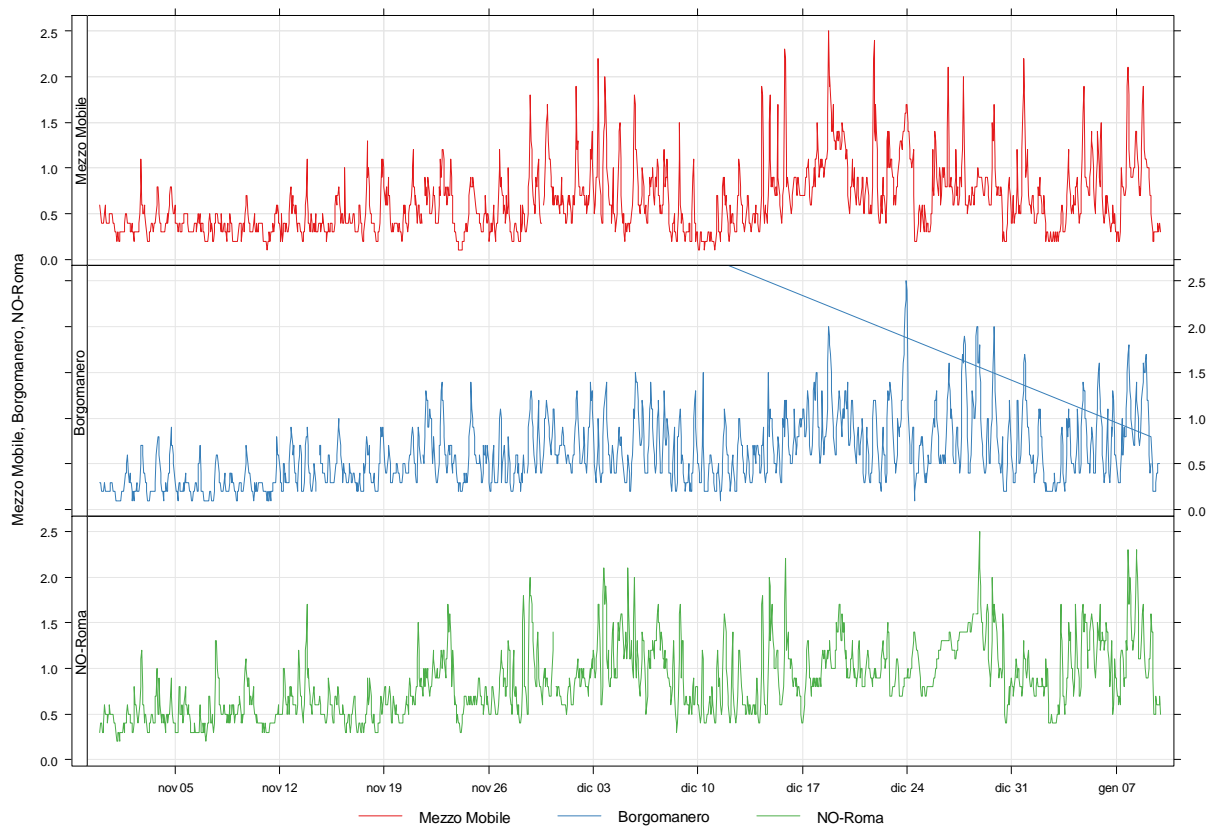


Figura 35: confronto delle medie orarie di Monossido di Carbonio

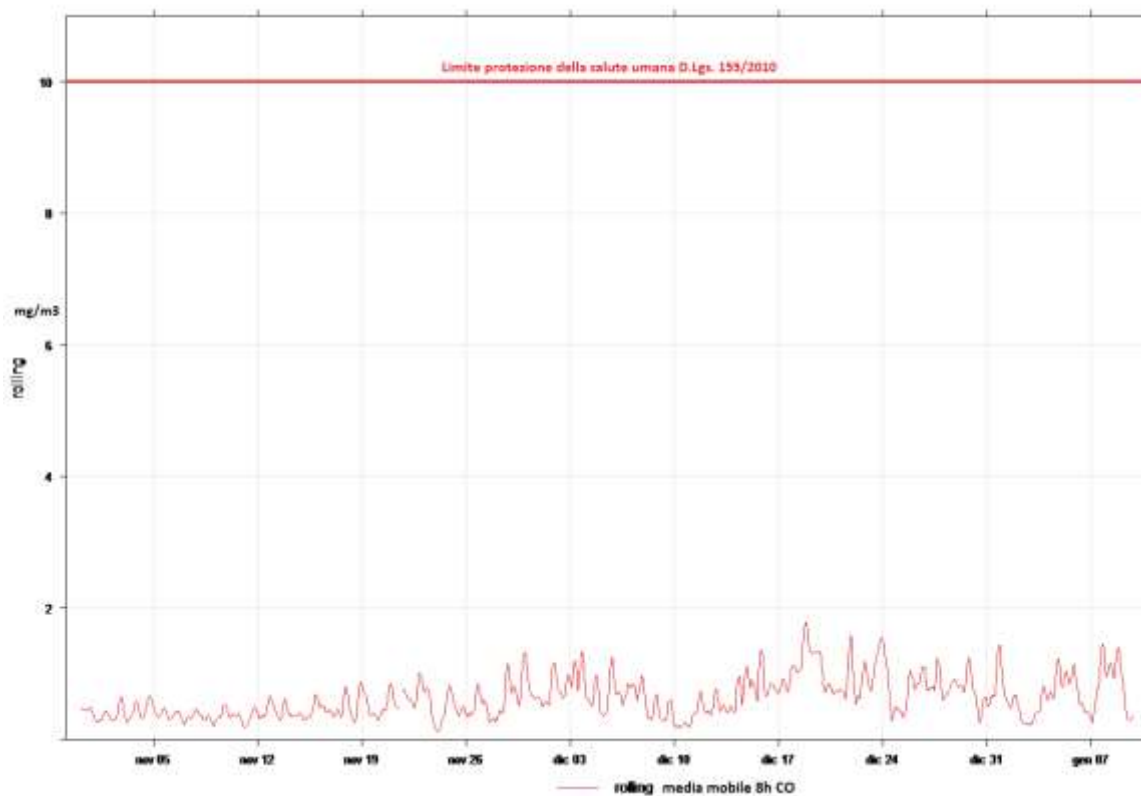


Figura 36: media mobile otto ore Monossido di Carbonio

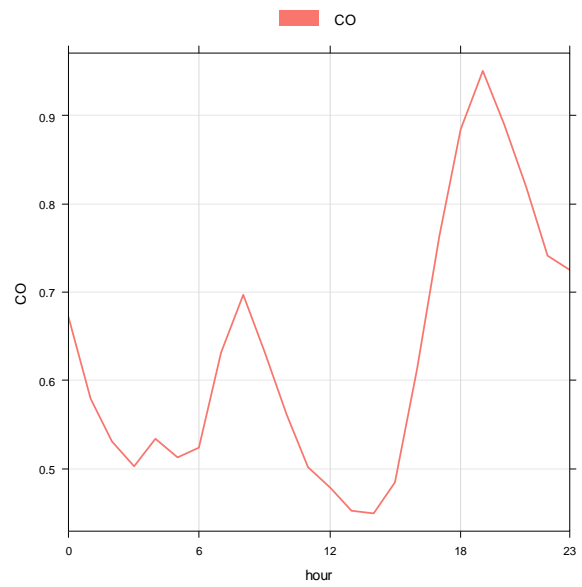
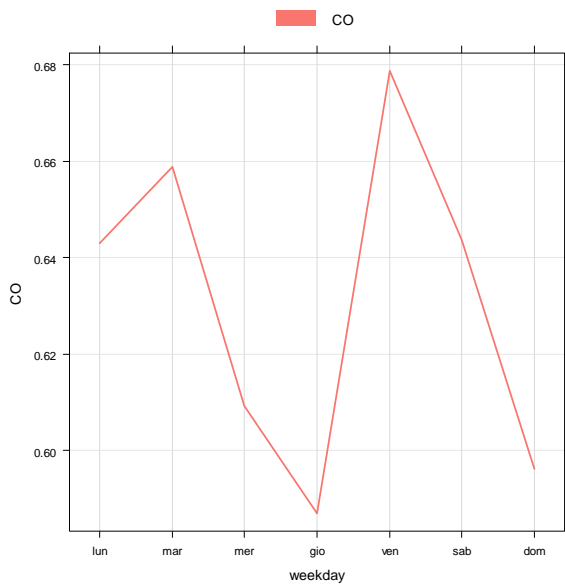


Figura 37: settimana tipo - Monossido di Carbonio

Figura 38: giorno tipo - Monossido di Carbonio

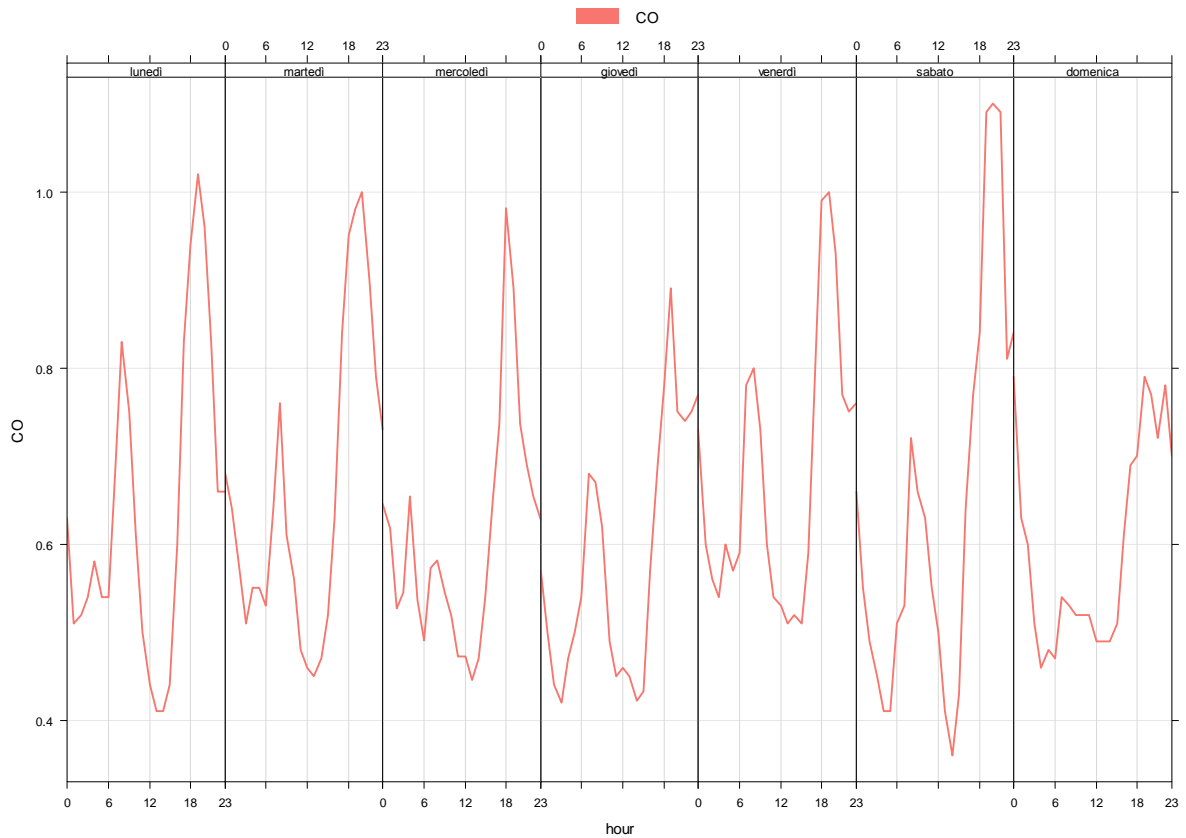


Figura 39: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Carbonio

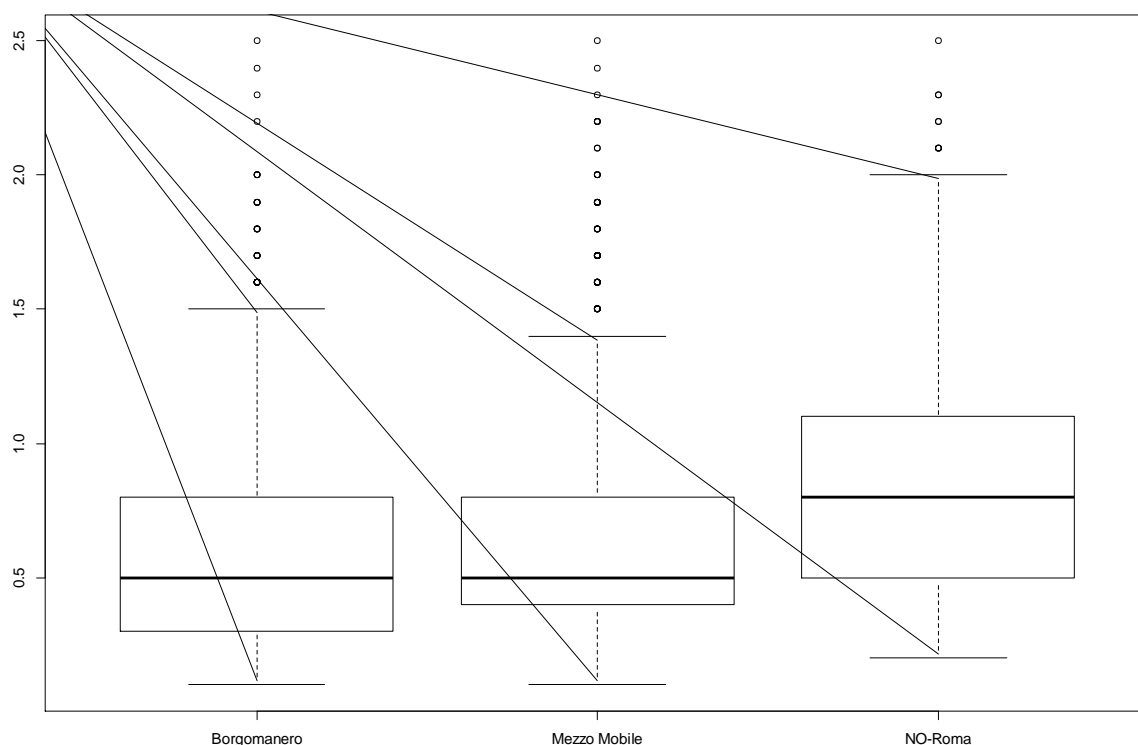


Figura 40: Box Plot Monossido di Carbonio

Benzene (C₆H₆)

L'inquinante presenta una concentrazione media di periodo di 3,5 µg/m³, una massima media giornaliera pari a 6,4 µg/m³ e una massima media oraria di 13,2 µg/m³, verificatasi il 31/12/2018 alle ore 22:00 (Tabella 11).

Dal confronto dei dati orari con le stazioni della RRQA prese a riferimento (figura 41, 42, 46), si osserva che il sito di monitoraggio presenta le concentrazioni medie orarie e massime giornaliere superiori.

Come per il monossido di carbonio e gli ossidi di azoto, anche per il benzene, si osserva un profilo risultante tipico di un inquinante da traffico, rilevando anche in questo caso gli incrementi maggiori nelle ore serali e una diminuzione la domenica (figure 43, 44, 45).

Il buon accordo degli andamenti normalizzati delle concentrazioni di benzene e monossido di carbonio, per ciascuna ora del giorno, nei diversi giorni della settimana (figura 47), permette di indicare per tali inquinanti la medesima origine emissiva identificabile nel traffico veicolare e in particolare nei motori alimentati a benzina.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Borgomanero	NO-Roma	Trecate	Cerano
Minima media giornaliera	1.0	0.6	0.6	0.5	0.4
Massima media giornaliera	6.4	4.6	4.6	3.6	4.8
Media delle medie giornaliere:	3.5	2.3	2.2	1.8	2.3
Giorni validi	70	66	71	71	71
Percentuale giorni validi	99%	93%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	3.5	2.3	2.2	1.8	2.3
Massima media oraria	13.2	10.2	7.5	6.0	16.6
Ore valide	1688	1567	1677	1669	1671
Percentuale ore valide	99%	92%	98%	98%	98%

Tabella 11: reportistica Benzene.

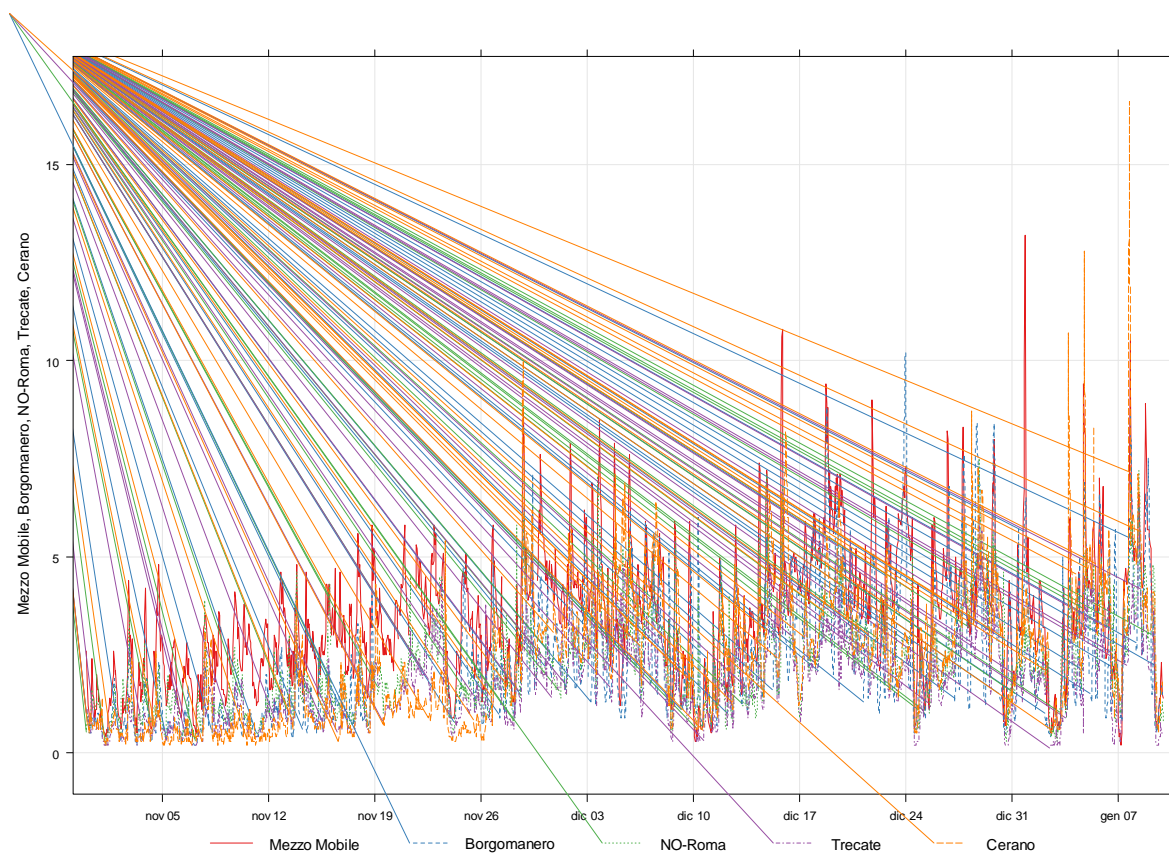


Figura 41: confronto delle medie orarie di Benzene



Figura 42: confronto delle medie orarie di Benzene

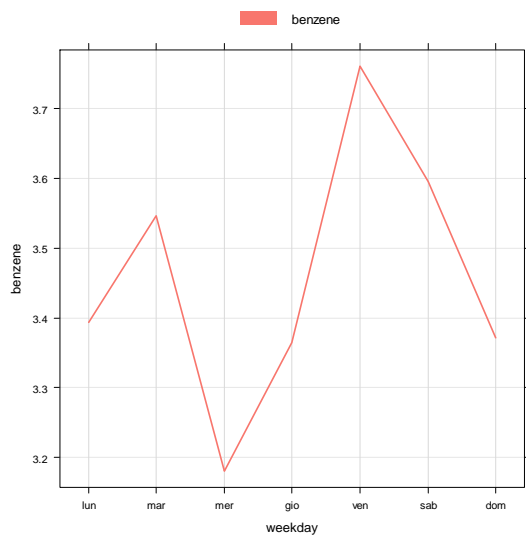


Figura 43: settimana tipo – Benzene

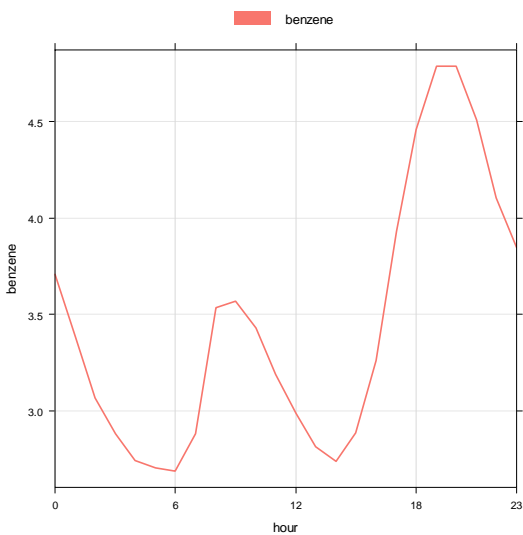


Figura 44: giorno tipo – Benzene

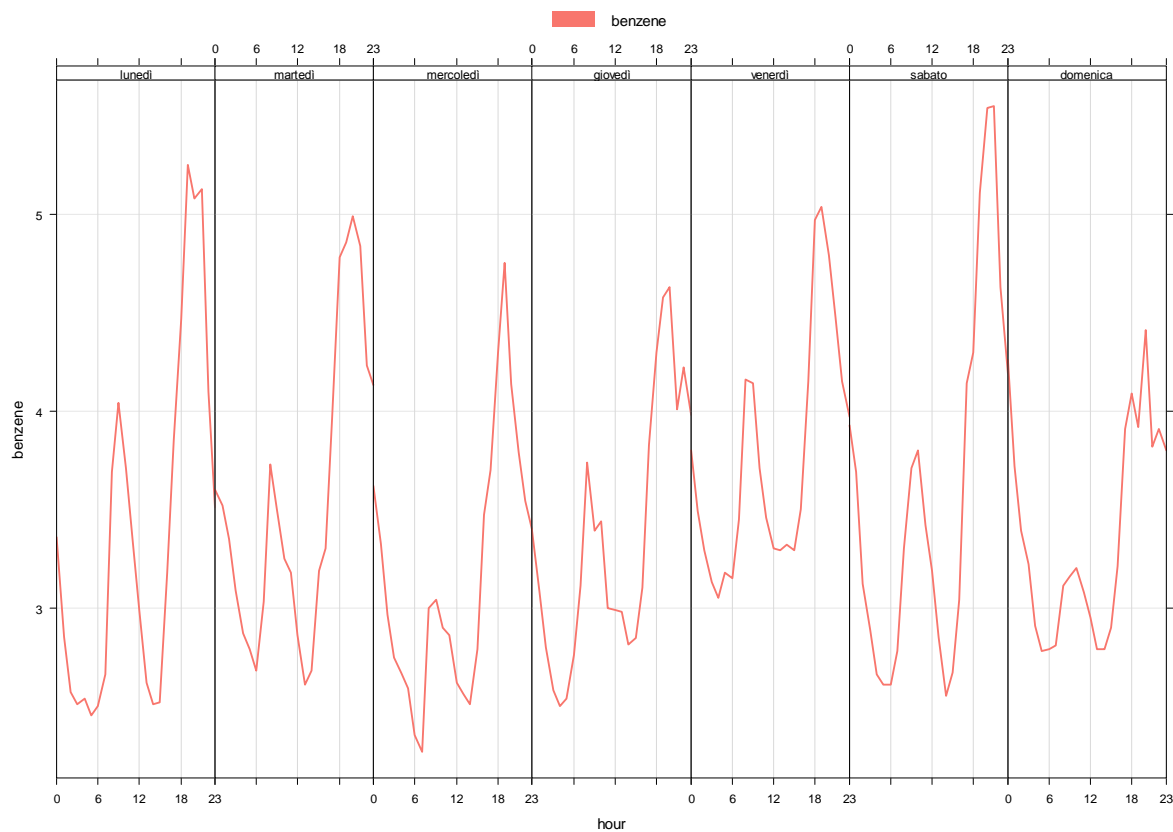


Figura 45: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Benzene

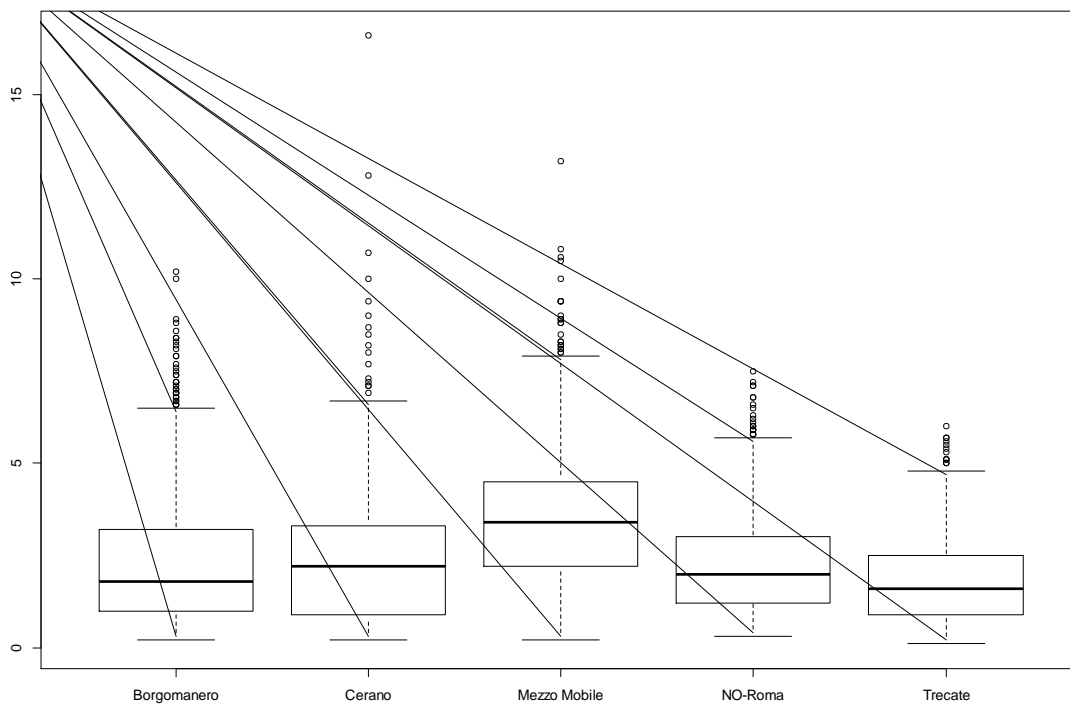


Figura 46: Box Plot Benzene

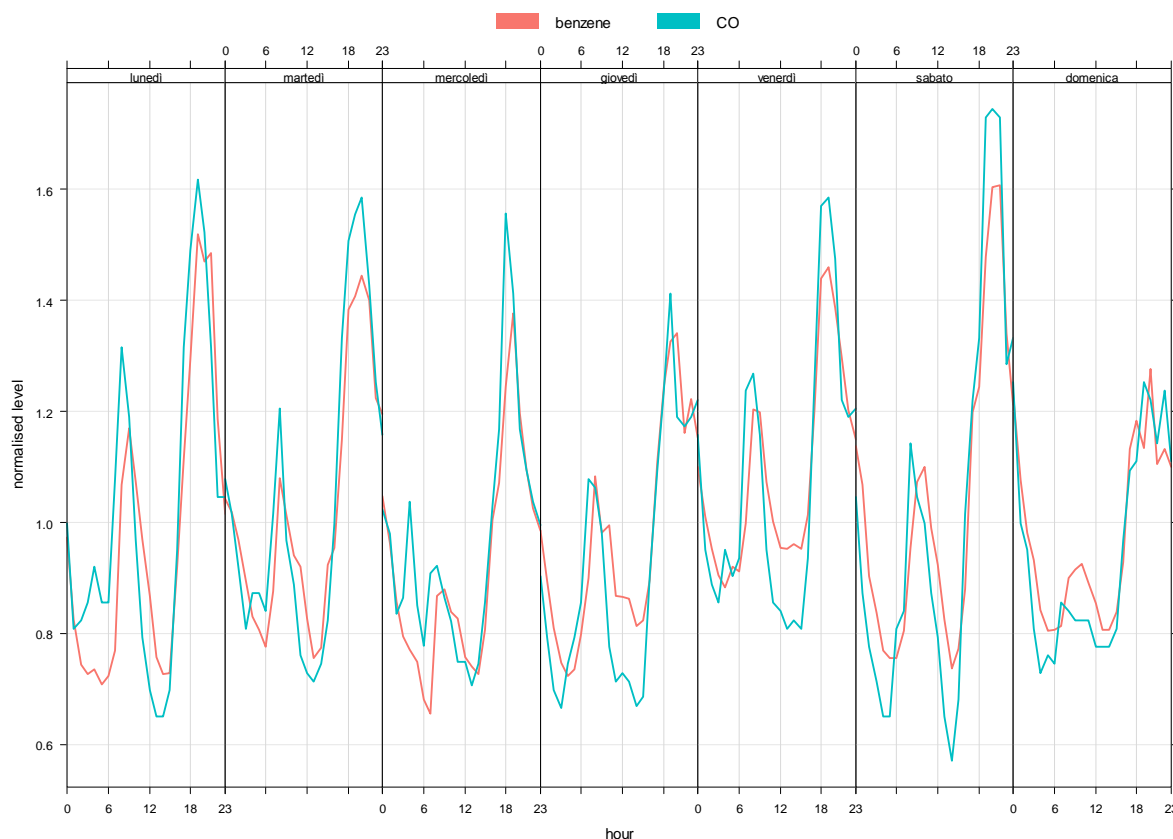


Figura 47: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Confronto Benzene e Monossido di carbonio - valori normalizzati

POLVERI PM10

Il parametro polveri sottili PM10, nel periodo osservato, ha fatto registrare 8 superamenti del limite giornaliero di protezione della salute umana fissato dalla normativa a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare per più di 35 volte per anno civile; il valore più alto rilevato è stato di $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 17/12/2018 e la media del periodo è risultata pari a $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 12). Dato il breve periodo di monitoraggio non è possibile fare valutazioni rispetto al limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il confronto con le misurazioni di PM10 registrate presso le stazioni fisse della Rete Regionale (figura 48, 49 e 51) evidenzia come il sito di monitoraggio presenti concentrazioni raffrontabili, in particolare, con la stazione da traffico di Borgomanero e la stazione di fondo urbana di Novara-Verdi.

Nel complesso gli andamenti e le concentrazioni risultano comunque comparabili per tutte le stazioni, di fondo e di traffico, a riprova che le variazioni nel tempo di questo inquinante sono prevalentemente condizionate da fattori meteo climatici, in particolare dal vento e dal fenomeno di rimozione legato alle precipitazioni atmosferiche (figura 50).

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM*	Castelletto**	Borgomanero**	Oleggio**	NO-Roma*	NO-Verdi*	Cerano*
Minima media giornaliera	5	4	6	6	9	5	8
Massima media giornaliera	74	67	80	84	69	69	77
Media delle medie giornaliere:	29	28	29	37	35	30	32
Giorni validi	66	67	67	66	67	57	64
Percentuale giorni validi	99%	100%	100%	99%	100%	85%	96%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	8	7	9	19	10	8	10

*campionatore gravimetrico

**campionatore automatico Beta

Tabella 12: reportistica polveri sottili PM10

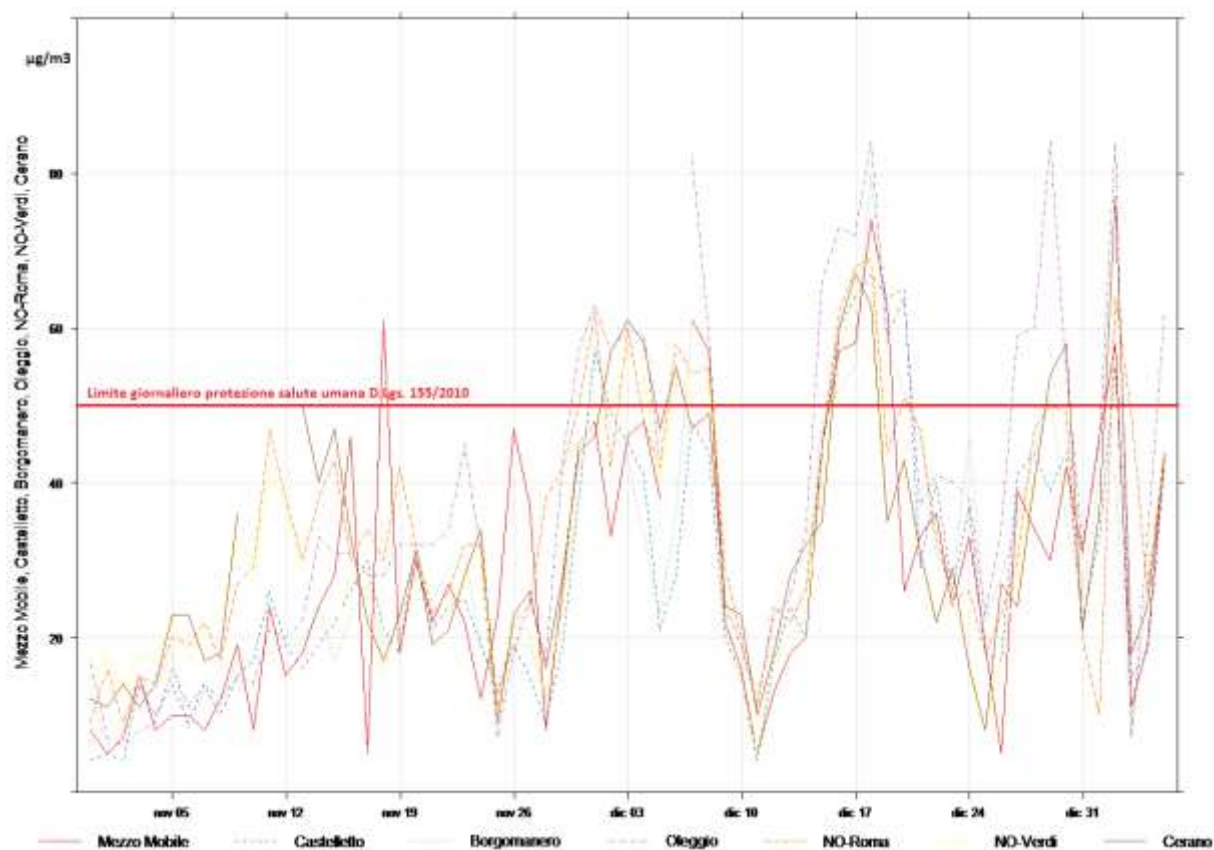


Figura 48: confronto valori giornalieri di PM10

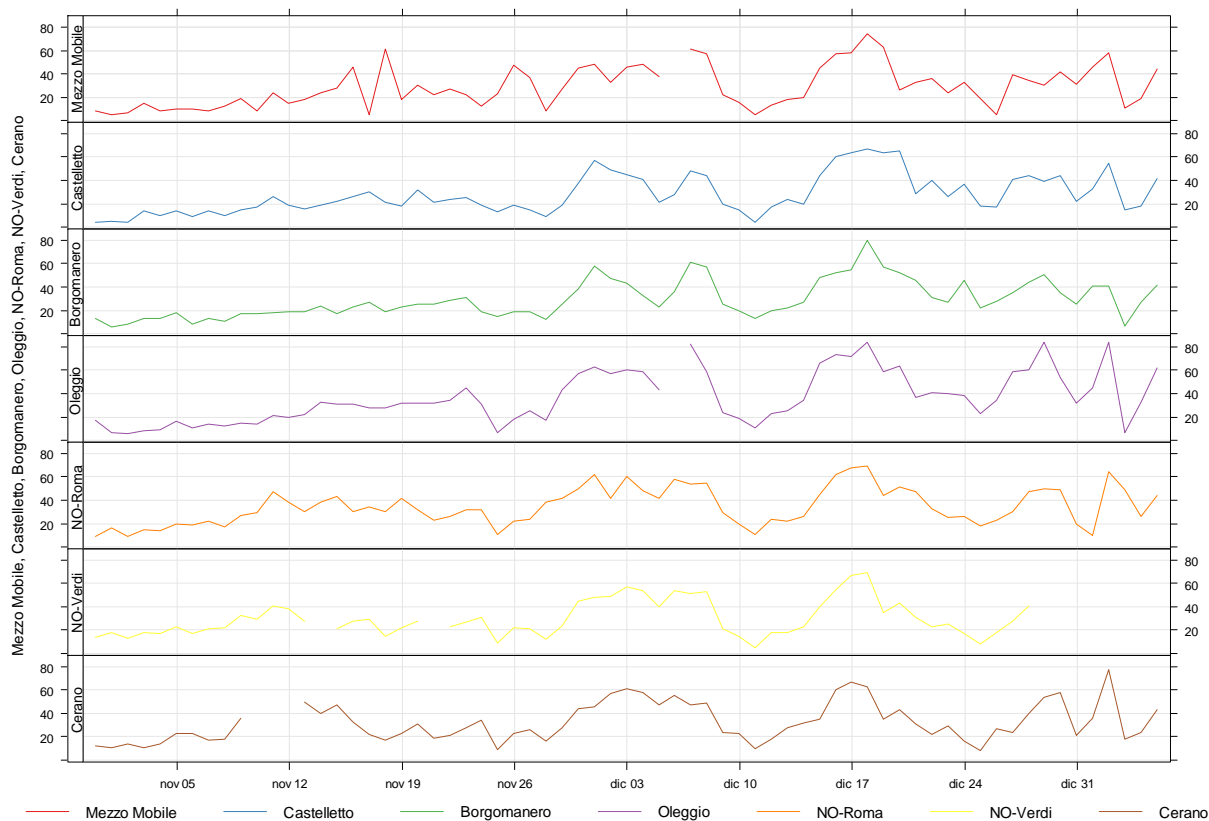


Figura 49: confronto valori giornalieri di PM10

Pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevate

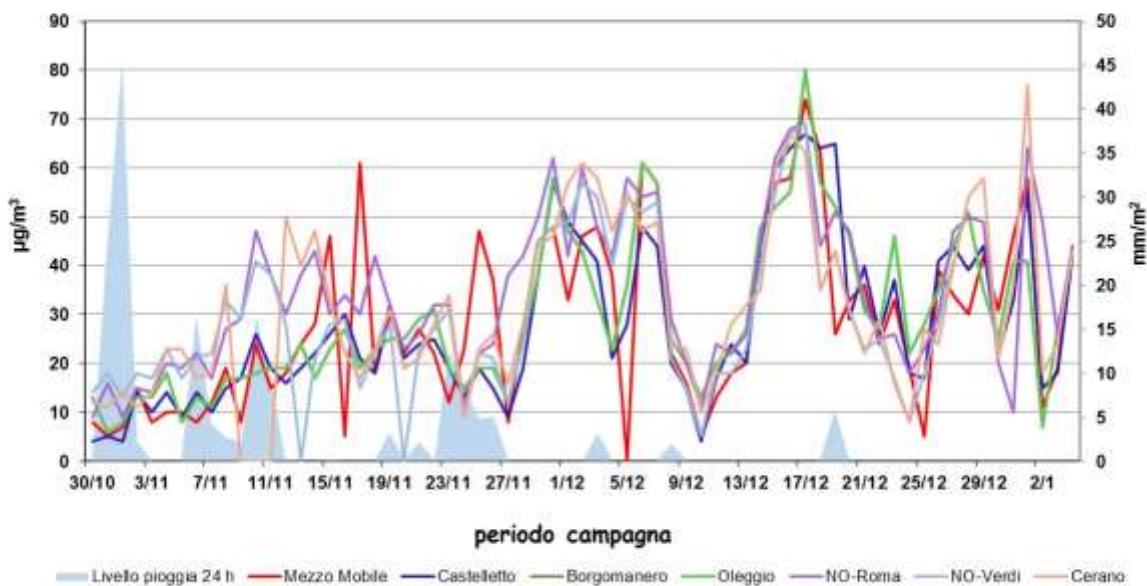


Figura 50: pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevata nelle stazioni di interesse

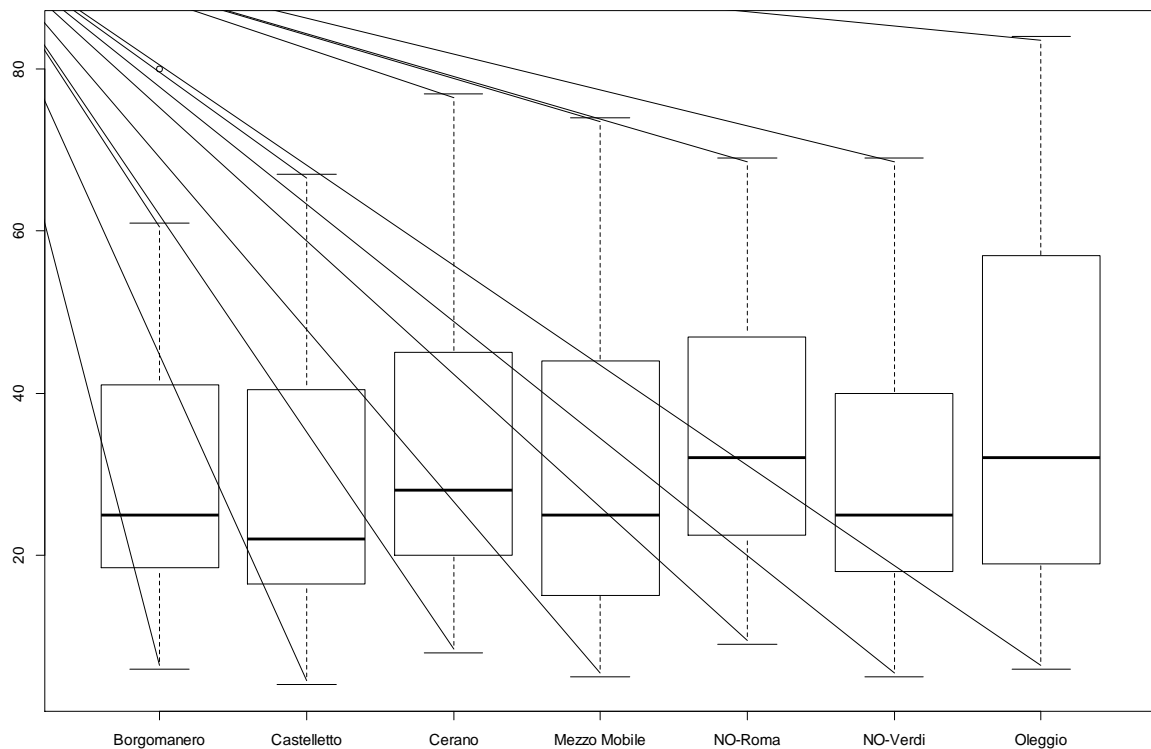


Figura 51: box plot polveri PM10

Metalli – Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo

La determinazione dei metalli viene effettuata su “campioni composti” mensili, ottenuti mediante fustellazione dei filtri giornalieri campionati e validati ai fini della determinazione del PM10.

Le concentrazioni di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo rilevate nei campioni composti mensili sono riportate in Tabella 13, espresse come media di periodo (dal 01/11/2018 al 31/12/2018).

Per questi metalli la normativa di riferimento (D.Lgs. 155/2010) individua un valore limite per il piombo e valori obiettivo per gli altri metalli, calcolati come media su anno civile, pertanto non è corretto riferire valori ottenuti su un periodo temporale inferiore con limiti prescrittivi annuali; nei grafici seguenti si riportano i limiti di legge a solo scopo conoscitivo.

Nel periodo osservato non si evidenzia alcuna criticità relativamente ai metalli, né presso il sito di monitoraggio, né presso le stazioni della rete fissa prese a confronto, riscontrando concentrazioni inferiori o prossime ai limiti di quantificazione dei metodi analitici applicati (figure 52, 53, 54, 55).

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Borgo- manero	NO-Roma	NO-Verdi	Cerano
Media mensile: Arsenico (As) ng/m ³	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Media mensile: Cadmio (Cd) ng/m ³	0.16	0.10	0.14	0.18	0.24
Media mensile: Nichel (Ni) ng/m ³	0.7	0.9	1.6	1.5	1.3
Media mensile: Piombo (Pb) µg/m ³	0.007	0.007	0.009	0.010	0.010
Giorni validi	60	61	61	60	58
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%	98%	95%

Tabella 13: concentrazione di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo nel PM10

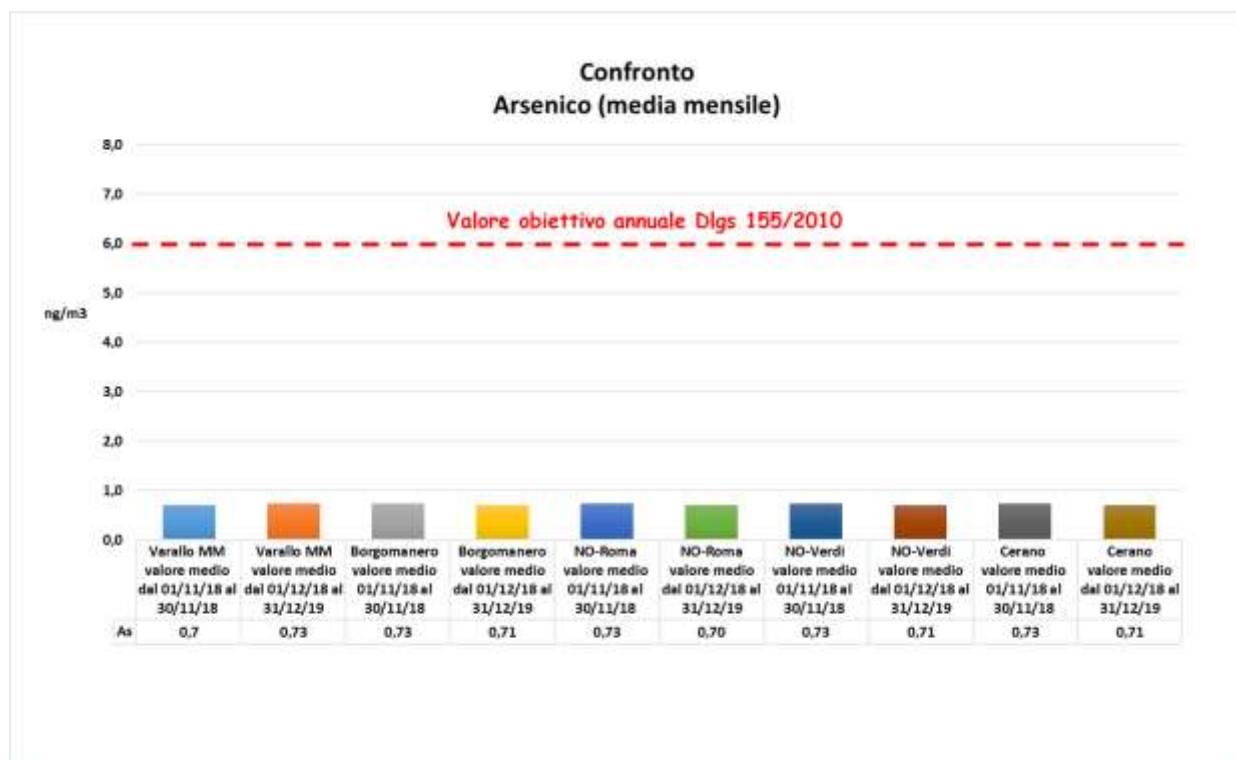


Figura 52: confronto Arsenico - media mensile

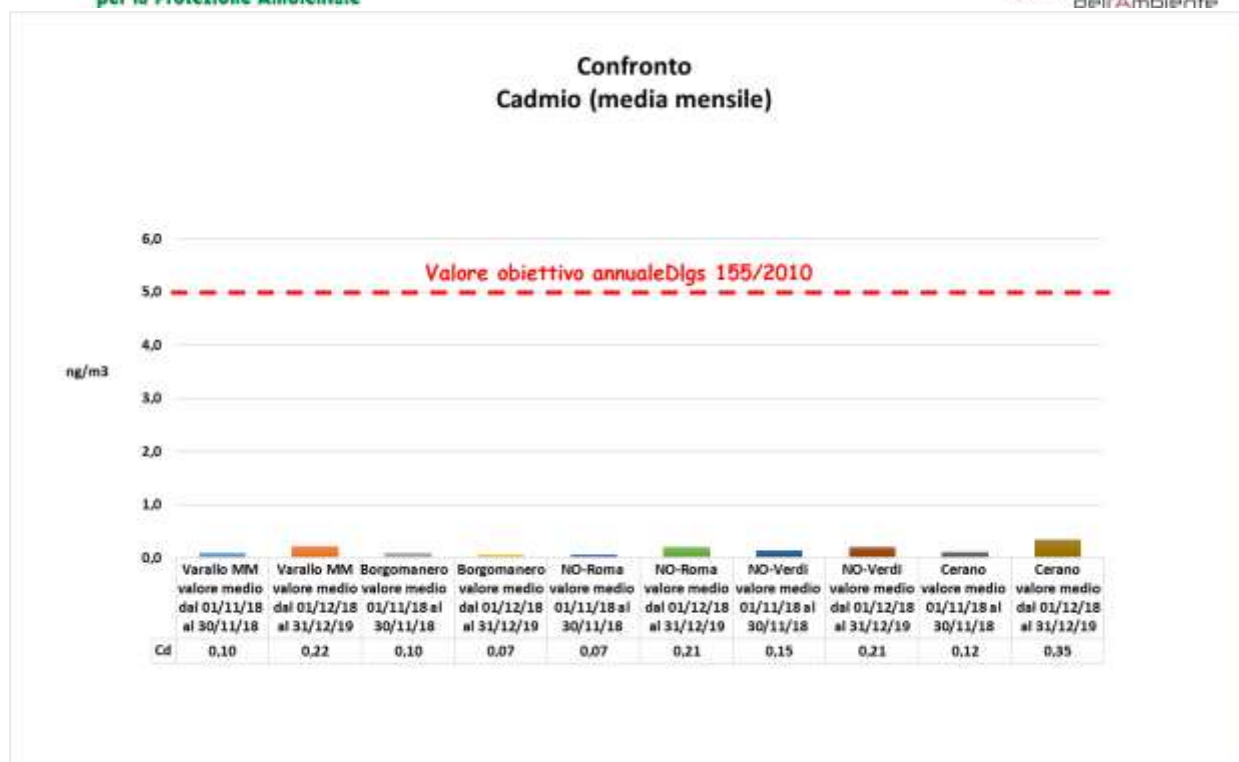


Figura 53: confronto Cadmio – media mensile

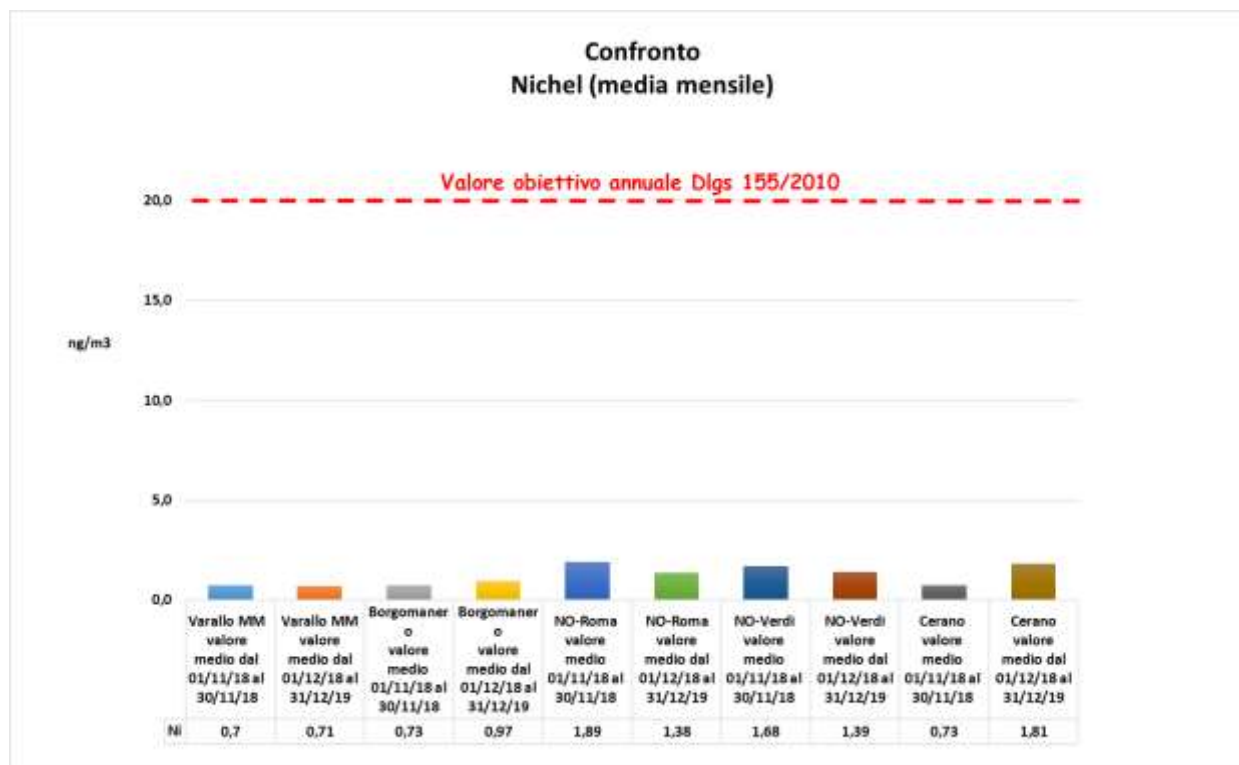


Figura 54: confronto Nichel – media mensile

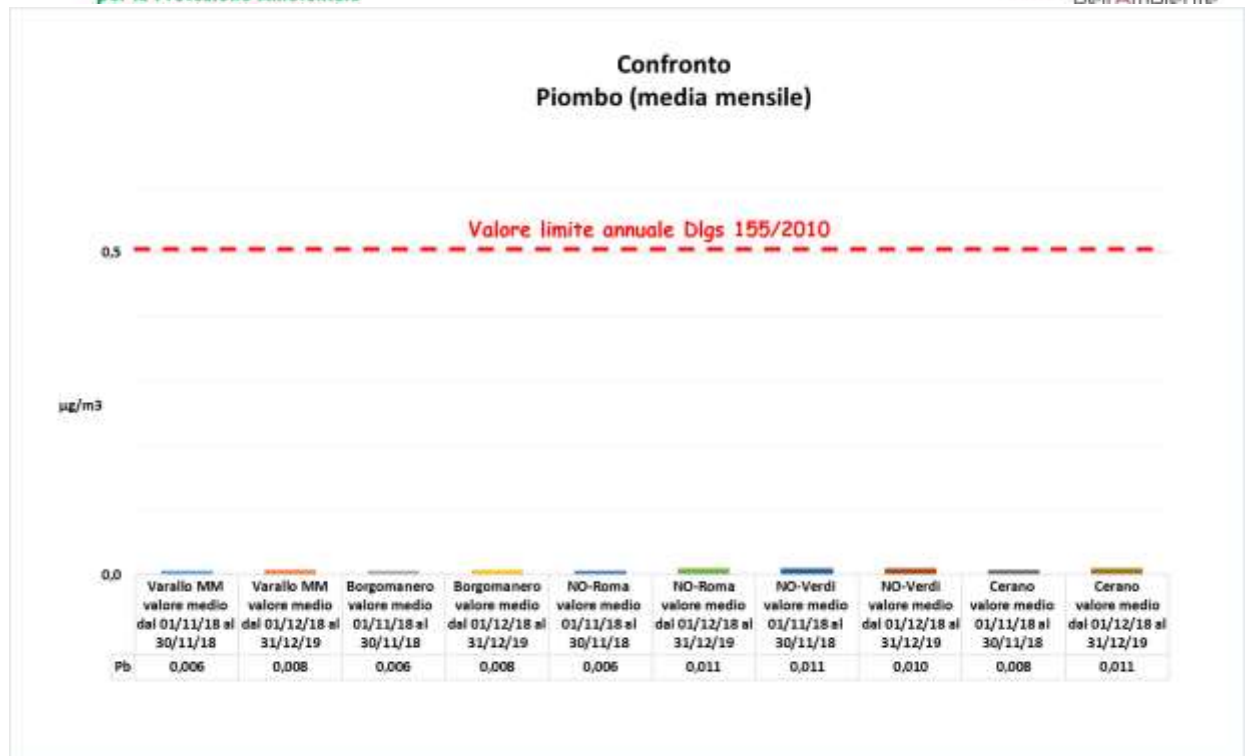


Figura 55: confronto piombo – media mensile

Benzo(a)Pirene

Il Benzo(a)Pirene è l'unico, tra gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), per il quale la normativa di riferimento (D.Lgs.155/2010) esprime un valore obiettivo, per la concentrazione dell'inquinante nell'aria ambiente; anche in questo caso il valore deve essere calcolato come media annuale e pertanto non è corretto fare confronti con valori ottenuti su periodi inferiori. Il Benzo(a)Pirene viene utilizzato come indicatore dell'esposizione agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

In tabella 14 sono riportati i valori determinati analiticamente sulla frazione PM10 del materiale particolato, campionato presso i siti di interesse, come media del periodo 01/11/2018 – 31/12/2018.

Considerando invece la media mensile, le maggiori concentrazioni si sono rilevate nel mese di dicembre in tutti i punti di monitoraggio, probabilmente dovute al maggior utilizzo delle biomasse per il riscaldamento civile, in ragione delle temperature mediamente più basse rispetto al periodo precedente (figura 56).

Il sito di monitoraggio ha presentato una concentrazione media pari a 1,3 ng/m³, intermedia tra quanto rilevato presso la stazione di traffico urbana di Borgomanero e la stazione di fondo suburbana di Cerano.

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Varallo Pombia MM	Borgomanero	NO-Roma	NO-Verdi	Cerano
Media delle medie giornaliere (b):	1.3	1.5	0.8	0.7	1.1
Giorni validi	60	61	61	60	58
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%	98%	95%

Tabella 14: reportistica Benzo(a)pirene

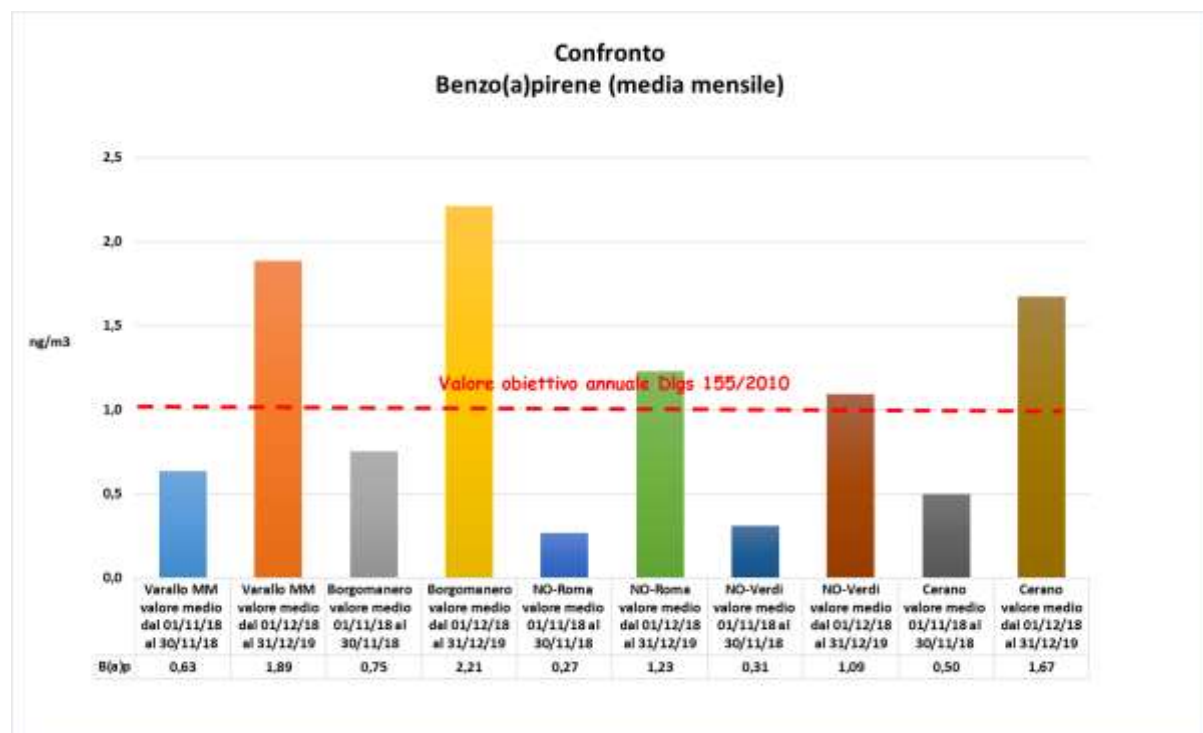


Figura 56: confronto Benzo(a)pirene – media mensile

CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

A livello regionale, gli ultimi giorni del mese di ottobre e i primi giorni di novembre, sono stati caratterizzati da fenomeni meteorologici particolarmente intensi, che possono essere descritti di eccezionale gravità, in riferimento all'apporto pluviometrico che hanno prodotto e per la ventosità, che è stata eccezionale sia per diffusione spaziale che per intensità localizzata.

Il mese di novembre ha fatto registrare un surplus precipitativo pari a 111 mm (+114%) rispetto alla norma, ma anche un'anomalia termica positiva di 1,7 °C, rispetto alla media climatologica del periodo 1971-2000.

Valori precipitativi rilevanti si sono registrati anche presso il sito di monitoraggio nei periodi dal 31/10 al 11/11 e dal 19/11 al 26/11.

Il mese di dicembre è risultato, invece, caldo e secco (rispetto alla norma 1971-2000), presentando un'anomalia termica positiva di 1,9 °C e un deficit precipitativo pari a 33.6 mm (- 62%); nel mese si sono verificati diversi eventi di foehn che hanno determinato record di temperature massime per il periodo. Gli eventi più significativi rilevati, presso il sito di monitoraggio, si sono verificati il 27/11, il 10/12, il 24-25/12 e il 30/12.

In particolare, il periodo della campagna di monitoraggio è stato caratterizzato da:

Temperatura:

Si sono registrati i seguenti valori: $T_{\text{media}} = 6,4 \text{ °C}$; $T_{\text{min}} = - 3,4 \text{ °C}$ (registrata il 18/12); $T_{\text{max}} = 16,9 \text{ °C}$ (registrata il 30/12).

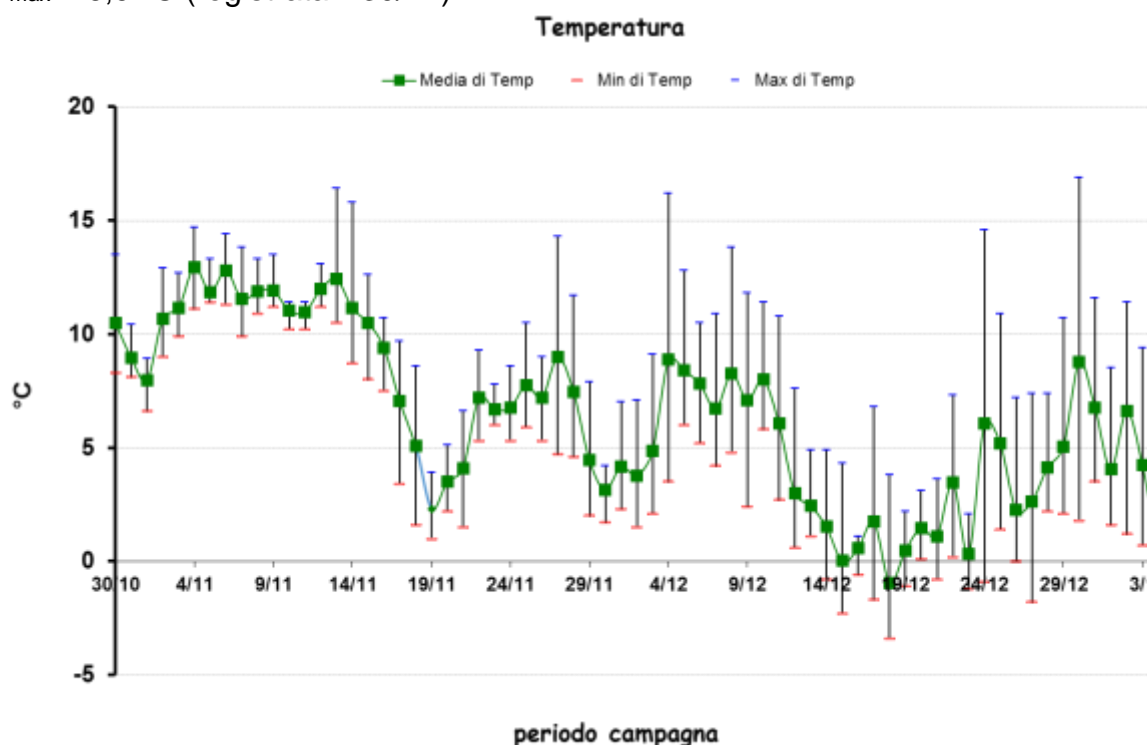


Figura 57: valori giornalieri di temperatura.

Pressione atmosferica:

Variabile tra i 967 e i 995 hPa, con media del periodo di 986 hPa.

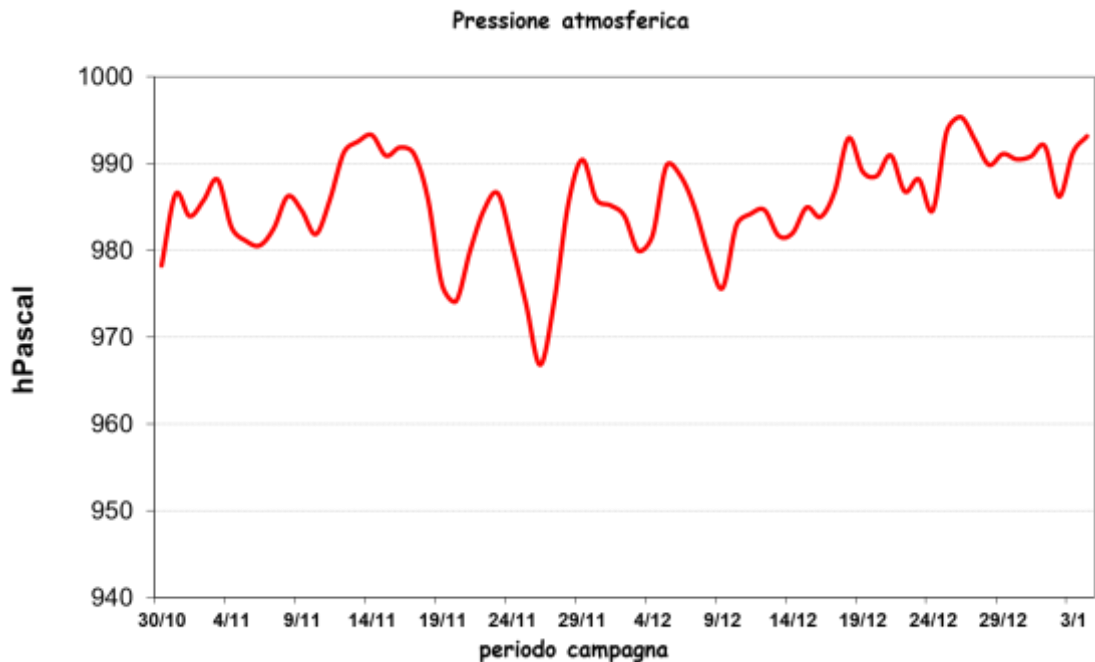


Figura 58: Pressione atmosferica media nel periodo

Piovosità:

La somma totale di pioggia nel periodo di monitoraggio è stata di circa 171,8 mm in altezza per ogni metro quadrato di superficie, con un valore di massimo di 45,6 mm/m² registrato il giorno 01/11.

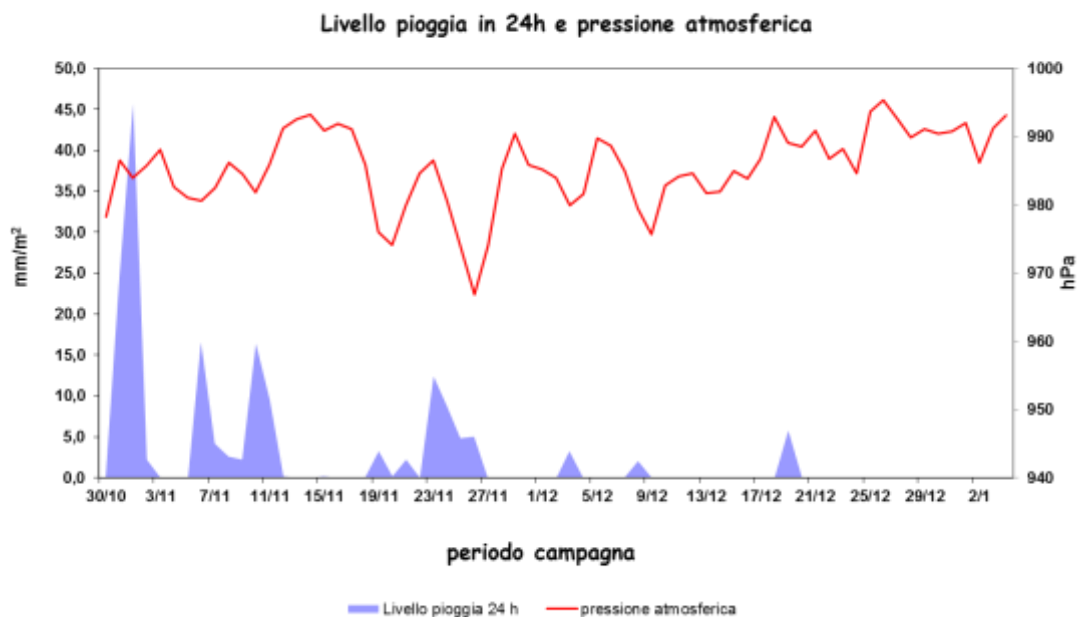


Figura 59: valori giornalieri di pioggia caduta e andamento pressione atmosferica

Vento:

La zona oggetto del monitoraggio è caratterizzata dalla presenza di venti con direzione prevalente da Sud nelle ore diurne e da Nord-Nord-Ovest nelle ore notturne. La particolare incidenza di eventi di foehn si osserva nella componente diurna da Nord Nord-Ovest. Nel periodo di monitoraggio i venti non hanno mai raggiunto velocità superiori a 5 m/s e le percentuali di calme (ossia i dati con intensità inferiore a 0,5 m/s) sono risultate pari al 70.2 %, con maggior prevalenza nelle ore notturne. Direzione, velocità e prevalenza sono illustrati nei grafici sottostanti.

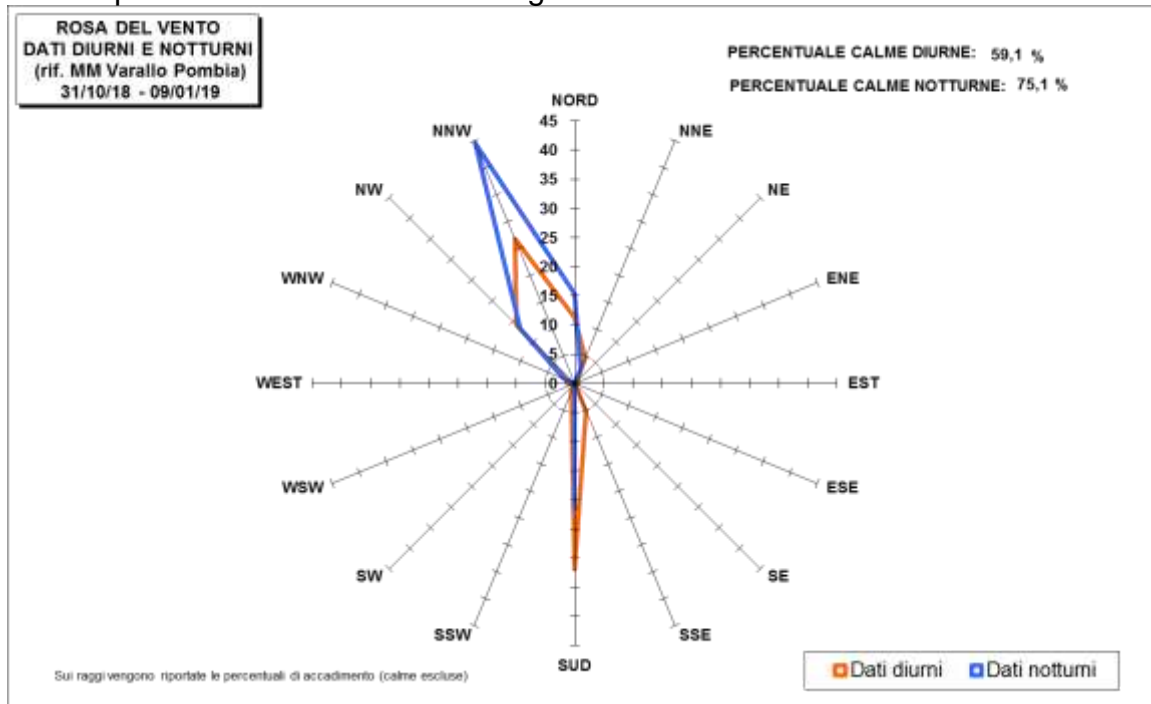


Figura 60: direzione dei venti e dati diurni e notturni nel periodo

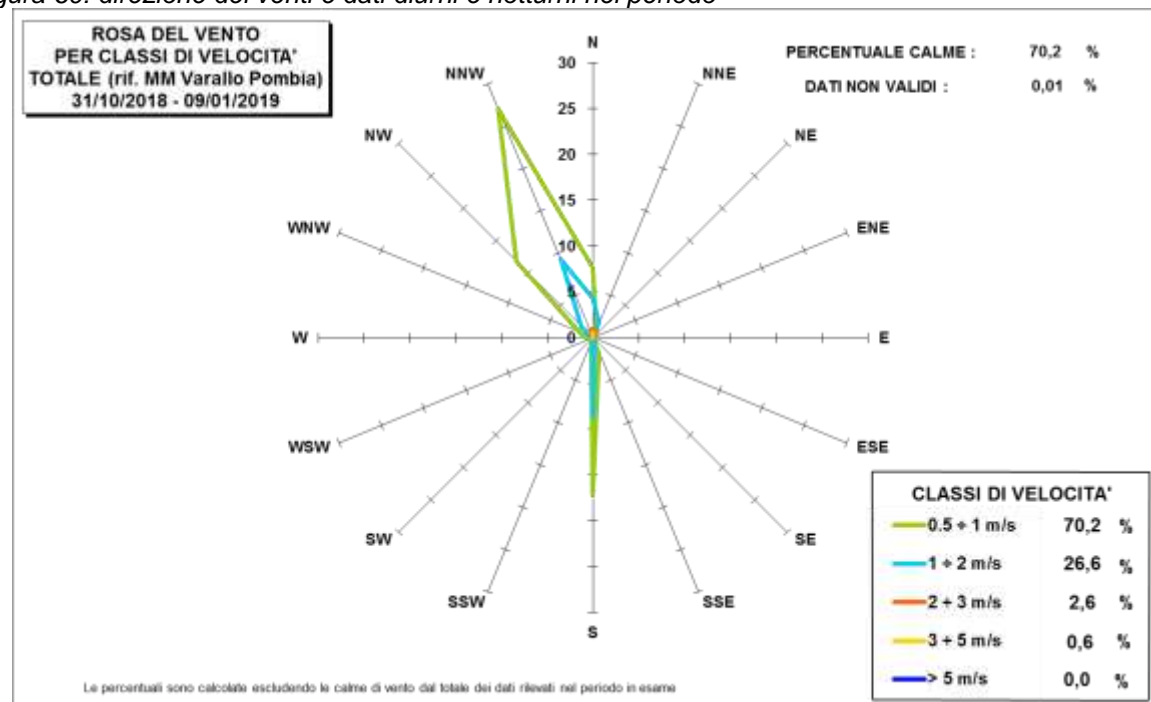


Figura 61: direzione dei venti e classi di velocità nel periodo

CONSIDERAZIONI FINALI

I dati delle concentrazioni degli inquinanti rilevati nel sito di monitoraggio, Comune di Varallo Pombia, Via Caccia, sono stati confrontati con i dati rilevati dalle stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria della provincia di Novara, ossia dalla stazione di Castelletto Ticino (tipologia stazione fondo rurale), di Borgomanero (tipologia stazione traffico urbana), di Oleggio (tipologia stazione traffico urbana), di Novara-Roma (tipologia stazione traffico urbana), di Novara-Verdi (tipologia stazione fondo urbana), di Trecate (tipologia stazione fondo urbana) e di Cerano (tipologia stazione fondo suburbana).

Dall'analisi dei dati di qualità dell'aria rilevati durante la campagna di monitoraggio si possono fare le considerazioni che seguono.

I dati di inquinanti primari come il **biossido di zolfo** e il **monossido di carbonio**, hanno presentato concentrazioni molto basse, mantenendosi ben al di sotto dei limiti stabiliti dalla normativa, in analogia a quanto viene generalmente riscontrato a livello regionale. Non emergono differenze significative tra i siti messi a confronto.

Le concentrazioni di **biossido di azoto** non hanno presentato episodi di superamento del valore limite orario; l'andamento dell'inquinante mostra analogie con quanto rilevato presso le stazioni di traffico della rete regionale di Novara-Roma, di Oleggio e la stazione di fondo urbana di Trecate.

A livello regionale il parametro evidenzia alcune criticità in contesti caratterizzati da intenso traffico veicolare e/o da un'intensa antropizzazione del territorio: nel 2017 il valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato nella stazione di traffico di Novara-Roma e in alcune stazioni dell'agglomerato di Torino. Le stazioni di traffico presentano generalmente valori di concentrazione più elevati rispetto alle stazioni di fondo.

Il **monossido di azoto** ha presentato livelli di concentrazione paragonabili alle stazioni di fondo urbane di Novara-Verdi e Trecate, non evidenziando particolari criticità.

In generale, gli andamenti degli ossidi di azoto riscontrati, mettono in evidenza l'influenza del traffico veicolare sulla qualità dell'aria della zona.

Le concentrazioni di **ozono**, come prevedibile, non hanno presentato superamenti dei limiti previsti dalla normativa, registrando un andamento tipico della stagione invernale, caratterizzata da debole irraggiamento solare e temperature basse. I livelli riscontrati pongono il sito di monitoraggio in una situazione intermedia tra una stazione rurale, come quella di Castelletto Ticino, in cui si rilevano mediamente concentrazioni più alte, e una stazione di fondo urbana, come Novara-Verdi, dove per i fenomeni di rimozione descritti in precedenza, le concentrazioni risultano più basse.

Per il parametro **benzene** il sito di monitoraggio ha presentato le concentrazioni medie giornaliere superiori a tutte le stazioni di confronto, ma comunque tali da non evidenziare particolari criticità. Relativamente a questo inquinante il valore limite annuale per la protezione della salute umana, fissato dal D.Lgs. 155/2010 a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è da tempo ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, anche nelle stazioni di traffico storicamente caratterizzate dai valori più elevati.

La coerenza delle variazioni di concentrazione del benzene e del monossido di carbonio, con gli andamenti del traffico veicolare, permette di individuare nel trasporto su strada la principale fonte emissiva di tali inquinanti.

Le concentrazioni di polveri sottili **PM10**, registrate presso il sito di monitoraggio, sono risultate in linea con gli andamenti riscontrati nelle stazioni della rete regionale messe a confronto, fatta eccezione per la stazione di Oleggio, soggetta a traffico intenso.

Il parametro, nel periodo di osservazione, ha fatto registrare, nelle stazioni di riferimento, 8-10 superamenti, a Oleggio 19, del valore limite giornaliero fissato dalla normativa a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare in più di 35 giorni per anno civile, nonostante la meteorologia sia risultata favorevole alla dispersione degli inquinanti, sia per le abbondanti precipitazioni che per i diversi fenomeni ventosi, confermando la criticità che si riscontra a livello di bacino padano, nel rispetto di tale limite. Nel 2018, comunque, tale limite, tra le stazioni fisse messe a confronto, è stato superato solo nella stazione di traffico di Oleggio (50 giorni di superamento), proprio perché le abbondanti precipitazioni, concentrate soprattutto nei mesi più freddi, hanno determinato a livello regionale, a parità di pressioni emmissive, una maggior capacità di dispersione degli inquinanti e una conseguente diminuzione dei livelli di particolato in aria ambiente, tanto che per la prima volta il valore limite della media annuale, fissato dalla normativa a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato rispettato sull'intero territorio regionale.

Per quanto riguarda le concentrazioni di **Arsenico**, **Cadmio**, **Nichel** e **Piombo**, determinati nella frazione PM10 del materiale particolato, non emergono criticità, in quanto nel periodo di monitoraggio hanno presentato concentrazioni inferiori o prossime ai limiti di quantificazione dei metodi analitici applicati; i valori rilevati denotano livelli di fondo.

Per quanto concerne il valore di **benzo(a)pirene**, utilizzato come marker dell'esposizione agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nell'aria ambiente e determinato nella frazione PM10 del materiale particolato, ha evidenziato, presso il sito di indagine, una concentrazione media del periodo di poco inferiore alla stazione di Borgomanero, che tra i siti messi a confronto presenta la concentrazione media di periodo più alta.

Presso la stazione di Borgomanero, il parametro, negli ultimi cinque anni, non ha presentato superamenti del valore obiettivo annuale di $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$, facendo registrare valori compresi tra $0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$, nel 2018, e uguale a $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$, nel 2015. Tali concentrazioni annuali confermano, per il parametro e la zona, il superamento della soglia di valutazione superiore ($0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$).

Si precisa che le maggiori concentrazioni di benzo(a)pirene nel particolato si rilevano proprio nei mesi invernali, seguendo lo stesso profilo delle polveri, e l'origine emissiva è ragionevolmente identificabile nella combustione delle biomasse utilizzate per il riscaldamento domestico, che ha fatto registrare negli ultimi anni un'ampia e rapida diffusione anche in aree di pianura.

Dagli andamenti riscontrati, dei principali inquinanti, si può affermare che in riferimento al periodo monitorato, il sito di misura si pone in una situazione intermedia tra una stazione di fondo urbana e una stazione di traffico.

La tipologia emissiva prevalente sul territorio comunale si può individuare nel traffico veicolare e nel riscaldamento domestico, in coerenza con quanto evidenziato dalle stime fornite dall'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA).

In generale, l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti non evidenzia differenze significative tra il sito oggetto di indagine e le stazioni della Rete Regionale della Qualità dell'Aria prese a riferimento, che nel complesso risultano rappresentative della qualità dell'aria del territorio comunale.

Pertanto, dai risultati della presente indagine, non emergono elementi significativi imputabili a possibili ricadute ambientali legate alle attività del vicino aeroporto di Milano Malpensa, rispetto alle principali sorgenti emmissive dell'area.