

N. di prot. nell'oggetto del messaggio PEC
Dati di prot. nell'allegato "segnatura.xml"
TRASMISSIONE VIA PEC

Alla c.a.

Spett.le

COMUNE DI VERBANIA
Settore Ambiente

istituzionale.verbania@legalmail.it

e p.c.

REGIONE PIEMONTE
Direzione Ambiente Energia e Territorio

Settore Emissioni e rischi ambientali

territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it

PROVINCIA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA
Settore II

Viale dell'Industria, 25

28924 Verbania

protocollo@cert.provincia.verbania.it

Servizio: B5.16
Pratica: K13_2020_01450

Rif. Nota Vs. prot. n. 0026320 del 06/07/2020 – prot. Arpa n. 0053564 del 06/07/2020

OGGETTO: Esposto 2020/35 – Sig. Logaldo Vittorio – monitoraggio qualità dell'aria con laboratorio mobile. Invio tramite PEC relazione tecnica campagna di rilevamento della qualità dell'aria con Laboratorio Mobile in Comune di Verbania – Corso Europa.

Con la presente si trasmette la relazione tecnica della campagna di rilevamento della qualità dell'aria con Laboratorio Mobile, eseguita in Comune di Verbania, Corso Europa, dal 30/09/2020 al 30/11/2020.

Restando a disposizione per qualsiasi chiarimento, si porgono cordiali saluti.

Il Responsabile della Struttura Complessa
"Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Est"
Arpa Piemonte
Dott.ssa Giovanna Mulatero
(firmato digitalmente)

EB/eb

Allegati:
- relazione tecnica

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.vercelli@pec.arpa.piemonte.it – www.arpa.piemonte.it

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD EST
ATTIVITÀ DI PRODUZIONE NORD EST

OGGETTO:

Campagna di monitoraggio Qualità dell'Aria con Laboratorio Mobile
Comune di Verbania (VB) – Corso Europa
30/09/2020 - 30/11/2020



RELAZIONE DI CONTRIBUTO TECNICO-SCIENTIFICO

Redazione	Funzione: Collaboratore professionale sanitario senior - Tecnico della prevenzione	
	Nome: Dott.ssa Evelina Ballato	
Verifica e approvazione	Funzione: Responsabile Struttura Complessa "Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Est"	
	Nome: Dott.ssa Giovanna Mulatero	

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 web:

<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	12
IL LABORATORIO MOBILE.....	17
OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	18
SITO DI MISURA	19
RISULTATI.....	22
CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA.....	69
CONSIDERAZIONI FINALI.....	72

PREMESSA

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 (SRRQA), 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 campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con il Laboratorio Mobile è stata realizzata in accordo con l'Amministrazione Comunale di Verbania al fine di valutare l'impatto del traffico veicolare sulla qualità dell'aria della zona.

La richiesta dell'Amministrazione Comunale scaturisce da un esposto presentato da un cittadino residente in Corso Europa, all'altezza del civico n. 45, che chiede una valutazione dello stato di qualità dell'aria della zona, in ragione dell'elevata mole giornaliera e ininterrotta di traffico veicolare, leggero e pesante, che interessa il tratto urbano della strada statale n. 34, strada che dopo l'attraversamento della città di Verbania, costeggia il Lago Maggiore e prosegue, come unica infrastruttura, verso il confine con la Svizzera.

Tenendo conto della finalità della presente indagine, il sito idoneo al posizionamento del Laboratorio Mobile è stato individuato presso un'area parcheggio (ex peso pubblico), poco distante dal civico n. 45, in prossimità del bordo stradale di Corso Europa, così che le rilevazioni effettuate siano prevalentemente influenzate dalle emissioni del traffico circolante.

Rispetto al sito individuato, nelle vicinanze, a meno di 400 metri in linea d'aria, è situata la stazione, della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, Verbania-Gabardi. La stazione, classificata di fondo-urbano, è ubicata in posizione tale che le misurazioni effettuate non siano influenzate in maniera prevalente da emissioni di specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento rispetto alle direzioni predominanti dei venti, nel sito. Per questo è rappresentativa della qualità dell'aria della zona, della tipologia di stazione che interpreta e, come prevede la normativa, adatta a valutare l'esposizione media della popolazione.

Il monitoraggio, con il Laboratorio Mobile, prevede la misurazione in aria ambiente degli inquinanti previsti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155, ossia 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 possono quindi essere confrontati con le misurazioni effettuate, nello stesso periodo, presso le stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA).

Nella presente indagine saranno prese a riferimento le stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria della provincia di Verbania, quali Verbania-Gabardi, Omegna-Crusinallo, Domodossola-Curotti e Pieve Vergonte-Industria e le stazioni di

traffico della provincia di Novara, quali Borgomanero-Molli, Oleggio-Gallarate e Novara-Roma.

Durante la campagna di monitoraggio, in un contesto già mutato, sono state introdotte, sia a livello regionale che nazionale, ulteriori misure di limitazione delle attività e degli spostamenti, atte al contenimento dell'emergenza epidemiologica da COVID-19. Le limitazioni, imponendo una diminuzione delle attività in generale, e della mobilità in particolare, implicano inevitabilmente una riduzione delle emissioni dei settori coinvolti, e in particolare quelle del traffico veicolare, con conseguenti ripercussioni sulla qualità dell'aria.

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 undici macrosettori.

In tabella 1 si riportano le stime emissive per il Comune di Verbania, 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 2015 - Comune di VERBANIA										
MACROSETTORE	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOG	NOx (come NO2)	SO2	PM10	PM2.5
02 - Combustione non industriale	11,00	128,53	56,54	1,40	0,25	14,18	38,69	1,58	10,31	10,20
03 - Combustione nell'industria	0,13	5,04	7,63	0,038		1,01	31,43	1,66	0,112	0,112
04 - Processi produttivi						32,04			0,09276	0,06289
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	17,97					13,46				
06 - Uso di solventi						78,61			0,23	0,22
07 - Trasporto su strada	5,59	370,13	46,37	1,78	1,44	93,07	185,60	0,28	21,02	9,95
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	0,016	3,16	0,08	0,0034	0,00019	1,58	0,76	0,0027	0,046	0,046
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	9,000			0,6000						
10 - Agricoltura	22,77			0,56	3,71	15,69	0,01		0,008	0,0025
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	117,70	1,76	-2,68	0,0035		49,23	0,083	0,018	1,44	1,44
Totale Comune di Verbania	184,17	508,61	107,94	4,39	5,39	298,86	256,57	3,55	33,27	22,04
Totale Provincia di Verbania	2424,2	6914,0	-199,2	91,7	269,1	13492,9	1808,1	109,1	643,3	533,3

Tabella 1: Totale emissioni per macrosettore di attività relative al Comune di Verbania (espresse in t/anno e CO₂ in kt/anno) - Fonte IREA - Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera 2015

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 (NOx), 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 Verbania.

Risulta evidente come concorra principalmente alla formazione delle polveri, PM10 e PM2,5, il trasporto su strada (63% - 45%), che ricomprende oltre alle emissioni del traffico veicolare anche quelle legate all'usura freni, ruote e strada. Le emissioni degli impianti di combustione non industriale, ossia finalizzati alla produzione di calore per il riscaldamento domestico (impianti residenziali, commerciali, istituzionali, agricoli) contribuiscono rispettivamente per il 31 % e 46 %.

Anche per gli ossidi di azoto il contributo principale, pari al 73%, è imputabile al trasporto su strada, il 15 % al riscaldamento domestico e un contributo stimato del 12% ai processi di combustione riconducibili ad attività industriale (ad es. caldaie).

Per i composti organici volatili non metanici (NMVOC), come si può vedere dal grafico, le fonti emissive individuate sono molteplici. Di nuovo, anche per questa classe di inquinanti, il contributo principale è dovuto al trasporto su strada (31%), seguono le emissioni delle attività che utilizzano solventi (26% ad es. verniciatura e sgrassaggio), le attività non antropiche identificate come "Altre sorgenti e assorbimenti" (16%), dovute ad esempio all'attività fitologica di piante, fulmini, emissioni dal suolo, piantumazioni, incendi di boschi (le stesse che contribuiscono per circa il 5-7% al particolato atmosferico), i processi produttivi (11%), le attività agricole (5%), la combustione non industriale (5%) e l'estrazione e distribuzione di combustibili (5%).

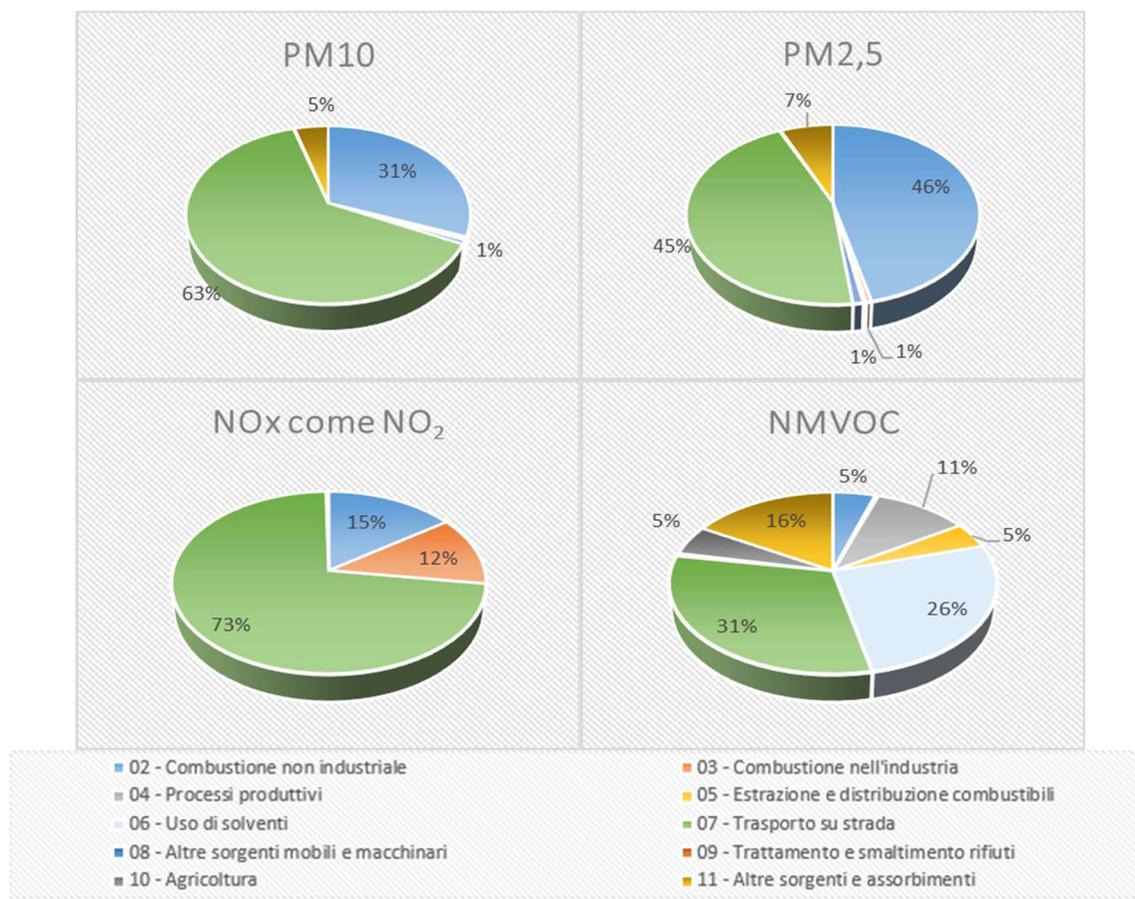


Figura 1: Fonti emissive per macrosettore in Comune di Verbania – 2015 (Fonte IREA)

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

<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 di valutazione 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 e pertanto con deliberazione di giunta n. 24-903 del 30 dicembre 2019 sono stati approvati la verifica e aggiornamento della zonizzazione e della classificazione del territorio regionale piemontese e aggiornamento del relativo programma di valutazione della qualità dell'aria ambiente.

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 Verbania, 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, mentre gli altri inquinanti, considerati in relazione agli obiettivi di protezione per la salute umana, risultano

entro la soglia di valutazione inferiore (riferimento D.lgs. 155/2010 Allegato 2). Rispetto alla precedente classificazione il benzene si posiziona sotto la soglia di valutazione inferiore.

In Figura 2 si riporta la rappresentazione grafica della nuova zonizzazione del territorio regionale piemontese, per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, particolato PM10 e PM2,5, piombo, arsenico, cadmio, nichel, benzo(a)pirene e per il solo ozono.

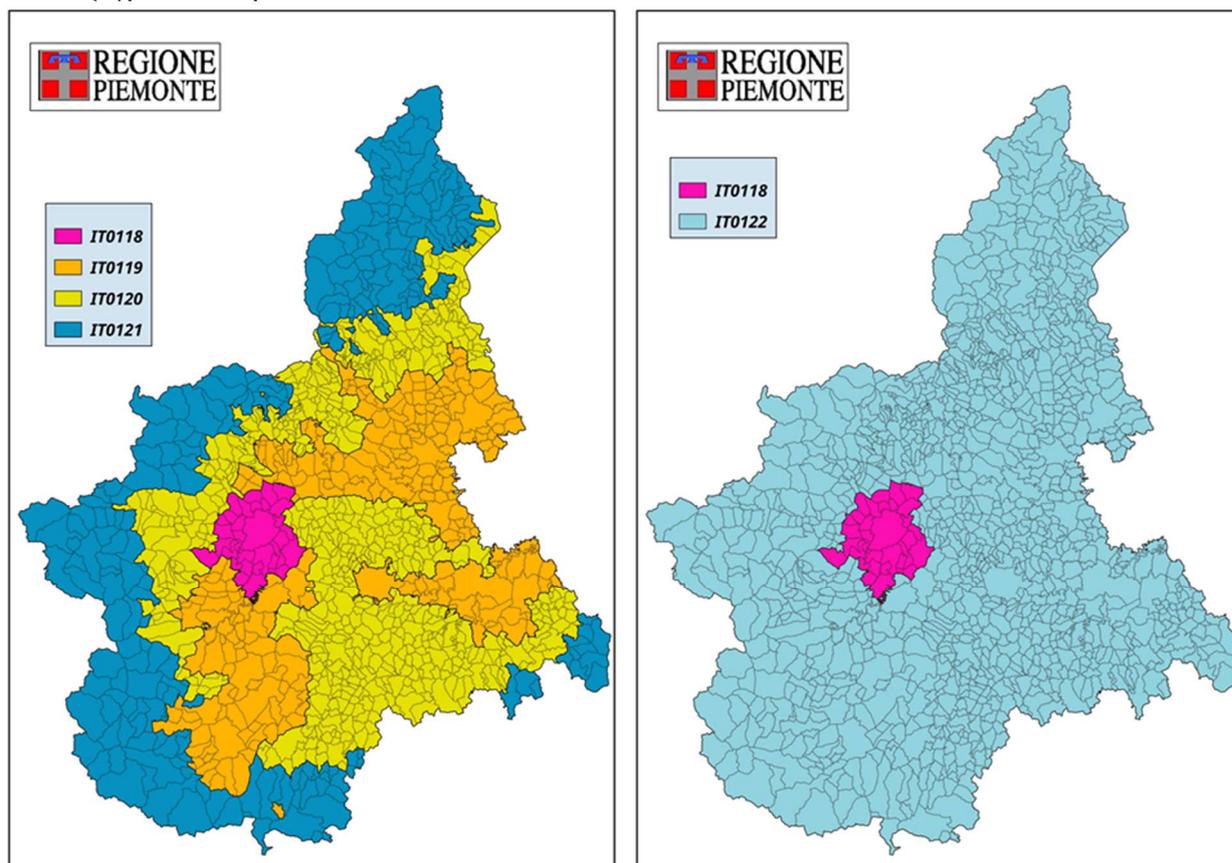


Figura 2: Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione regionale per tutti gli inquinanti considerati (figura di sinistra) e per l'ozono (figura di destra) (Fonte: DGR24-903 del 30/12/2019)

Le principali caratteristiche dell'agglomerato di Torino (IT0118) e delle tre zone individuate a livello regionale (IT0119 zona denominata Pianura, IT0120 zona denominata Collina e IT0121 zona denominata Montagna), confermate e aggiornate dalla DGR del 30/12/2019, sono riportate in Tabella 2.

	u.m.	Agglomerato Torino IT0118	Zona pianura IT0119	Zona collina IT0120	Zona montagna IT0121	Zona Piemonte IT0122	Regione
N° Comuni		33	268	646	234	1.148	1.181
Popolazione	ab	1.532.332	1.322.596	1.338.980	181.098	2.842.674	4.375.006
Superficie	km ²	838	6.623	8.801	9.125	24.549	25.389
Densità abitativa	ab/km ²	1.828,12	199,70	152,14	19,85	115,80	172,32
Densità em. PM10	t/km ²	2,32	0,94	0,91	0,23	0,67	0,72
Densità em. Nox	t/km ²	13,51	3,45	2,02	0,27	1,75	2,14
Densità em. COV	t/km ²	19,09	7,58	6,85	5,03	6,37	6,79
Densità em. NH3	t/km ²	2,87	3,99	1,12	0,26	1,57	1,62

Tabella 2: Principali caratteristiche dell'agglomerato e delle tre zone individuate (Fonte: DGR Regione Piemonte 24-903 del 30/12/2019)

PRINCIPALI FATTORI METEOCLIMATICI

Le situazioni meteorologiche 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 a 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/m3]		Media anno
Ozono	Soglia di informazione	180 [µg/m3]	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	Media oraria
	Soglia di allarme	240[µg/m3]		Media oraria
	Valore limite per la protezione della salute umana	120 [µg/m3]		Media su 8 ore massima giornaliera
	Protezione della vegetazione	AOT40 6000 [µg/m3*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. È 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)

È 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 generato 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 aero-disperse aventi diametro aerodinamico inferiori o uguali a 10 μm ;
- PM2,5 insieme di particelle aero-disperse 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 extra-toracico (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 possono 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 aero-disperso 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. È 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 multipunto, secondo le disposizioni della normativa vigente (DM 30 marzo 2017), così come le modalità con le quali si effettuano i rilevamenti. In tabella 4 si riportano le strumentazioni, i metodi applicati e il principio di misura per ciascun inquinante.

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	GC-MS
As-Cd-Ni-Pb	Analisi su particolato PM10 mediante ICP- MS	ARPA U.RP.M429 UNI EN 14902/2005	ICP-MS
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	Syntech GC 955-600

Tabella 4: elenco strumentazione e principio di misura

OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

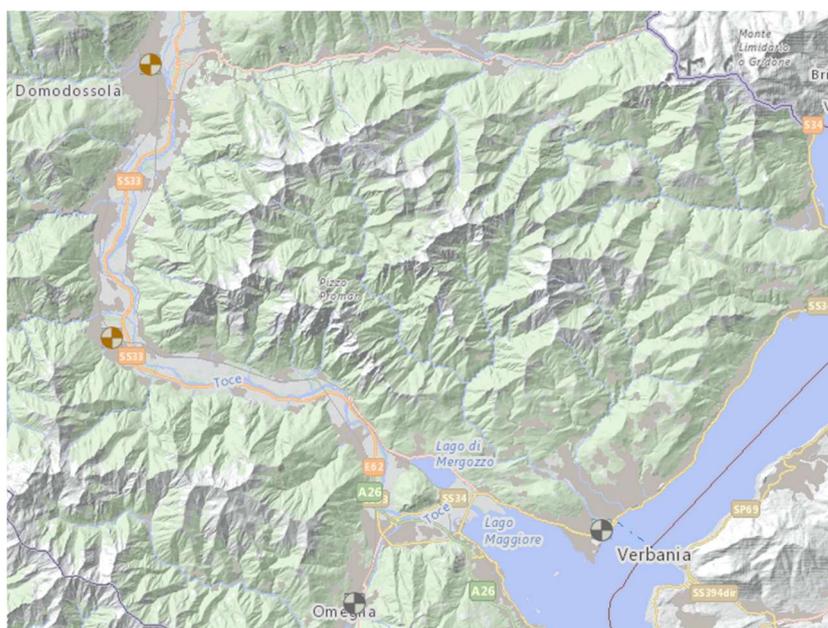
Il monitoraggio della qualità dell'aria è stato svolto da Arpa Piemonte, Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Est, su richiesta dell'Amministrazione Comunale, con lo scopo di valutare l'impatto del traffico veicolare sulla qualità dell'aria della zona (Corso Europa), in ragione degli intensi flussi di traffico veicolare, leggero e pesante, che interessano il tratto urbano della strada statale n. 34.

La strada statale n. 34 del Lago Maggiore, dopo l'attraversamento dei centri urbani di Verbania, prosegue seguendo il litorale del Lago Maggiore e di fatto è l'unica infrastruttura che serve la sponda occidentale dell'alto lago, collegando l'Italia con la Svizzera. La strada pertanto è interessata oltre che dal traffico locale e commerciale, dal traffico merci, da quello del turismo e dei lavoratori frontalieri.

In relazione ai riferimenti normativi previsti dal D.lgs. 155/2010, il monitoraggio svolto fornisce delle misurazioni indicative della qualità dell'aria ambiente.

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 non soddisfa appieno l'obiettivo di qualità dei dati relativo al periodo minimo di copertura del 14%, ossia 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 di effettuare considerazioni di tipo comparativo con le misurazioni effettuate nello stesso periodo, dalle stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA), nel caso specifico ubicate a Verbania, Omegna, Domodossola, Pieve Vergonte, Borgomanero, Oleggio e Novara-Roma.

In figura 4 sono visualizzate le stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento, in provincia di Verbania e Novara, prese a riferimento per la comparazione.



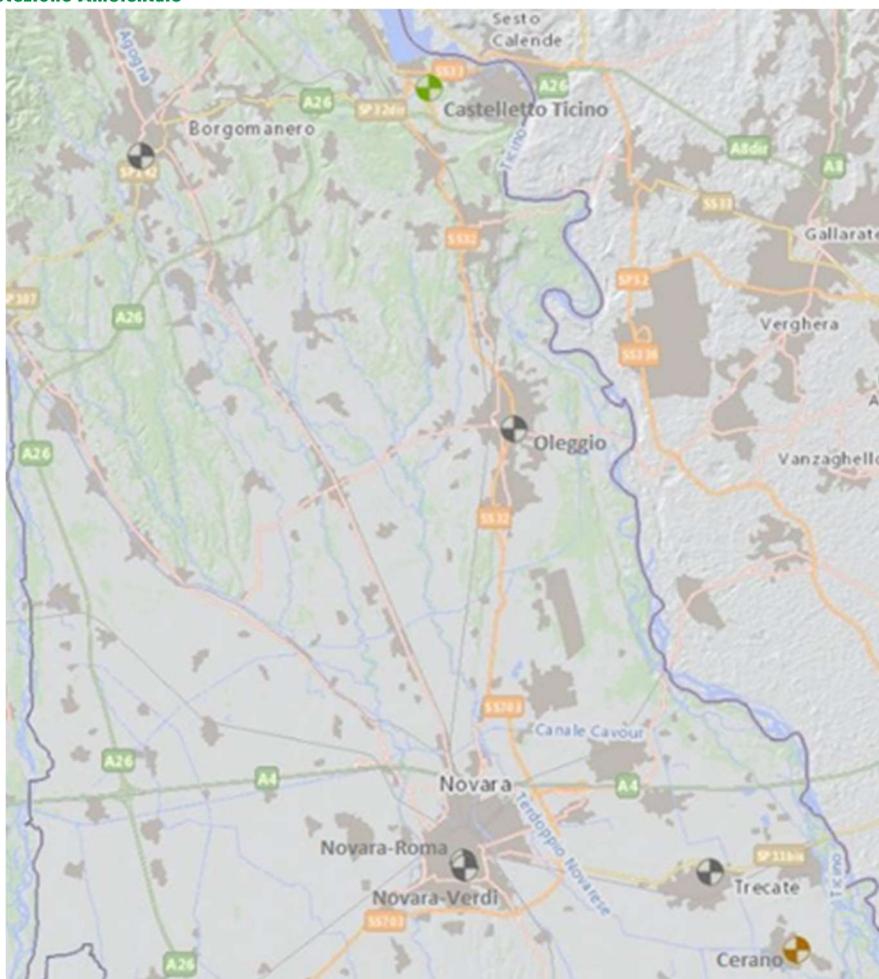


Figura 4: mappa con alcune stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria in provincia di Verbania (sopra) e Novara (fonte: Base topografica transfrontaliera Geoportale ARPA Piemonte)

 stazione suburbana
  stazione urbana
  stazione rurale

SITO DI MISURA

Il sito di misura è localizzato in Comune di Verbania (figure 5 e 6), lungo la strada statale n. 34 del Lago Maggiore, in Corso Europa e l'attività di monitoraggio è stata effettuata dal 30/09/2020 al 30/11/2020.

Il territorio comunale si estende per 37,62 Km² per un'altitudine media di 197 m s.l.m.; presenta una densità abitativa di circa 808 ab/Km² con una popolazione di circa 30391 abitanti (Istat 2019).

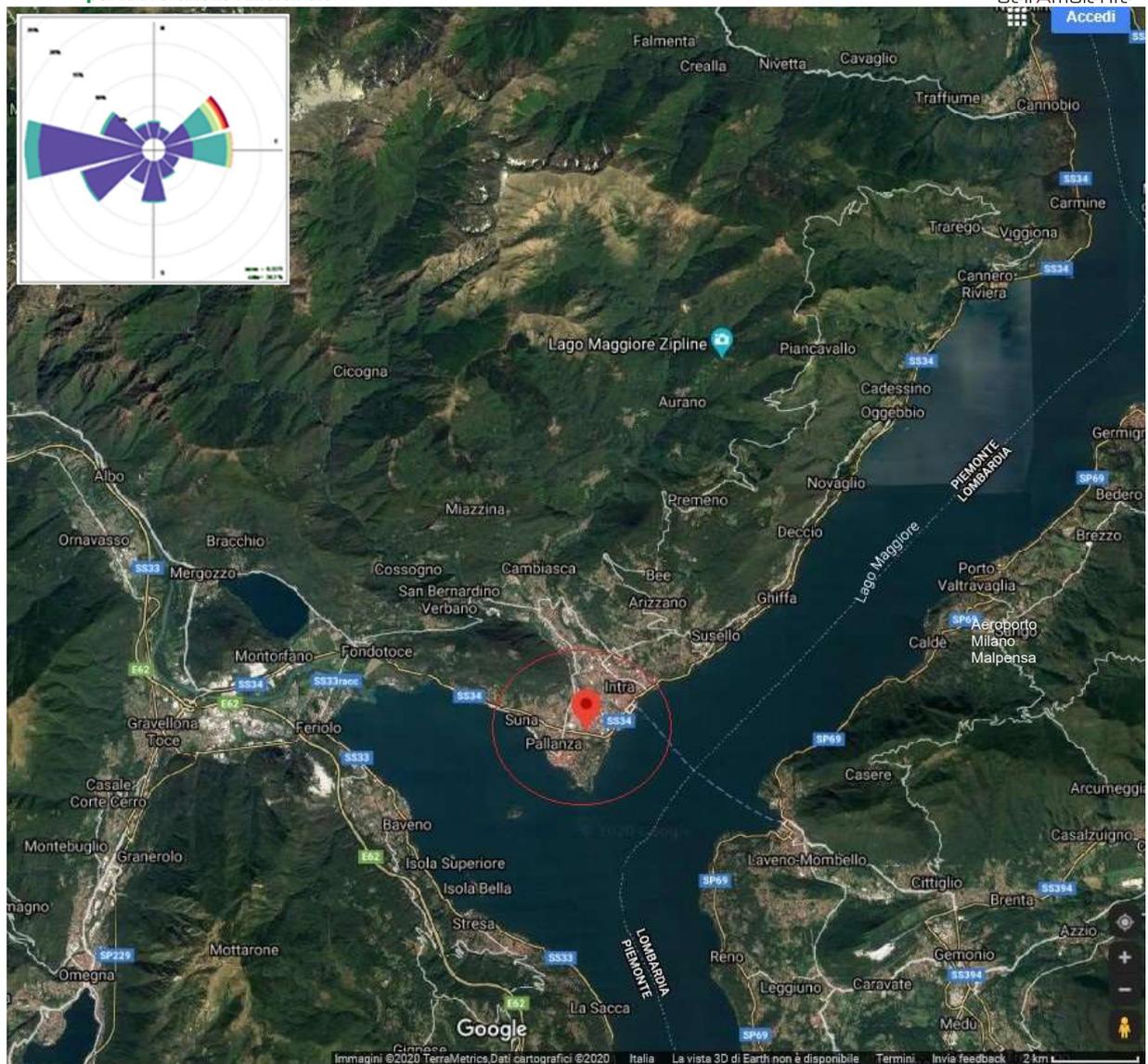


Figura 5: Contesto territoriale (fonte Google Maps).

Le stazioni di misura della qualità dell'aria sono classificate a seconda della tipologia e delle caratteristiche della zona dove sono ubicate e devono essere il più possibile rappresentative dello stato di qualità dell'aria dell'agglomerato o della zona dove sono poste.

Le stazioni di fondo (o background) sono ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento misurato non sia prevalentemente influenzato da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito. Per le stazioni di fondo ubicate in siti urbani, l'area di rappresentatività della qualità dell'aria è pari ad alcuni km².

Le stazioni di traffico sono ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, proveniente da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta. Le aree in cui sono ubicate queste stazioni sono caratterizzate da rilevanti gradienti di concentrazione. Sono rappresentative della qualità dell'aria su un tratto di strada di almeno 100 m o 200 m², secondo l'inquinante considerato.

Le stazioni di misurazione devono essere ubicate in modo tale da risultare, per quanto possibile, rappresentative anche di aree simili a quelle in cui si trovano, così che l'area di rappresentatività possa essere estesa alle aree simili.

Il sito di monitoraggio può essere assimilato a una stazione di misurazione di traffico, in zona di tipo urbana, a carattere 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.

<i>Sito</i>	<i>Tipo di stazione</i>	<i>Tipo di zona</i>	<i>Caratterizzazione della zona</i>	<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>Distanza in linea d'aria sito</i>
Verbania-MM	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 466127 Y: 5086052	
Verbania-Gabardi	Fondo	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 466312 Y: 5086400	ca. 0,4 Km
Omegna-Crusinallo	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 454677 Y: 5082975	ca. 11,8 Km
Pieve Vergonte-Industria	Fondo	Suburbana	Agricola	X: 443409 Y: 5095610	ca. 24,6 Km
Domodossola-Curotti	Fondo	Suburbana	Residenziale/Commerciale	X: 445313 Y: 5108469	ca. 30,6 Km
Borgomanero-Molli	Traffico	Urbana	Residenziale	X: 457832 Y: 5059686	ca. 27,6 Km
Oleggio-Gallarate	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 472317 Y: 5048945	ca. 37,7 Km
Novara-Roma	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 470256 Y: 5031939	ca. 54,3 Km

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

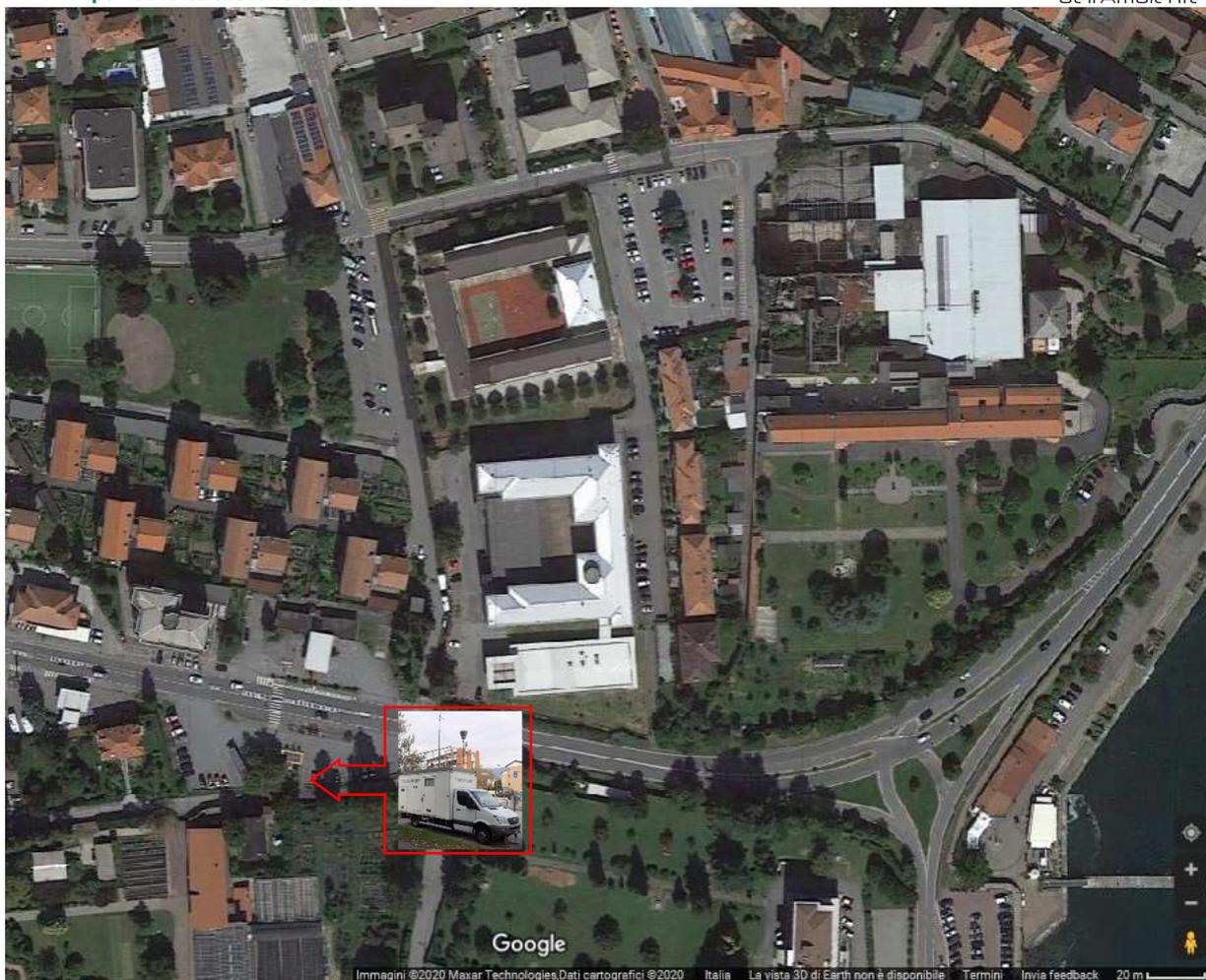


Figura 6: sito di monitoraggio Verbania – Corso Europa (fonte: Google maps)

RISULTATI

I valori di concentrazione misurati nel sito oggetto di indagine sono riferiti e organizzati in grafici e tabelle, suddivisi per parametro. I dati rilevati 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).

I dati elaborati sono riferiti al periodo 01/10/2020 – 30/11/2020, in quanto si considerano solo le giornate di campionamento complete.

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 inferiore rispetto a limiti prescrittivi annuali.

Lo stile grafico adottato per le tabelle di reportistica permette, attraverso l'uso di colori, di fornire indicazioni della qualità dell'aria relativa ai valori riscontrati e limitatamente al periodo monitorato, secondo il seguente ordine: **verde scuro** molto buona, **verde chiaro** buona, **giallo** moderatamente buona, **arancio** moderatamente insalubre, **rosso** insalubre.

I valori di range qualitativi sono indicati nella specifica tabella di riferimento prodotta per ogni inquinante.

Biossido di Zolfo (SO₂)

I valori di biossido di zolfo (SO₂), misurati con il laboratorio mobile, presentano una concentrazione media giornaliera di 6 µg/m³ (tabella 6), con una massima media oraria di 10 µg/m³, registrata il 20/11/2020 alle ore 05:00.

L'inquinante non presenta variazioni significative negli andamenti settimanali e giornalieri (figure 9, 10 e 11); le concentrazioni maggiori si rilevano nelle ore centrali della giornata e nei giorni centrali della settimana, con variazioni comunque molto contenute.

Le concentrazioni misurate sono basse e confrontabili con quelle rilevate presso le altre stazioni della Rete Regionale messe a confronto (figure 7 e 8) e più in generale con quanto generalmente viene riscontrato a livello regionale. L'inquinante non evidenzia criticità attestandosi molto al di sotto dei limiti previsti dalla normativa, con valori prossimi ai limiti della rilevabilità strumentale.

La qualità dell'aria, rispetto ai valori riscontrati, risulta pertanto **molto buona** (tabella 7).

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Verbania MM	Pieve Vergonte	Novara- Roma
Minima media giornaliera	6	4	3
Massima media giornaliera	8	6	8
Media delle medie giornaliere:	6	4	5
Giorni validi	58	61	61
Percentuale giorni validi	95%	100%	100%
Media dei valori orari	6	4	5
Massima media oraria	10	11	14
Ore valide	1398	1455	1453
Percentuale ore valide	95%	99%	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0	0	0

Tabella 6: reportistica Biossido di Zolfo

Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
Biossido di Zolfo (SO ₂)	oraria	microgrammi / metro cubo	<140	140-210	210-350	350-500	>500
Biossido di Zolfo (SO ₂)	giornaliera	microgrammi / metro cubo	<50	50-75	75-125	125-150	>150

Tabella 7: valori di range qualitativi Biossido di Zolfo

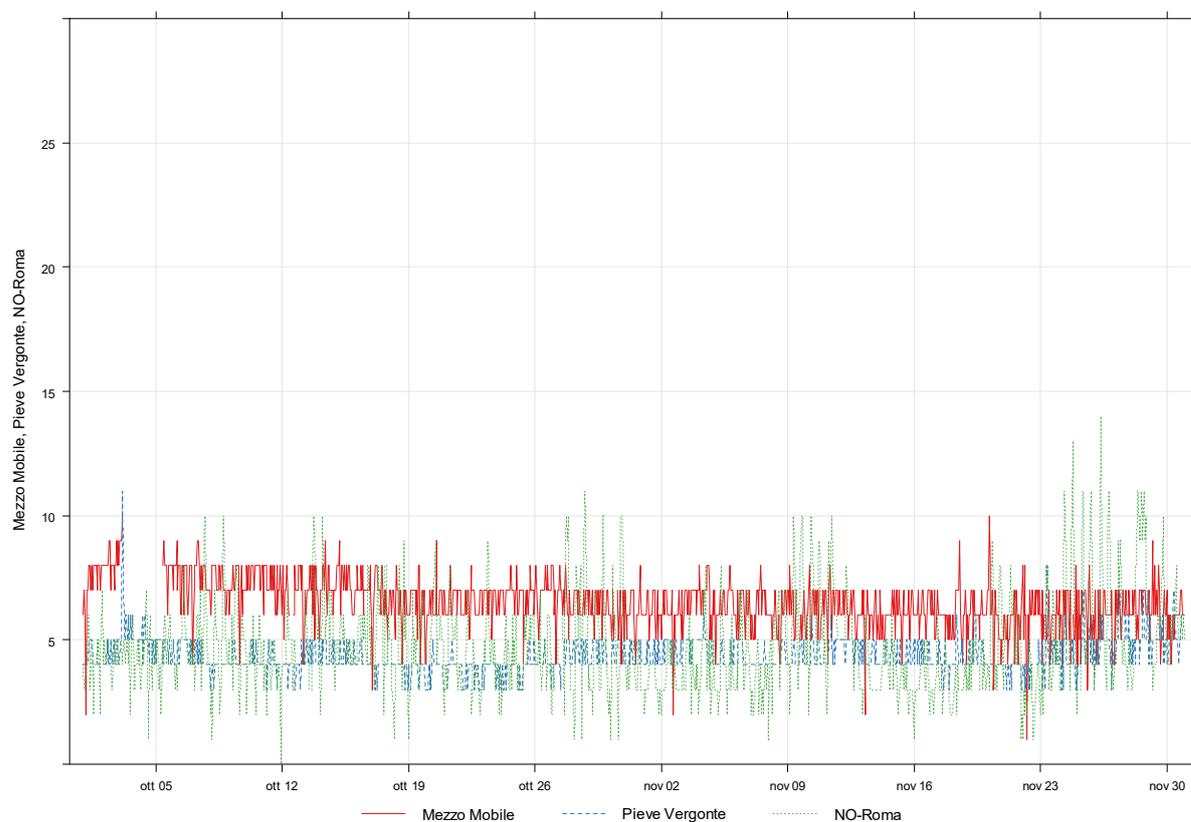


Figura 7: confronto delle medie orarie di Biossido di Zolfo

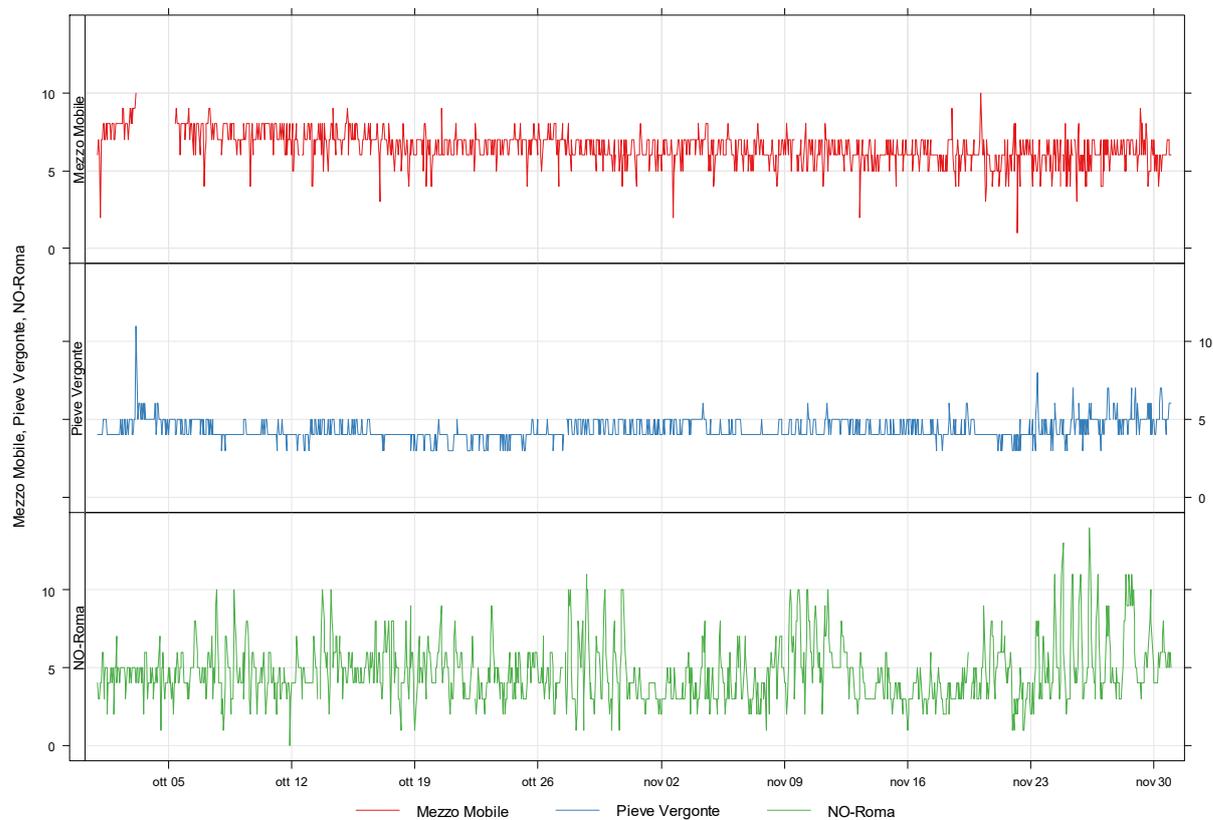


Figura 8: confronto delle medie orarie di Biossido di Zolfo

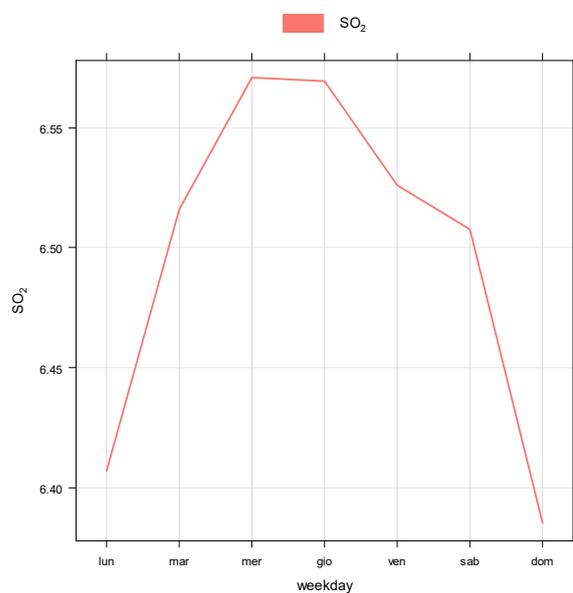


Figura 9: settimana tipo - Biossido di Zolfo

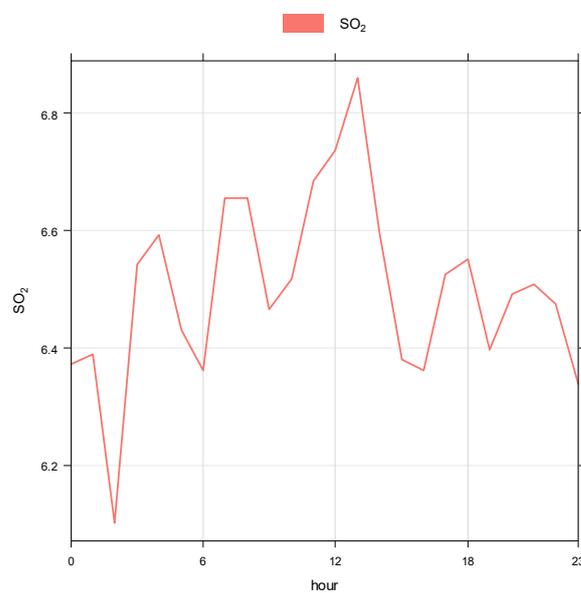


Figura 10: giorno tipo - Biossido di Zolfo

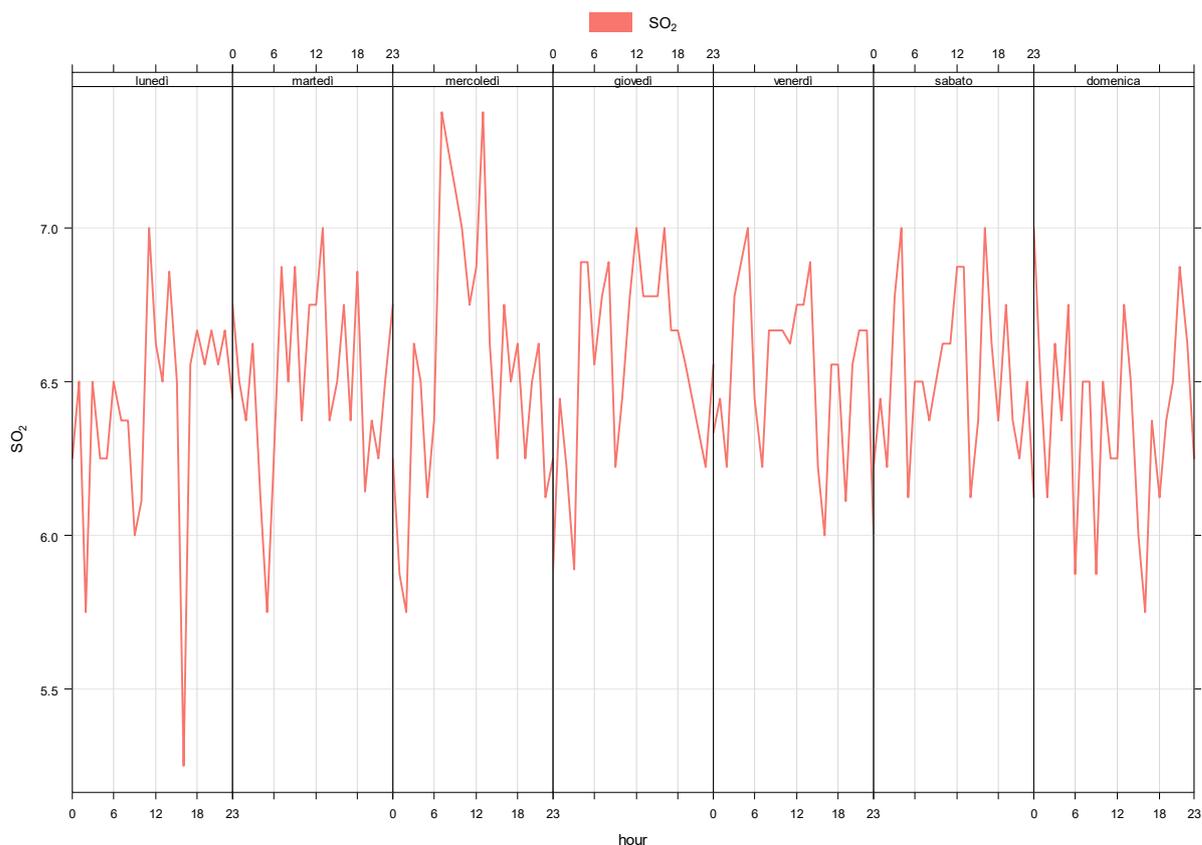


Figura 11: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Biossido di Zolfo

Biossido di Azoto (NO₂)

Le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) rilevate presso il sito di monitoraggio, presentano valori medi orari pari a 20 µg/m³ (tabella 8) e una massima media giornaliera di 36 µg/m³, registrata il 24/11/2020; il massimo valore orario raggiunto è stato di 66 µg/m³ (11/11/2020 ore 18:00) 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 confrontabili con le stazioni di fondo, quali Verbania, Pieve Vergonte e Domodossola, rispetto alle stazioni di traffico prese a riferimento, quali Omegna, Borgomanero, Oleggio e Novara-Roma (grafici di figura 12, 13 e 14), che invece presentano concentrazioni di inquinante maggiori, sia in termini di valori medi che massimi.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania-Gabardi	Omegna	Pieve Vergonte	Domodossola	Borgomanero	Oleggio	NO-Roma
Minima media giornaliera	10	7	12	2	4	18	13	10
Massima media giornaliera	36	34	43	28	27	53	64	55
Media delle medie giornaliere:	21	19	27	15	18	33	35	34
Giorni validi	58	61	61	61	61	61	61	61

Percentuale giorni validi	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	20	19	27	15	18	32	35	34
Massima media oraria	66	62	75	55	65	95	121	95
Ore valide	1398	1457	1457	1455	1449	1453	1450	1452
Percentuale ore valide	95%	100%	100%	99%	99%	99%	99%	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 8: reportistica Biossido di Azoto

Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
Biossido di Azoto (NO ₂)	oraria	microgrammi / metro cubo	<100	100-140	140-200	200-300	>300
Biossido di Azoto (NO ₂)	annuale oraria	microgrammi / metro cubo	<26	26-32	32-40	40-60	>60

Tabella 9: valori di range qualitativi Biossido di Azoto

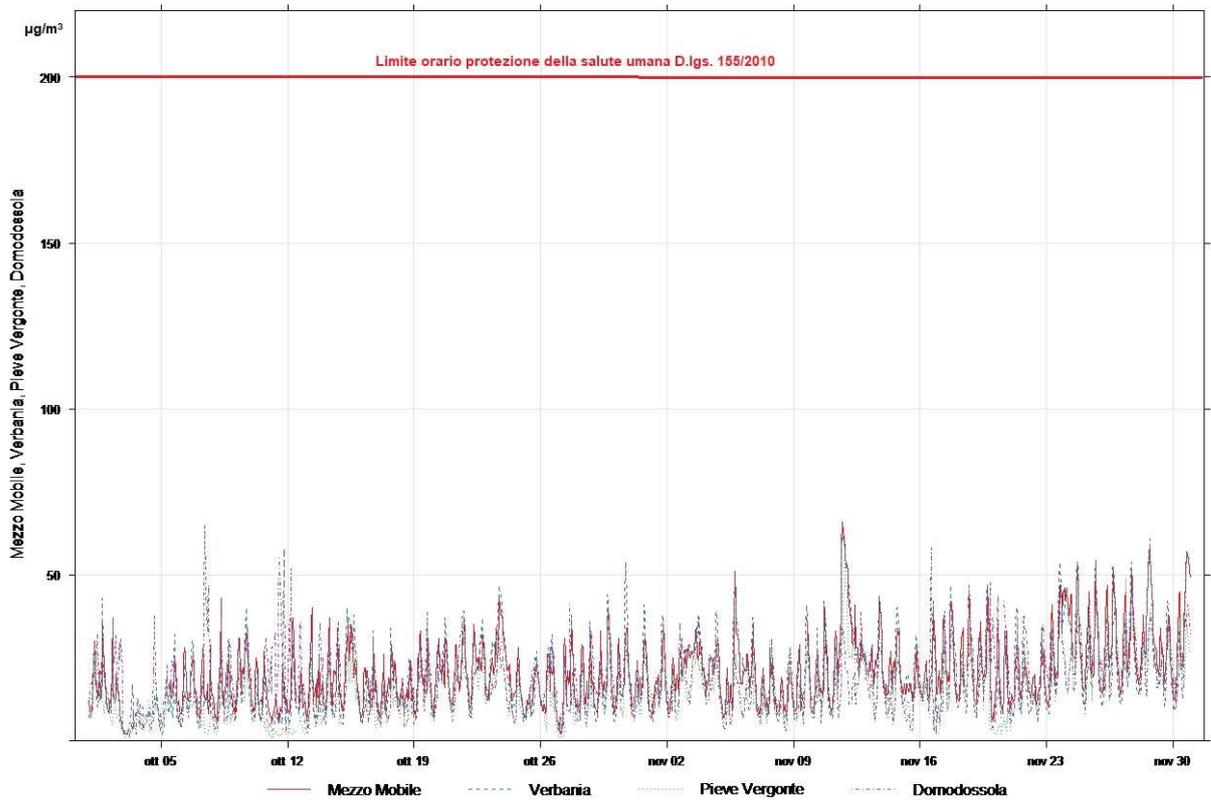


Figura 12: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto stazioni RRQA di fondo

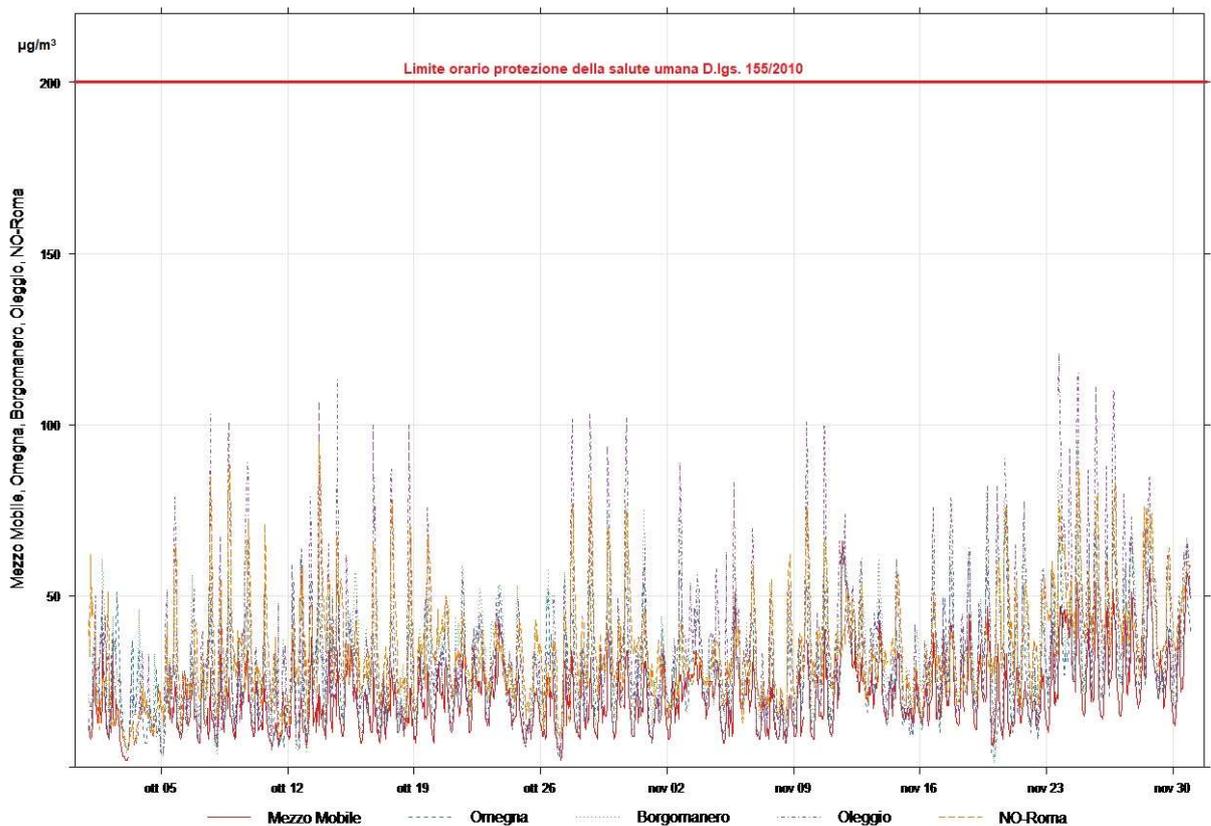


Figura 13: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto stazioni RRQA di traffico

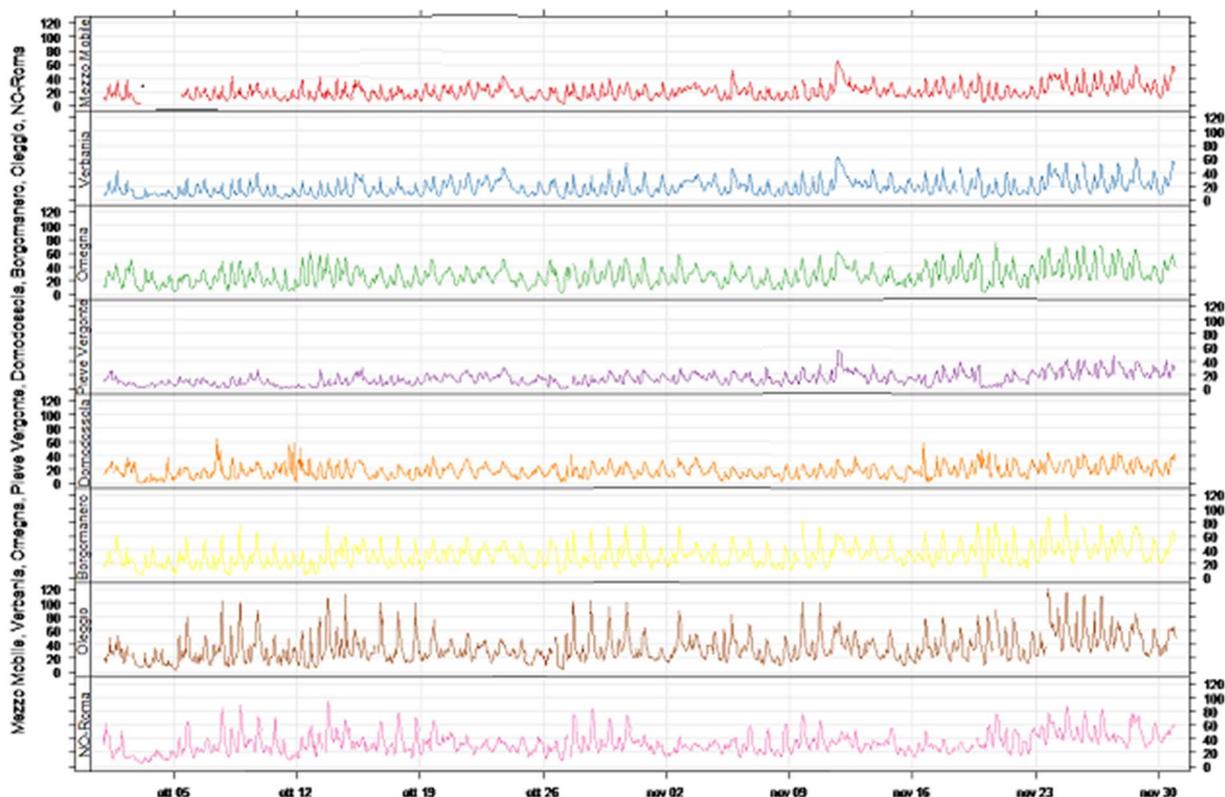


Figura 14: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

Presso il sito di monitoraggio, l'andamento giornaliero, delle concentrazioni di biossido di azoto, presenta i valori maggiori nelle prime ore del mattino (07:00 – 09:00) e del tardo pomeriggio (17:00 – 19:00), trovando corrispondenza con l'andamento del traffico veicolare e l'accensione degli impianti termici (figure 16 e 17).

L'andamento settimanale mostra una diminuzione delle concentrazioni nei giorni di sabato e domenica e, in particolare, nel picco del mattino (figure 15 e 17), mentre le concentrazioni maggiori si registrano nei giorni centrali della settimana, dal martedì al giovedì.

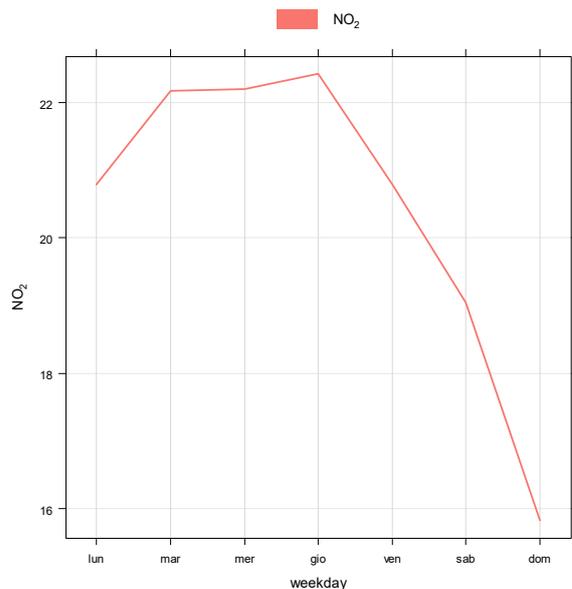


Figura 15: settimana tipo – Biossido di Azoto

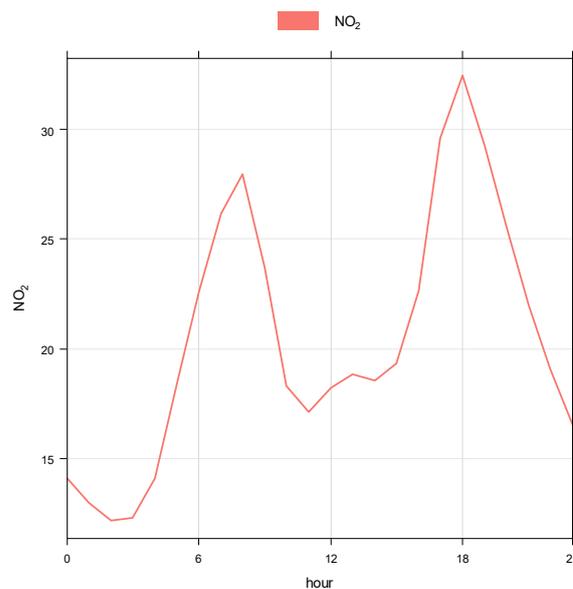


Figura 16: giorno tipo – Biossido di Azoto

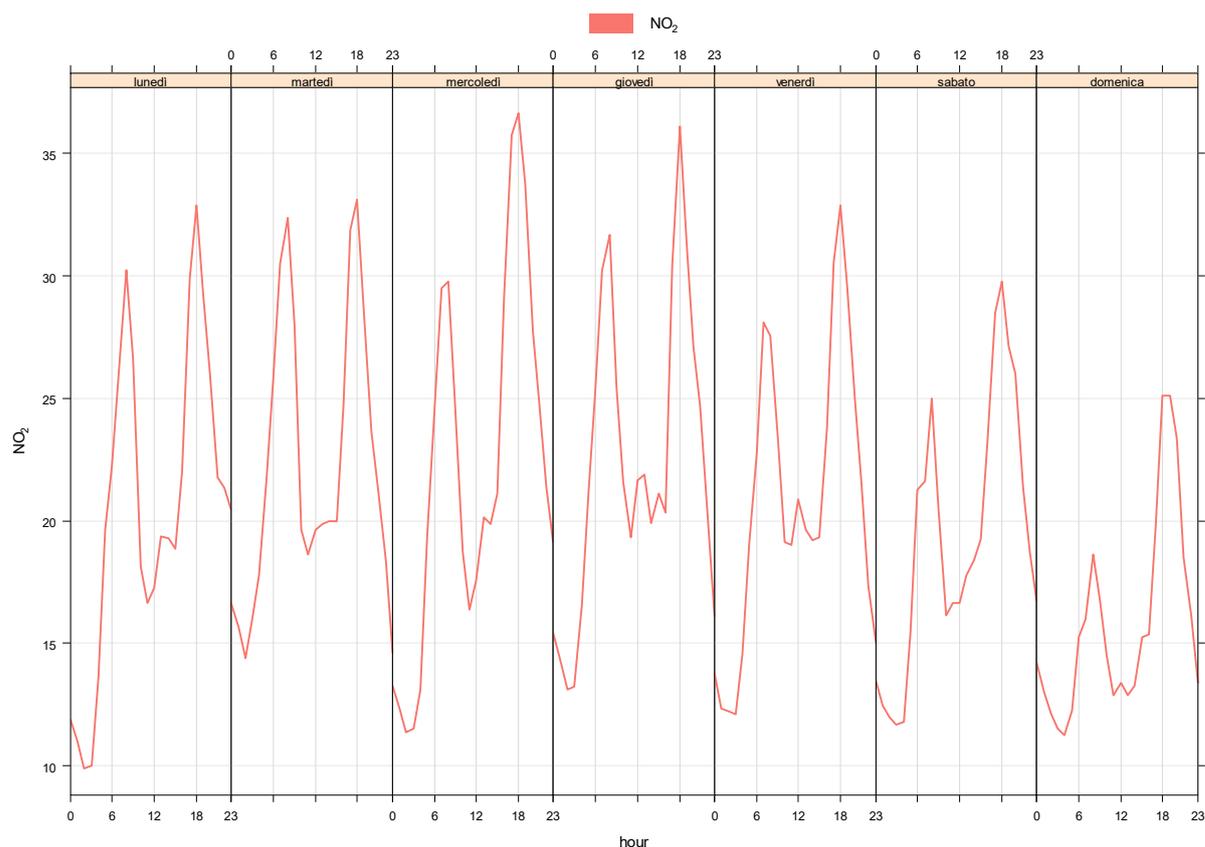


Figura 17: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Biossido di Azoto

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 (1398 per il Mezzo Mobile e tra 1449 e 1457 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 risulta evidente come il sito di indagine presenti concentrazioni dell'inquinante confrontabili con le stazioni di fondo della RRQA prese a riferimento, rispetto alle stazioni di traffico.

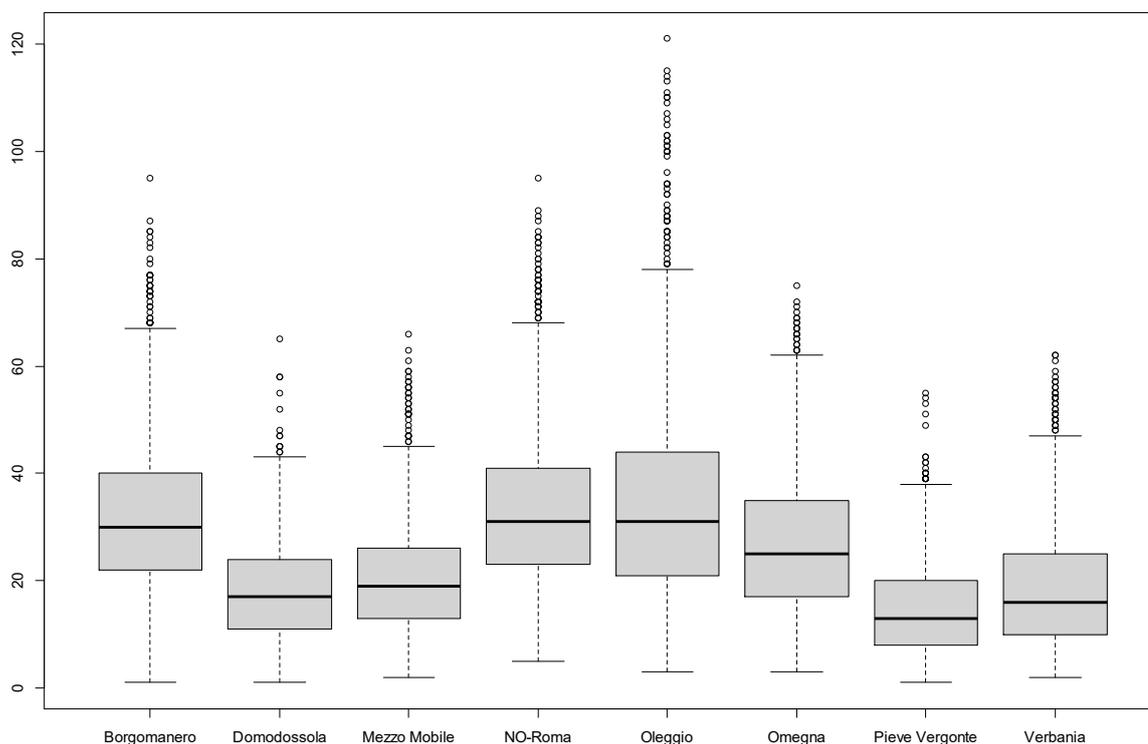


Figura 18: Box Plot Biossido di Azoto

Dal confronto degli andamenti medi orari nei diversi giorni della settimana (figura 19), emerge una maggiore similitudine tra il sito di indagine e la stazione di Verbania, rispetto alle altre stazioni di fondo, mentre risultano evidenti le differenze rispetto alle stazioni di traffico (figura 20).

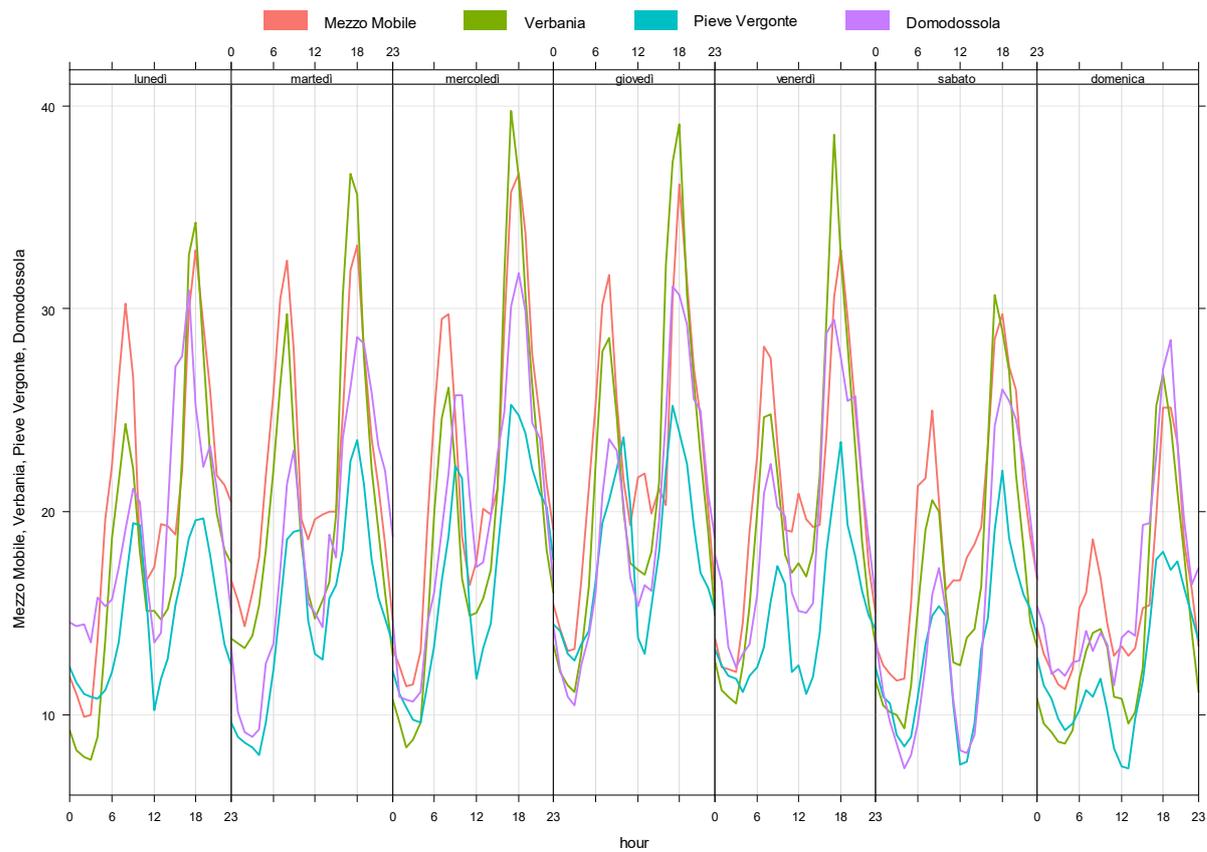


Figura 19: confronto andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Biossido di Azoto – Mezzo Mobile – stazioni di fondo RRQA

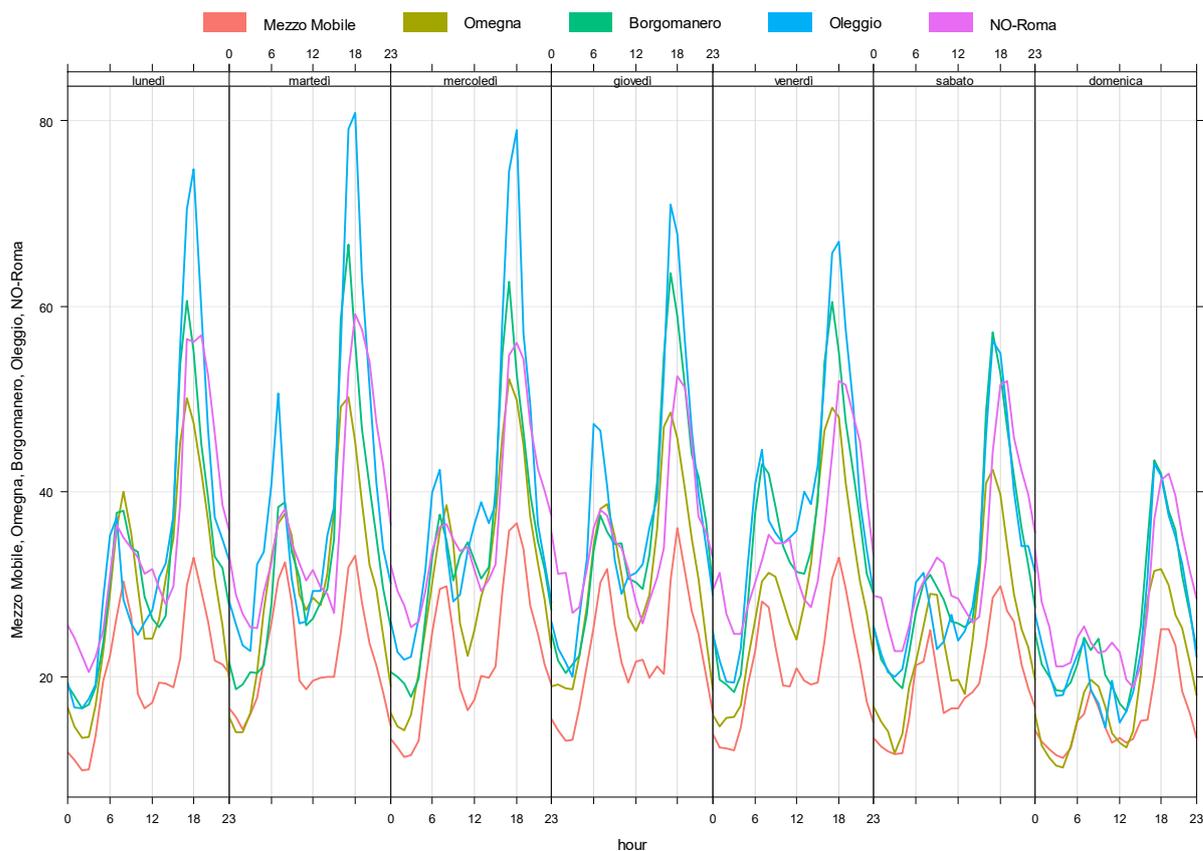


Figura 20: confronto andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Biossido di Azoto – Mezzo Mobile – stazioni di traffico RRQA

Il grafico bivariato in coordinate polari (polar plot), permette di valutare, rispetto al punto di misura, la variazione delle concentrazioni dell'inquinante in funzione della direzione e velocità del vento. La coordinata radiale indica la velocità del vento (m/s), l'angolo polare individua la direzione (gradi Nord), mentre nel piano sono riprodotte le concentrazioni, in base alla legenda con gradiente di colore.

Il grafico polar plot, per il biossido di azoto (figura 21), evidenzia, presso il sito di monitoraggio, le concentrazioni maggiori quando i venti arrivano da Nord-Ovest e con velocità comprese tra circa 1,0 e 1,5 m/sec. In base alle condizioni anemologiche del sito (vedi § "Caratterizzazione meteorologica" figure 72 e 73), si può supporre un apporto di inquinante nelle ore serali, quando i venti presentano una prevalenza da Nord-Ovest e si rilevano le concentrazioni maggiori.

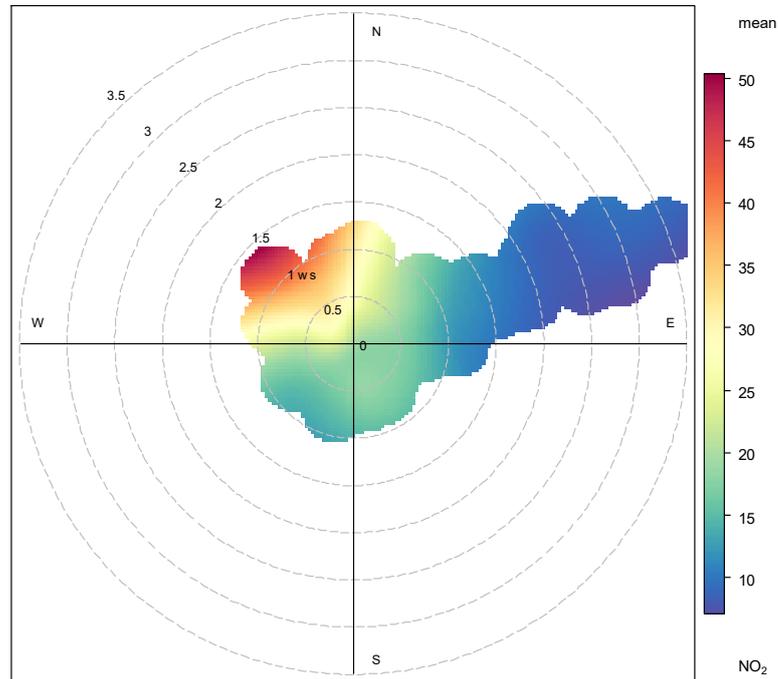


Figura 21: Polar Plot Biossido di Azoto

Presso il sito di monitoraggio, la qualità dell'aria, rispetto ai valori riscontrati di biossido di azoto, risulta quindi **molto buona** (tabella 9).

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 atmosferico di origine secondaria.

Le concentrazioni rilevate, presso il sito di monitoraggio, presentano valori medi giornalieri pari a $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabella 10); il massimo valore orario raggiunto è stato di $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il 30/11/2020 alle ore 09:00.

Come per il biossido di azoto, le concentrazioni medie di monossido risultano maggiormente confrontabili con le stazioni di fondo della RRQA, prese a riferimento, rispetto alle stazioni di traffico (grafici di figura 22, 23 e 24), che presentano mediamente concentrazioni di inquinante maggiori.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania-Gabardi	Omegna	Pieve Vergonte	Domo-dossola	Borgo-manero	Oleggio	NO-Roma
Minima media giornaliera	5	2	6	2	2	4	5	4
Massima media giornaliera	21	14	91	16	30	54	97	78
Media delle medie giornaliere:	12	6	35	6	15	19	35	32
Giorni validi	58	61	61	61	61	61	61	61
Percentuale giorni validi	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	12	6	35	6	14	19	35	32
Massima media oraria	96	59	284	76	137	157	407	212
Ore valide	1398	1456	1457	1455	1449	1453	1450	1452
Percentuale ore valide	95%	99%	100%	99%	99%	99%	99%	99%

Tabella 10: reportistica Monossido di Azoto

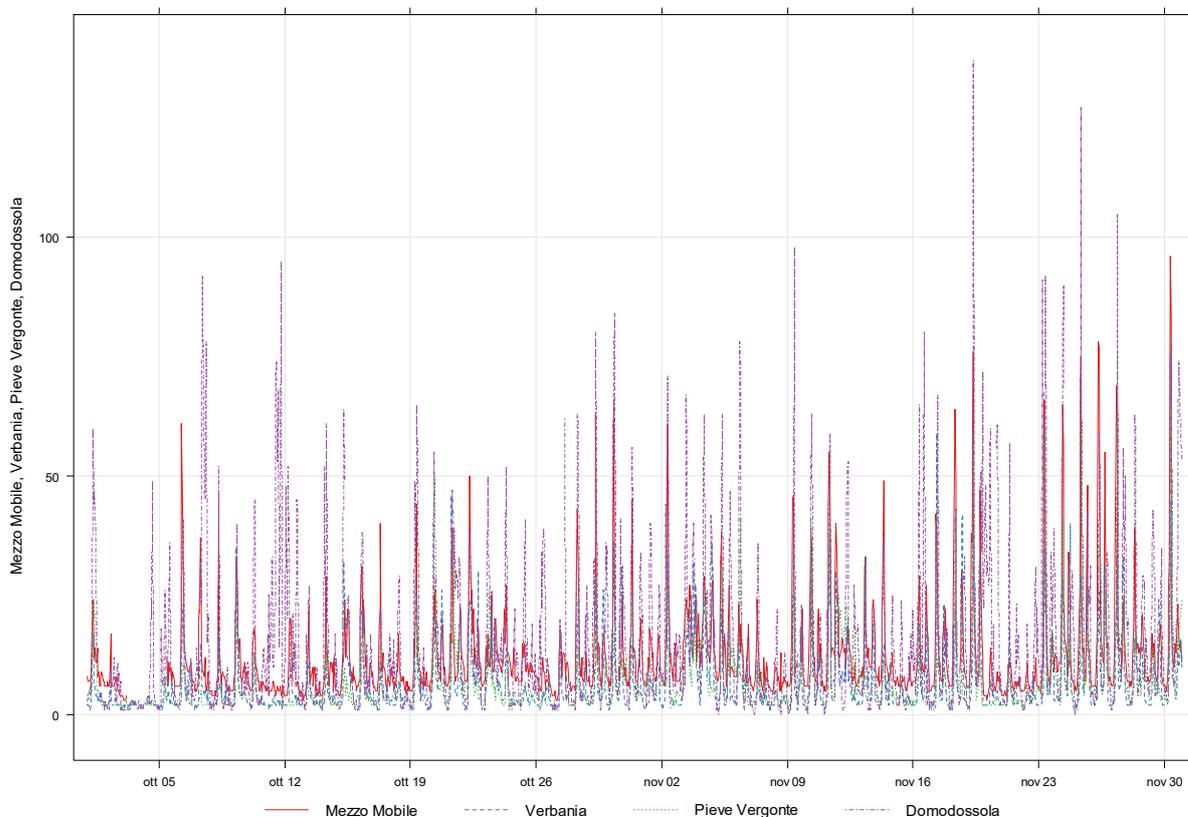


Figura 22: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto stazioni RRQA di fondo

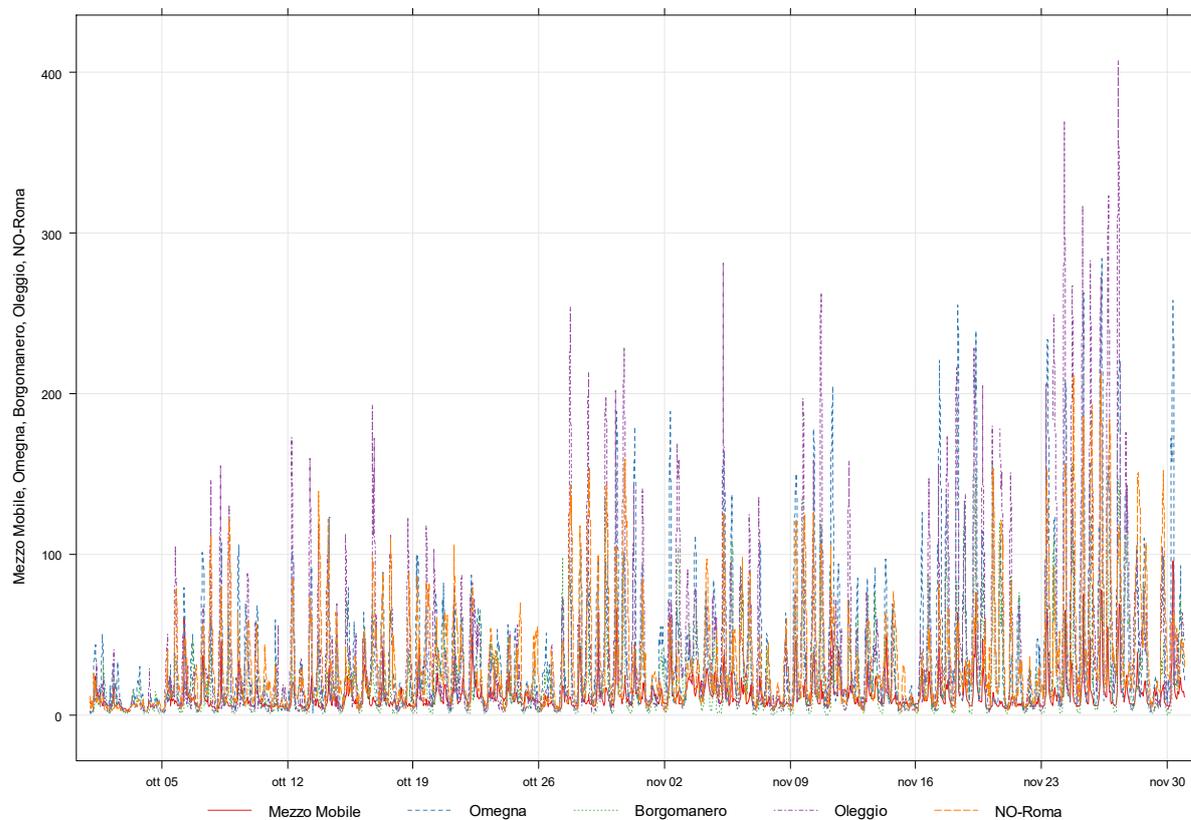


Figura 23: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto stazioni RRQA di traffico



Figura 24: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di monossido di azoto presenta i valori più alti nelle ore centrali del mattino (figure 23 e 24) e variazioni coerenti con l'andamento del traffico veicolare.

L'andamento settimanale mostra concentrazioni di inquinante più alte nei primi giorni della settimana, in analogia al biossido di azoto, e un picco significativo il lunedì mattina (figure 22 e 24).

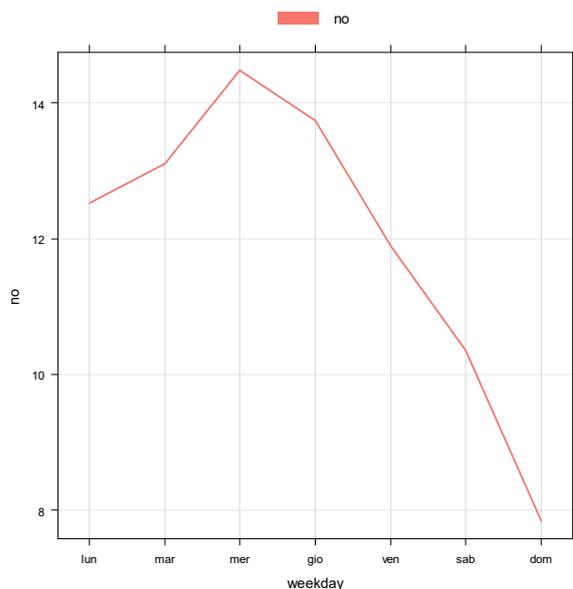


Figura 25: settimana tipo – Monossido di Azoto

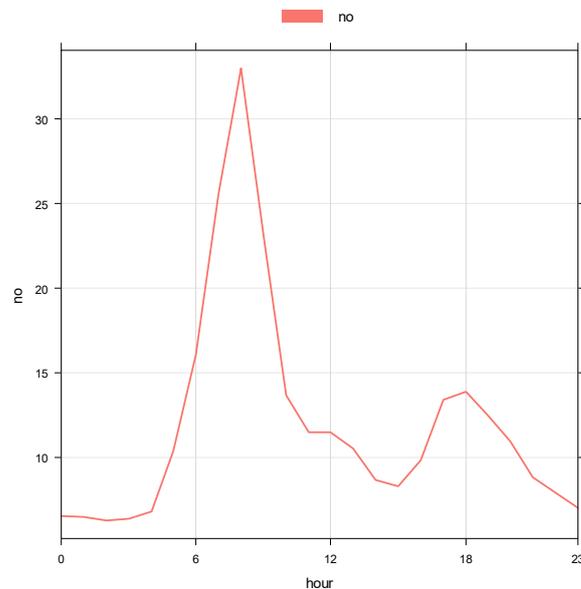


Figura 26: giorno tipo – Monossido di Azoto

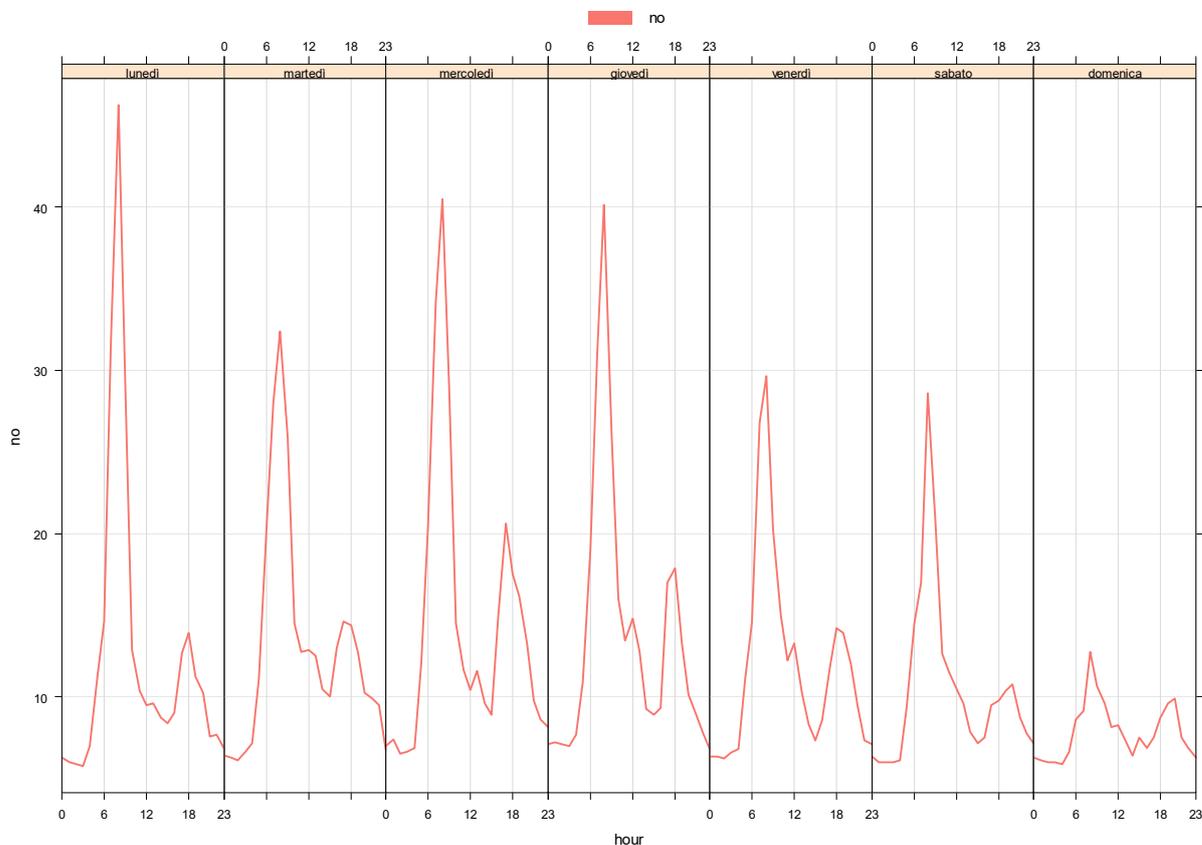


Figura 27: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Azoto

Il grafico box-plot (figura 28) mette in evidenza come l'inquinante presenti, presso il sito di indagine, concentrazioni e variazioni simili alle stazioni classificate di fondo, quali Verbania, Pieve Vergonte e Domodossola, rispetto alle stazioni di traffico, che invece presentano concentrazioni medie giornaliere maggiori e soprattutto massime medie orarie sostenute (tabella 10 e figure 22, 23, 24 e 28).

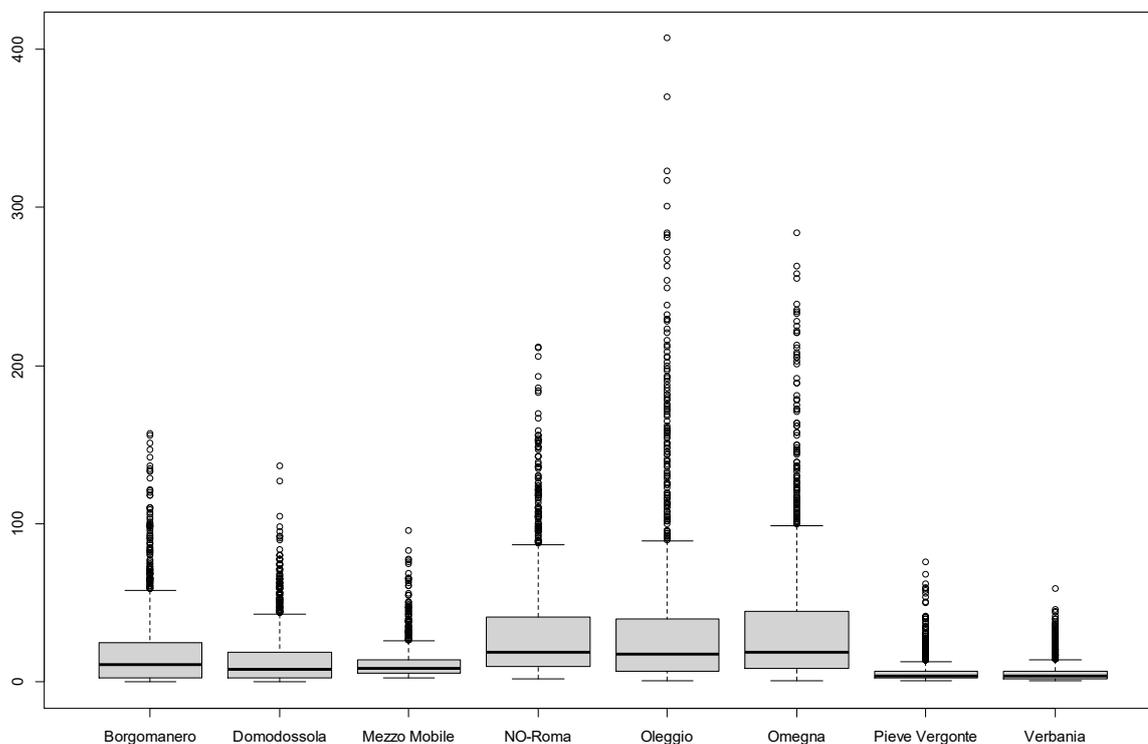


Figura 28: Box Plot Monossido di Azoto

Il grafico polar plot, per il monossido di azoto (figura 29), mostra, come per il biossido di azoto, un apporto esterno dall'area di monitoraggio quando i venti arrivano da Nord-Ovest e con velocità comprese tra circa 1,0 e 1,5 m/sec. Si individuano anche concentrazioni maggiori di inquinante in condizioni di calma di vento (velocità inferiore a 0,5 m/sec.), quindi direttamente attribuibili alle emissioni del traffico veicolare in prossimità del punto di misura.

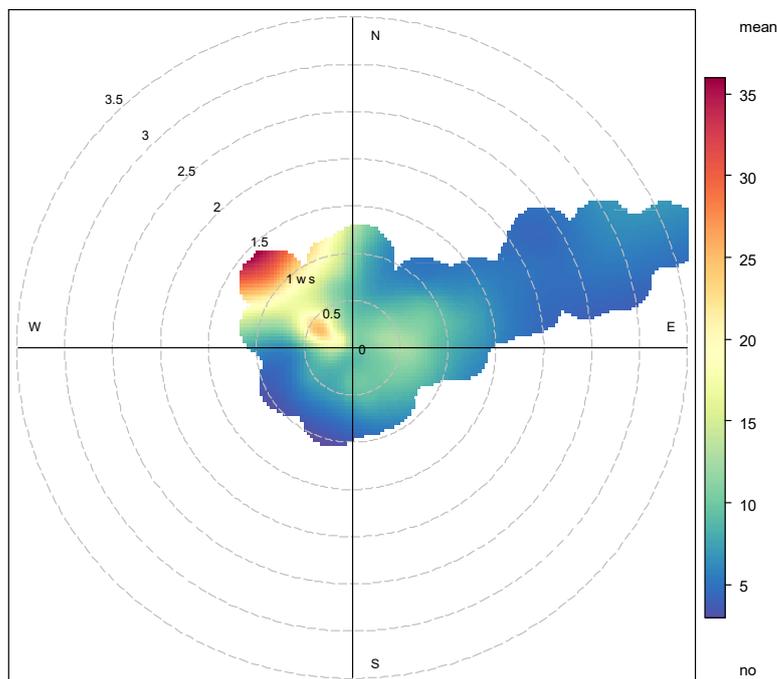


Figura29: Polar Plot Monossido di Azoto

Ozono (O₃)

Le concentrazioni di ozono rilevate durante la campagna di monitoraggio sono risultate basse, presentando l'andamento tipico della stagione autunnale/invernale, caratterizzata da debole irraggiamento solare e temperature basse. Non sono stati quindi registrati superamenti del limite di protezione della salute umana (120 µg/m³ - media mobile 8 h – figura 32), della soglia di informazione (180 µg/m³) e della soglia di allarme (240 µg/m³ - figura 30).

Il massimo valore orario registrato è stato di 89 µg/m³ (03/10/2020) e il massimo delle medie di 8 ore è risultato di 88 µg/m³ (03/10/2020). La media delle medie su 8 ore è risultata pari a 23 µg/m³ (tabella 11).

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania	Pieve Vergonte	Domodossola
Minima media giornaliera	6	8	5	9
Massima media giornaliera	60	77	77	79
Media delle medie giornaliere:	23	30	30	23
Giorni validi	58	61	61	61
Percentuale giorni validi	95%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	23	30	30	23
Massima media oraria	89	97	109	103
Ore valide	1400	1451	1452	1451

Percentuale ore valide	96%	99%	99%	99%
Minimo medie 8 ore	3	5	5	7
Media delle medie 8 ore	23	30	30	23
Massimo medie 8 ore	88	96	97	92
Percentuale medie 8 ore valide	95%	99%	99%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0	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	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0	0	0

Tabella 11: reportistica Ozono

Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
Ozono (O ₃)	oraria	microgrammi / metro cubo	<90	90-180	180-210	210-240	>240
Ozono (O ₃)	8 ore	microgrammi / metro cubo	<60	60-120	120-180	180-240	>240

Tabella 12: valori di range qualitativi Ozono

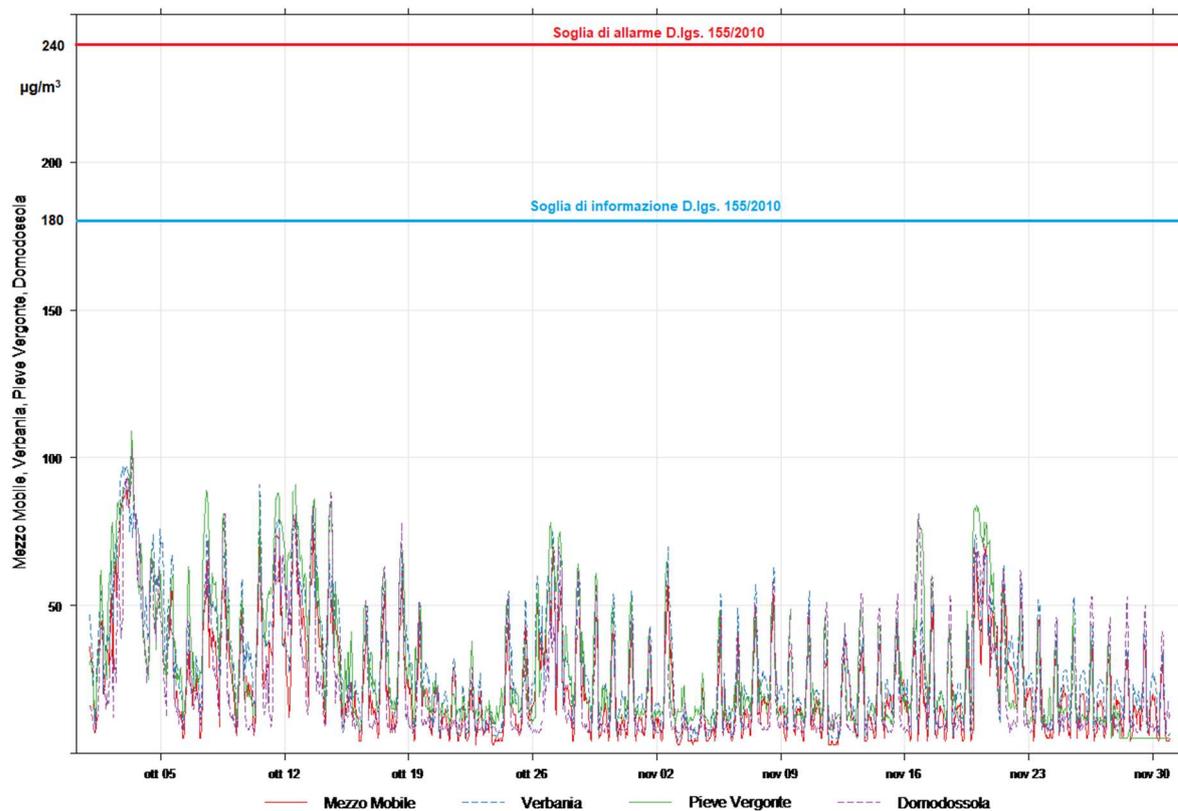


Figura 30: confronto delle medie orarie di Ozono

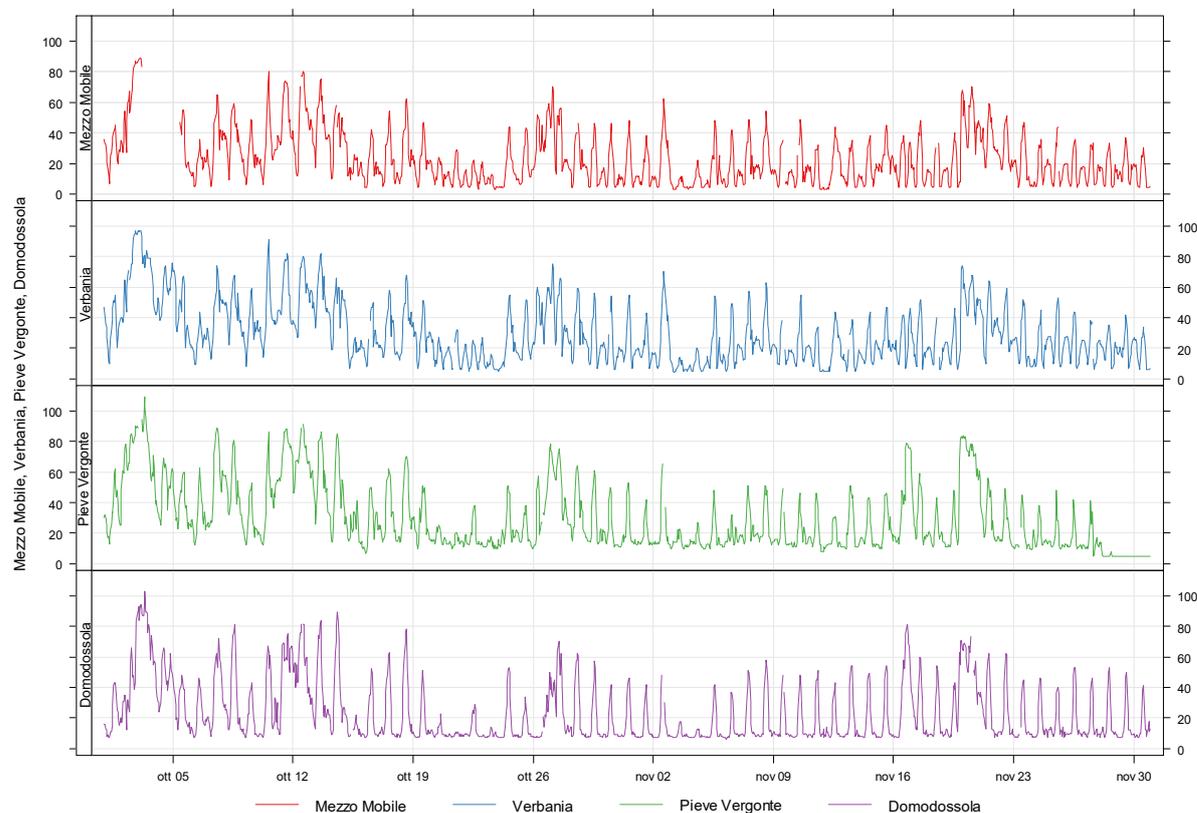


Figura 31: confronto delle medie orarie di Ozono

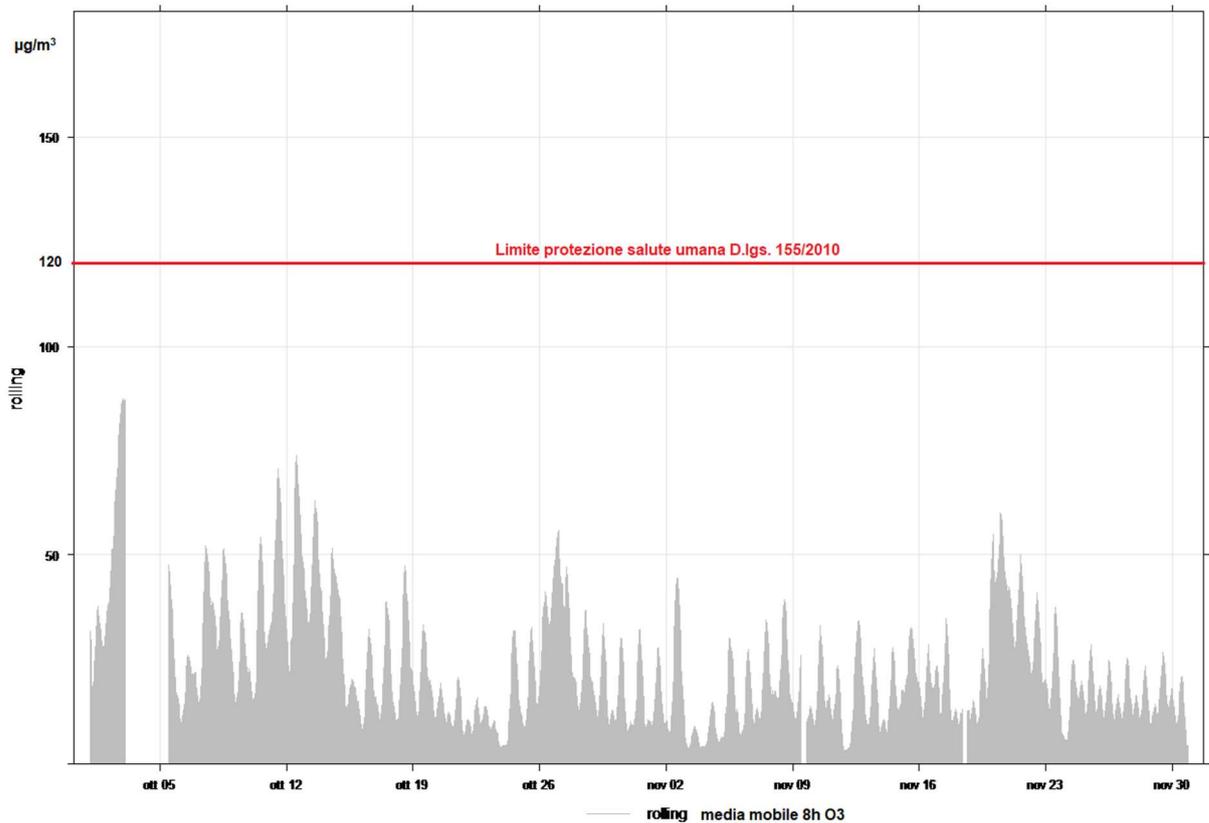


Figura 32: medie mobili otto ore Ozono

L'andamento dell'inquinante, visualizzato come settimana tipo (figure 33 e 35), presenta le concentrazioni minori nei giorni centrali della settimana, quando si registrano le maggiori concentrazioni di biossido e monossido di azoto. Questo è dovuto alle 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), i quali in condizioni di scarso irraggiamento solare e temperature basse, tipiche della stagione invernale, favoriscono la rimozione dell'ozono dall'atmosfera urbana.

L'andamento giornaliero risulta tipico e coerente con l'innalzarsi delle temperature e della radiazione solare nelle ore centrali della giornata (figure 34 e 35).

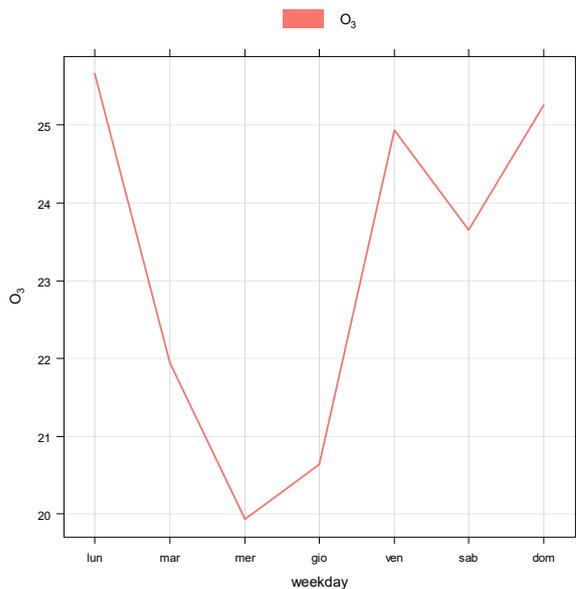


Figura 33: settimana tipo – Ozono

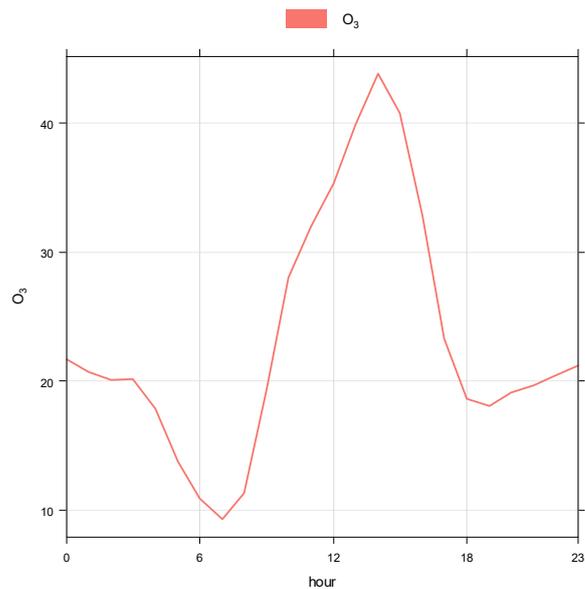


Figura 34: giorno tipo – Ozono

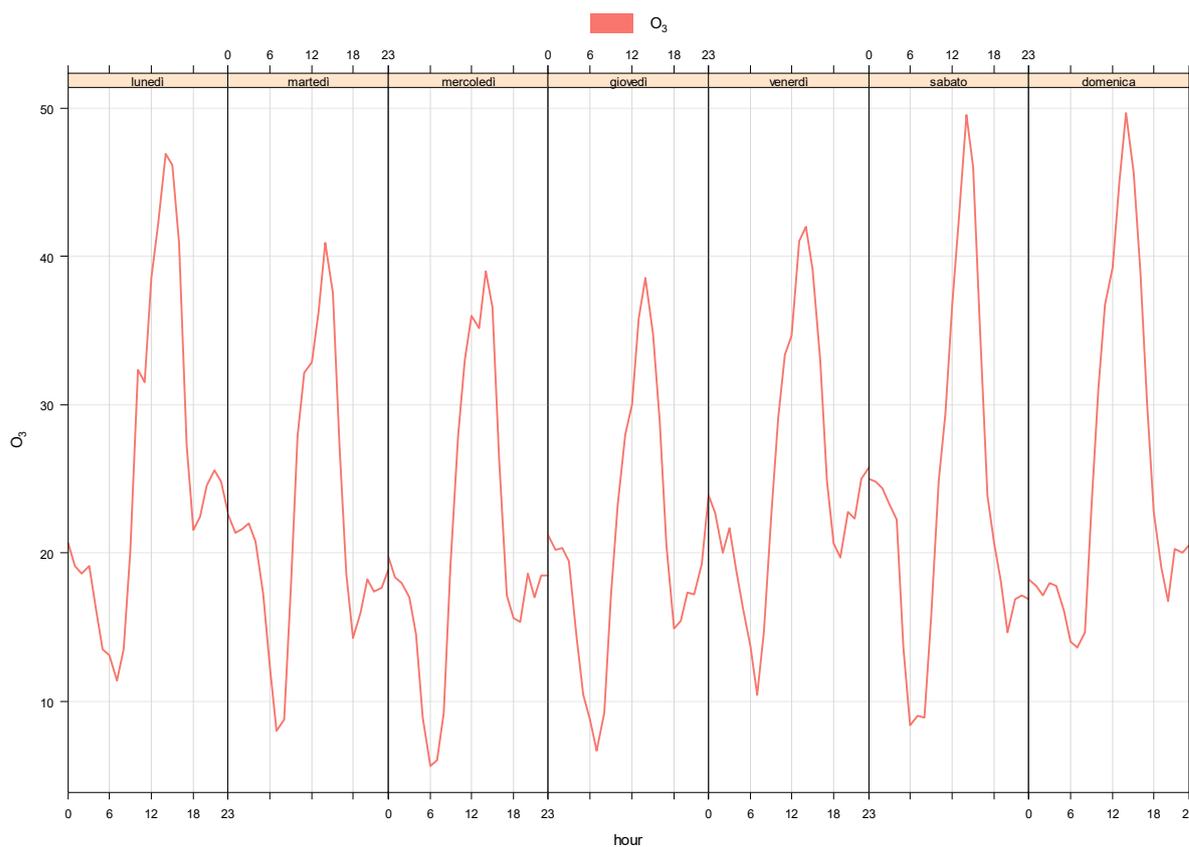


Figura 35: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Ozono

Le interazioni tra le concentrazioni di ozono e dei suoi precursori, quali monossido e biossido di azoto, sono ben evidenziate nel grafico di figura 36, rappresentate come andamento medio orario in relazione al giorno della settimana.

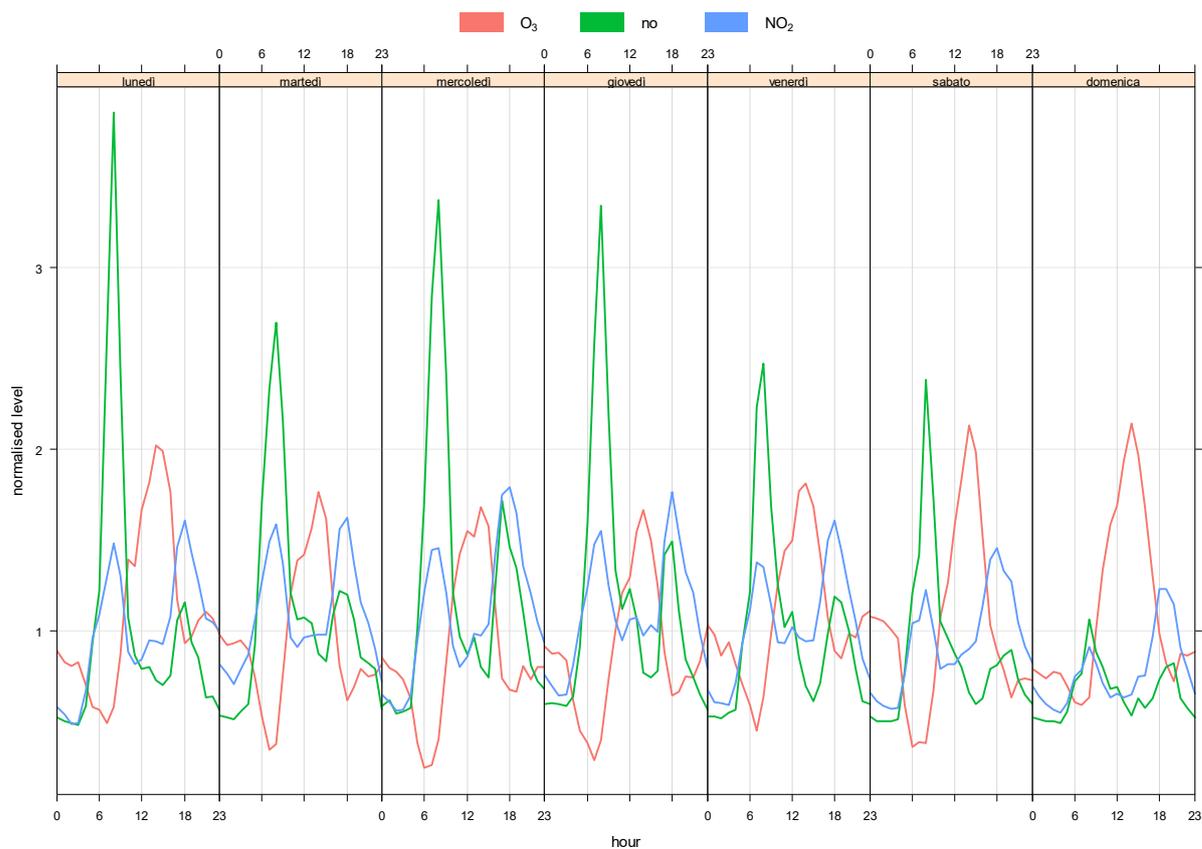


Figura 36: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Confronto Ozono, NO e NO₂ – valori normalizzati

Nel periodo non si evidenziano sostanziali differenze tra le stazioni messe a confronto (figure 30, 31 e 37), confermando il carattere ubiquitario dell'inquinante.

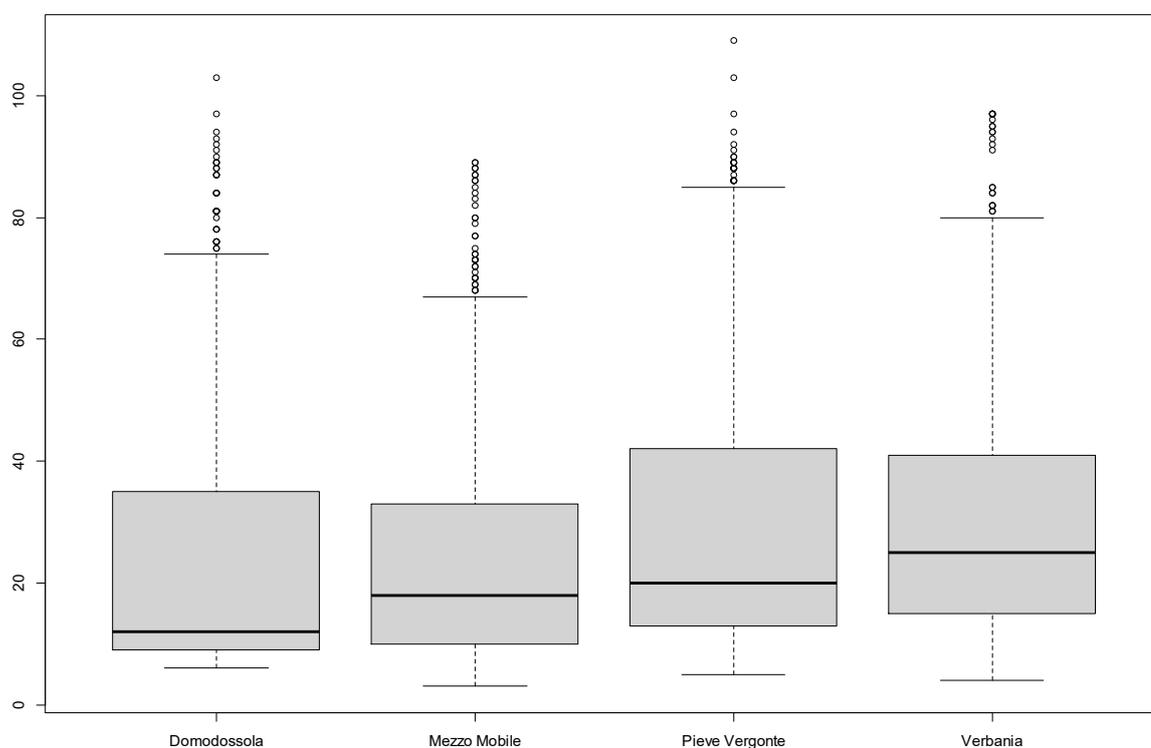


Figura 37: Box Plot Ozono

Il grafico polar plot (figura 38) evidenzia concentrazioni maggiori dell'inquinante quando i venti sono relativamente più sostenuti (2-4 m/s) e provenienti da nord-est, trovando riscontro con la direzione prevalente dei venti, nel sito, nelle ore diurne.

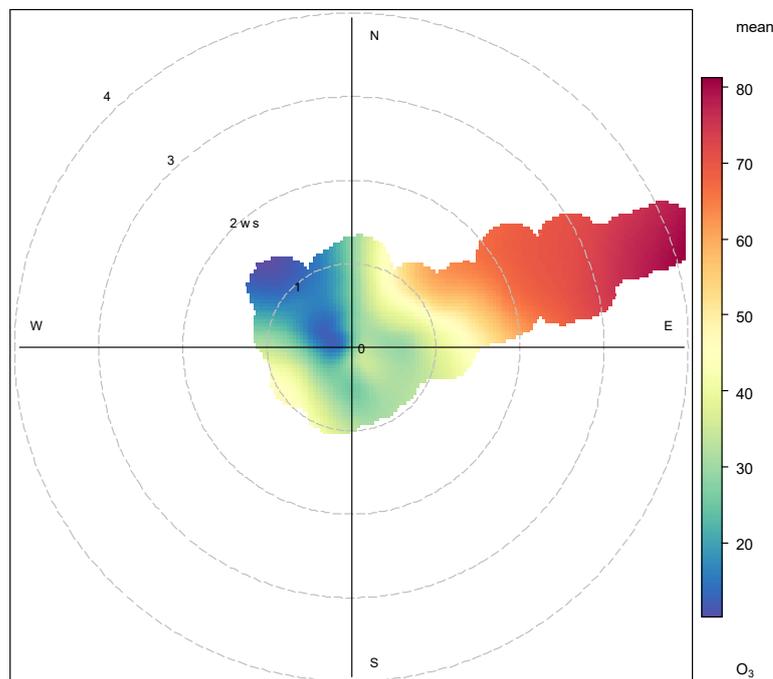


Figura38: Polar Plot Ozono

Come prevedibile, nel periodo di monitoraggio, la qualità dell'aria, rispetto al parametro ozono, è risultata **molto buona** (tabella 12).

Monossido di Carbonio (CO)

Le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate con il laboratorio mobile, presentano valori medi giornalieri di $0,4 \text{ mg/m}^3$ (tabella 13), con una massima media oraria di $0,8 \mu\text{g/m}^3$. Il valore massimo delle medie di 8 ore è risultato pari a $0,7 \text{ mg/m}^3$. L'inquinante presenta concentrazioni basse e 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 41).

Unità di misura: milligrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania-Gabardi	Omegna	Borgomanero	NO-Roma
Minima media giornaliera	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
Massima media giornaliera	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4
Media delle medie giornaliere:	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7
Giorni validi	58	61	58	61	61
Percentuale giorni validi	95%	100%	95%	100%	100%
Media dei valori orari	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7
Massima media oraria	0.8	1.0	1.5	2.0	2.1

Ore valide	1395	1450	1407	1453	1453
Percentuale ore valide	95%	99%	96%	99%	99%
Minimo medie 8 ore	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Media delle medie 8 ore	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7
Massimo medie 8 ore	0.7	0.8	1.3	1.7	1.7
Percentuale medie 8 ore valide	94%	98%	95%	99%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	0	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	0	0

Tabella 13: reportistica Monossido di Carbonio

Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
Monossido di Carbonio (CO)	8 ore	milligrammi / metro cubo	<5	5-7	7-10	10-16	>16

Tabella 14: valori di range qualitativi Monossido di Carbonio

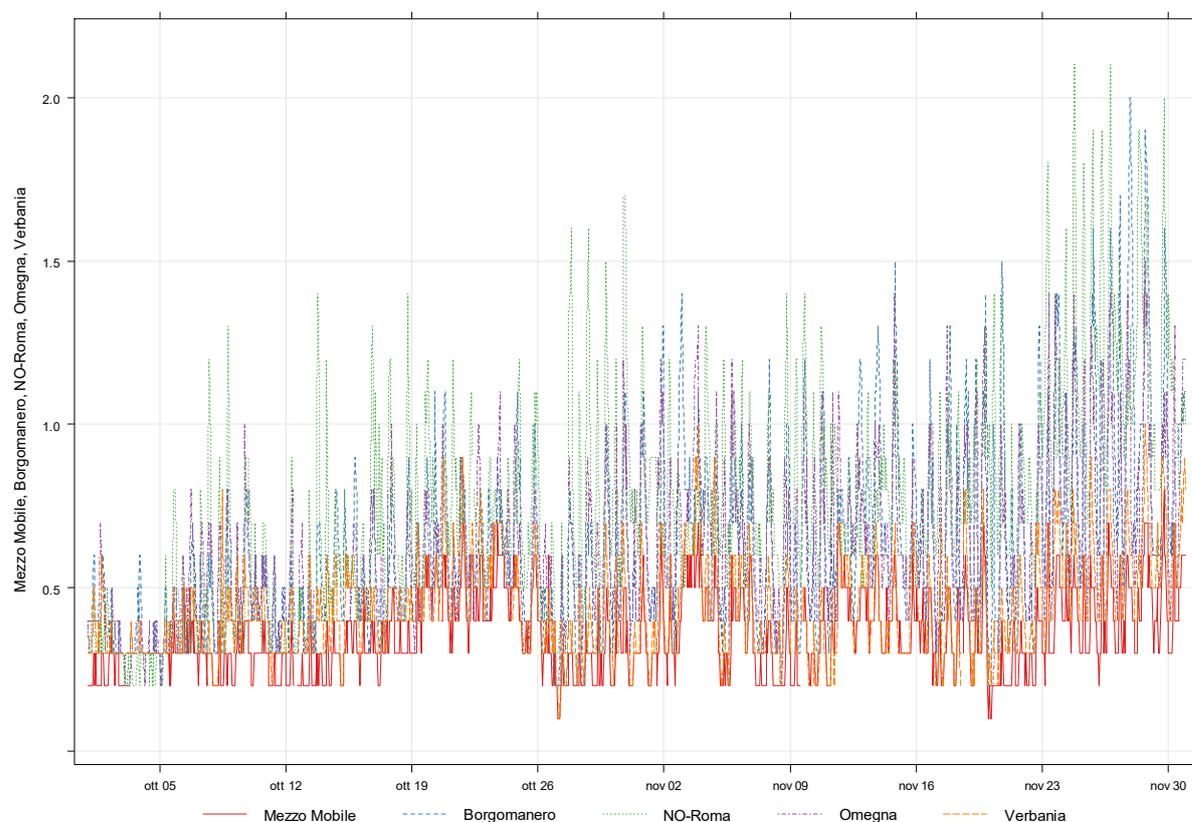


Figura 39: confronto delle medie orarie di Monossido di Carbonio



Figura 40: confronto delle medie orarie di Monossido di Carbonio

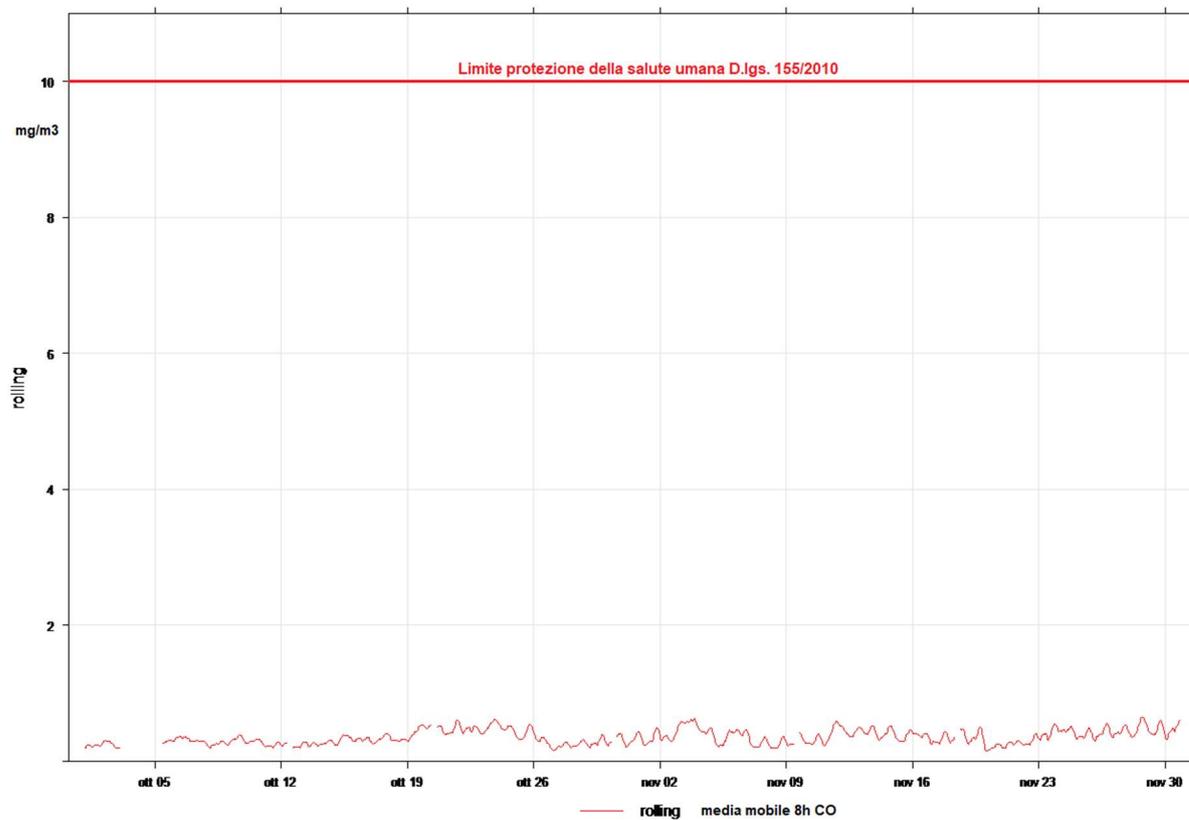


Figura 41: media mobile otto ore Monossido di Carbonio

Le variazioni giornaliere delle concentrazioni di monossido di carbonio, considerato un tracciante del traffico veicolare, in particolare in ambito urbano, presentano un andamento coerente con i flussi del traffico e un andamento simile nei diversi giorni della settimana, con un lieve calo delle concentrazioni il giovedì e la domenica (figure 42, 43 e 44). Gli apporti maggiori si rilevano nelle ore serali.

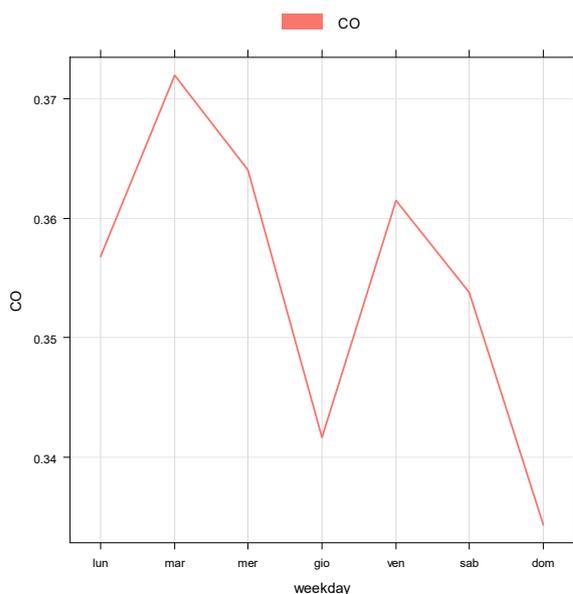


Figura 42: settimana tipo - Monossido di Carbonio

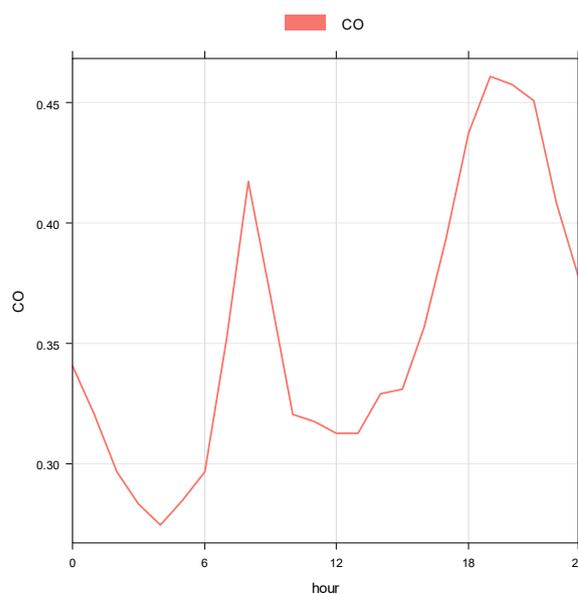


Figura 43: giorno tipo - Monossido di Carbonio

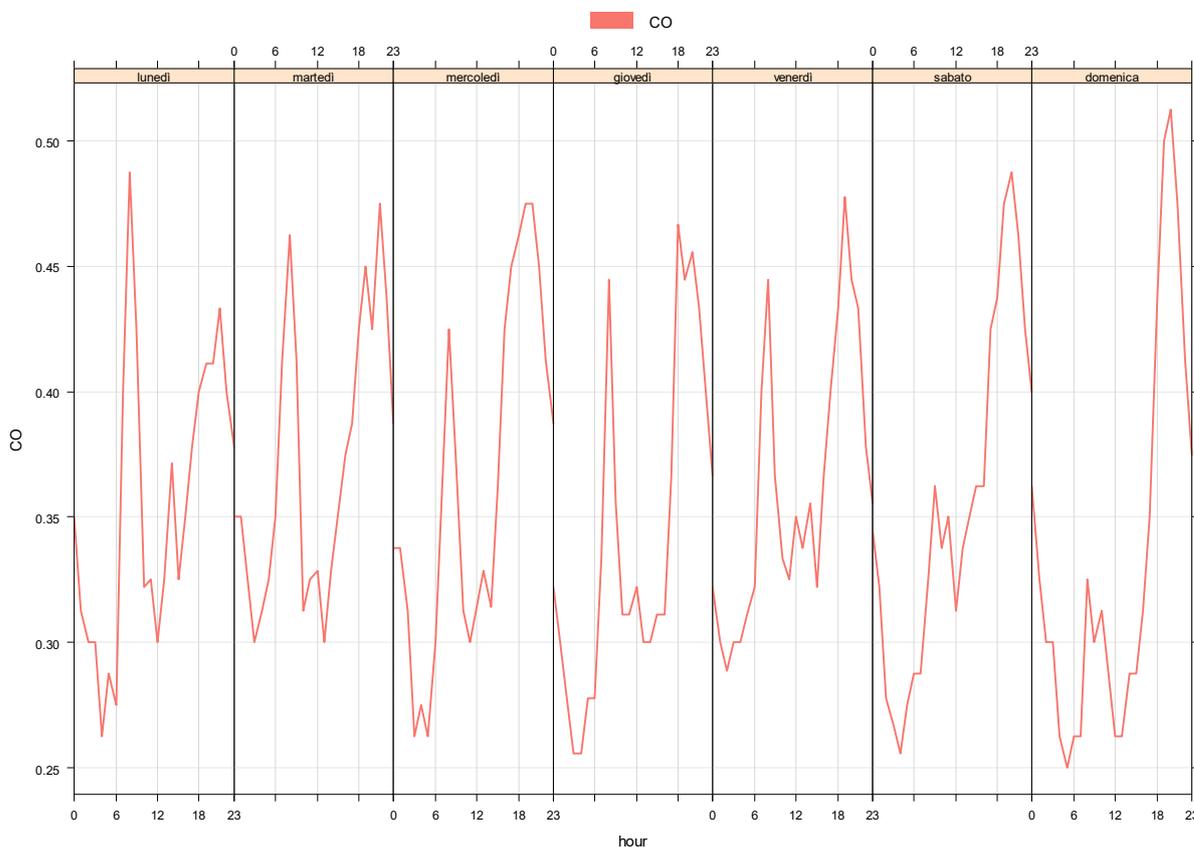


Figura 44: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Carbonio

I grafici box plot delle medie orarie (figura 45) evidenziano una maggior similitudine tra il sito di monitoraggio e la stazione di fondo di Verbania (figure 39, 40 e 45).

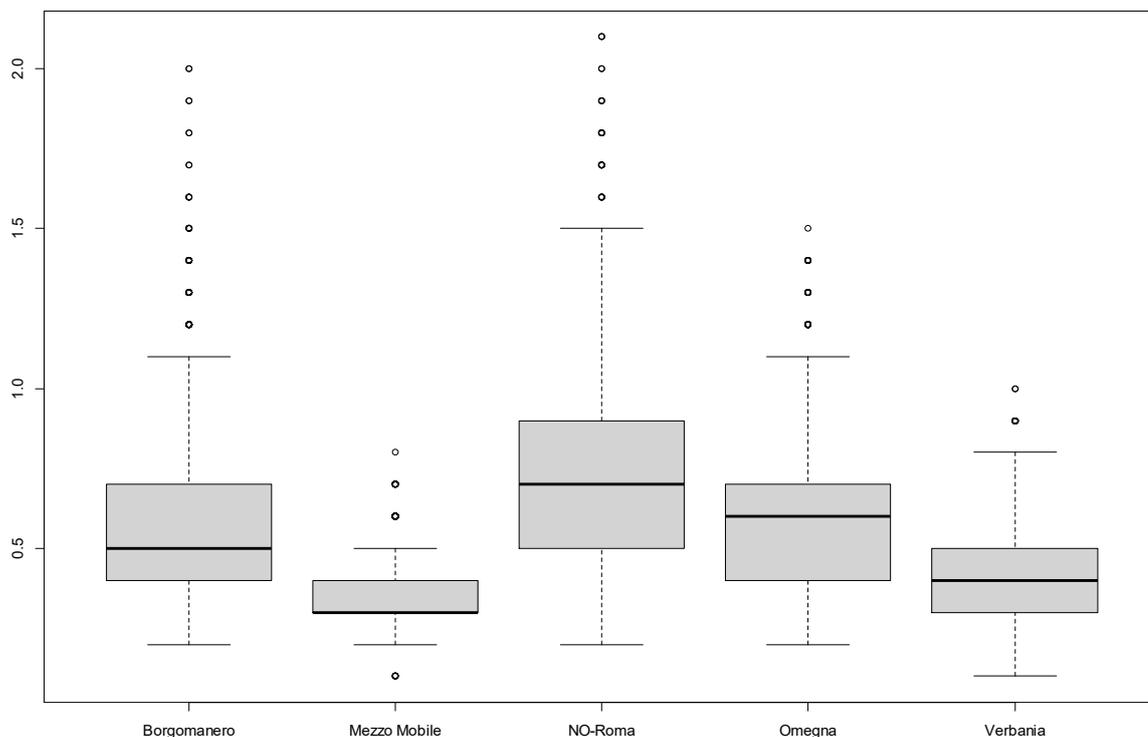


Figura 45: Box Plot Monossido di Carbonio

Il grafico polar plot, per il monossido di carbonio (figura 46), evidenzia, presso il sito di monitoraggio, un aumento delle concentrazioni di inquinante, quando i venti arrivano da Nord-Ovest e con velocità comprese tra circa 0,5 e 1,5 m/sec. Come già evidenziato per gli ossidi di azoto, si può supporre un apporto di inquinante nelle ore serali, quando i venti presentano una prevalenza da Nord-Ovest e si rilevano le concentrazioni maggiori. L'inquinante è caratterizzato da tempi di persistenza in atmosfera piuttosto lunghi.

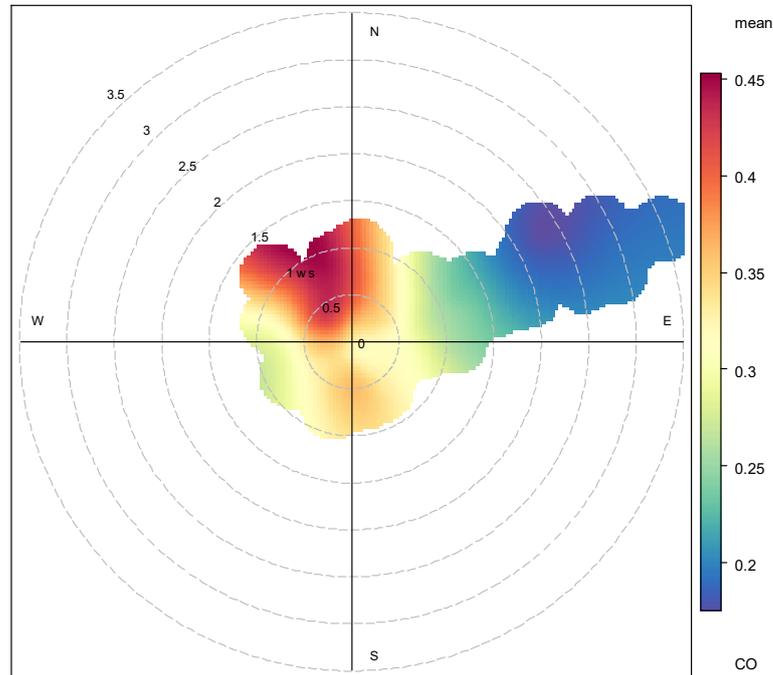


Figura 46: Polar Plot Monossido di Carbonio

L'inquinante comunque non evidenzia criticità alcuna, in analogia a quanto viene riscontrato a livello regionale. Pertanto, anche per questo parametro, la qualità dell'aria, nel periodo di monitoraggio, è risultata **molto buona** (tabella 14).

Benzene (C₆H₆)

L'analizzatore per la determinazione di benzene presente sul Laboratorio Mobile e quello della stazione di Verbania-Gabardi hanno avuto problemi di funzionamento per alcuni giorni durante il periodo di monitoraggio, pertanto sono stati raccolti rispettivamente l'88% e l'87% di dati orari validi, rispetto al 95-98% delle altre stazioni. Considerando i dati disponibili, presso il sito di monitoraggio, l'inquinante ha presentato una concentrazione media di periodo di 3,0 µg/m³, una massima media giornaliera pari a 5,6 µg/m³ e una massima media oraria di 13,6 µg/m³, verificatasi il 26/11/2020 alle ore 05:00 (tabella 15).

Dal confronto dei dati orari con le stazioni della RRQA prese a riferimento (figura 47, 48 e 52), si osserva che il sito di monitoraggio presenta le concentrazioni medie orarie e massime medie orarie maggiori. L'andamento del parametro risulta confrontabile con quanto rilevato presso la stazione di fondo di Pieve Vergonte, che però presenta un numero inferiore di picchi di concentrazione, espressi dalla massima media oraria. Presso il sito questi valori di picco risultano prevalenti nelle prime ore del mattino e frequenti a partire dal 08/11.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania- Gabardi	Pieve Vergonte	Borgo- manero	NO-Roma
Minima media giornaliera	0.9	0.3	0.5	0.3	0.2
Massima media giornaliera	5.6	1.9	5.3	3.4	3.3
Media delle medie giornaliere:	3.1	0.9	2.7	1.3	1.5
Giorni validi	52	54	58	61	60
Percentuale giorni validi	85%	89%	95%	100%	98%
Media dei valori orari	3.0	0.9	2.6	1.3	1.5
Massima media oraria	13.6	3.3	13.1	6.4	6.6
Ore valide	1285	1275	1398	1432	1421
Percentuale ore valide	88%	87%	95%	98%	97%

Tabella 15: reportistica Benzene.

Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
Benzene	annuale oraria	microgrammi / metro cubo	<2.0	2.0-3.5	3.5-5.0	5.0-10.0	>10.0

Tabella 16: valori di range qualitativi Benzene

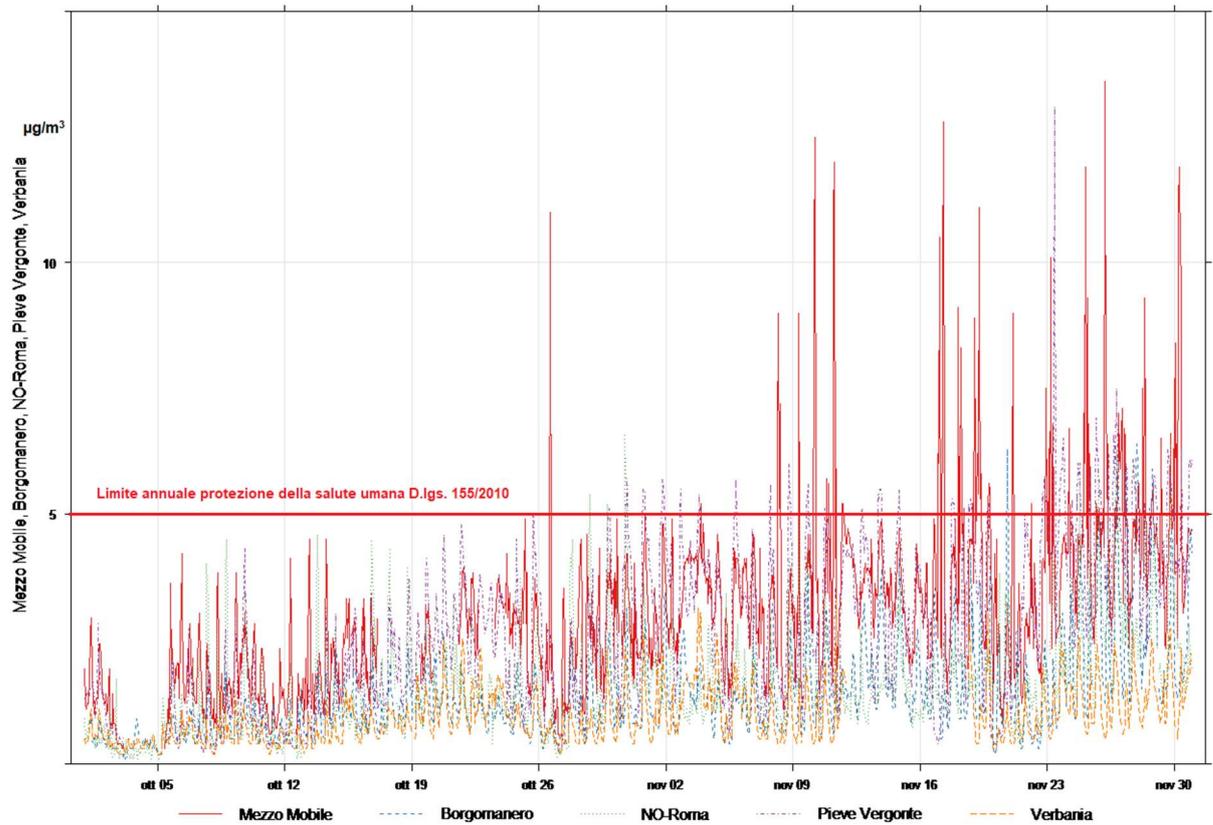


Figura 47: confronto delle medie orarie di Benzene

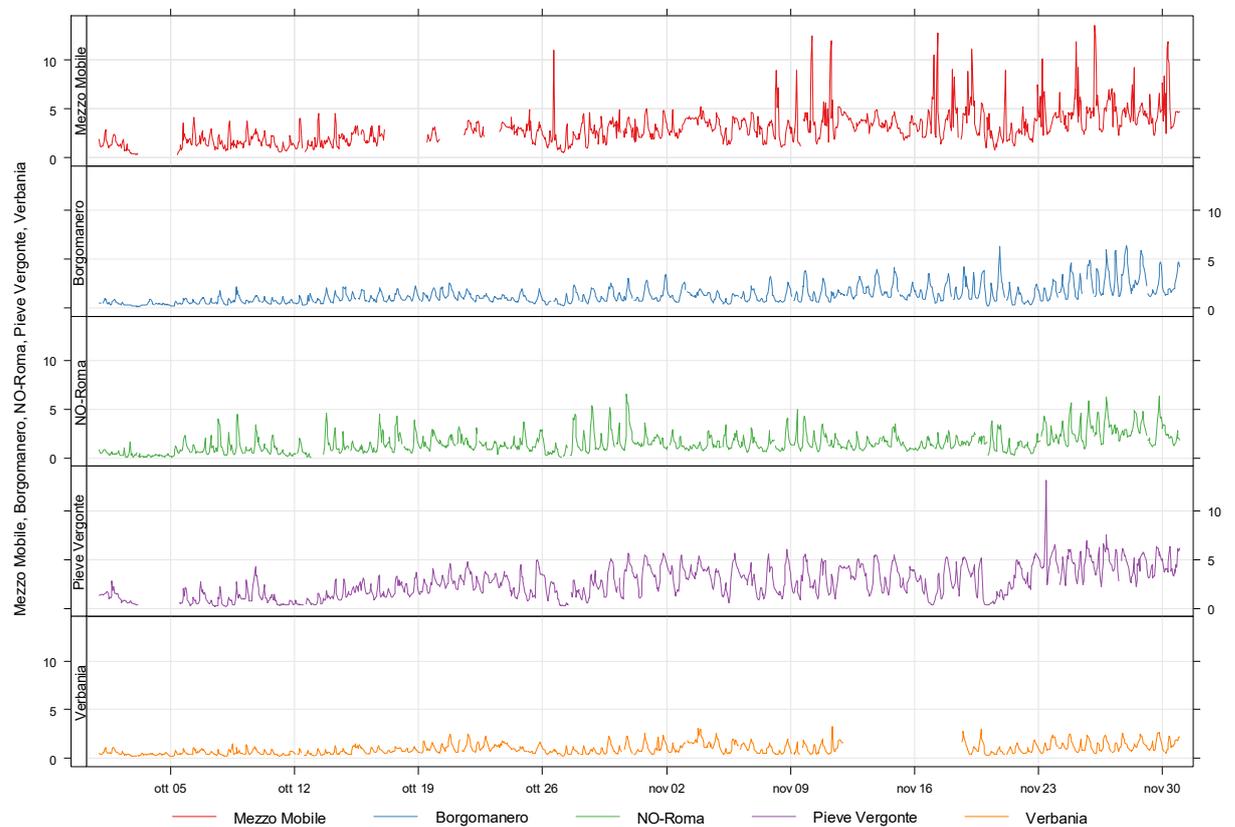


Figura 48: confronto delle medie orarie di Benzene

Per il benzene si osservano gli apporti maggiori di inquinante nelle prime ore del mattino e in particolare nei primi giorni della settimana (figure 49, 50, 51), con un calo il venerdì e nel fine settimana.

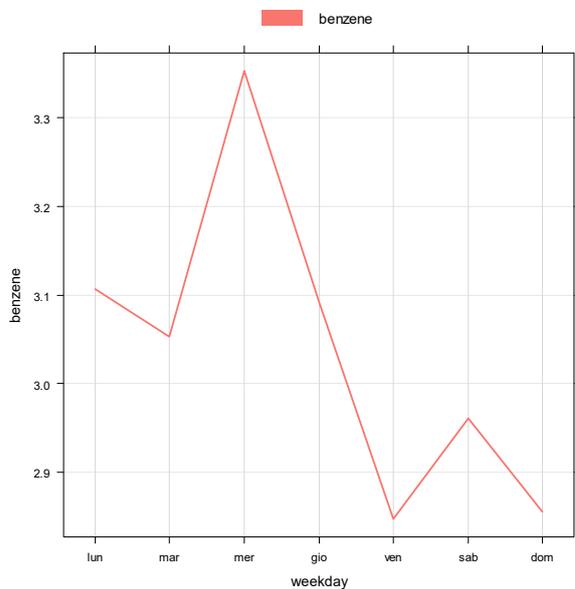


Figura 49: settimana tipo – Benzene

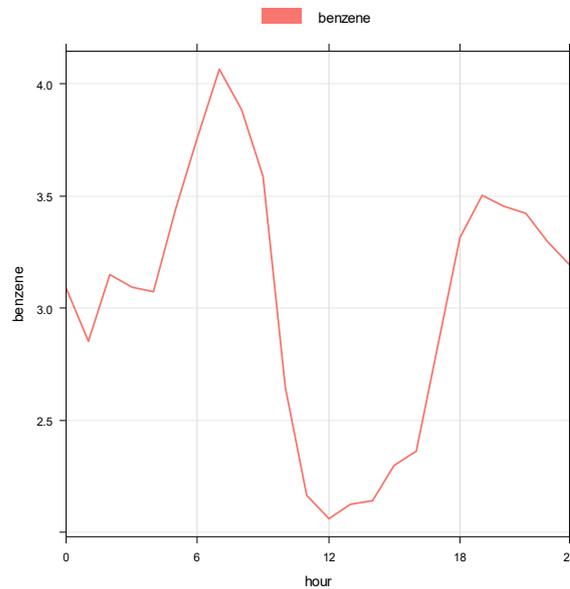


Figura 50: giorno tipo – Benzene

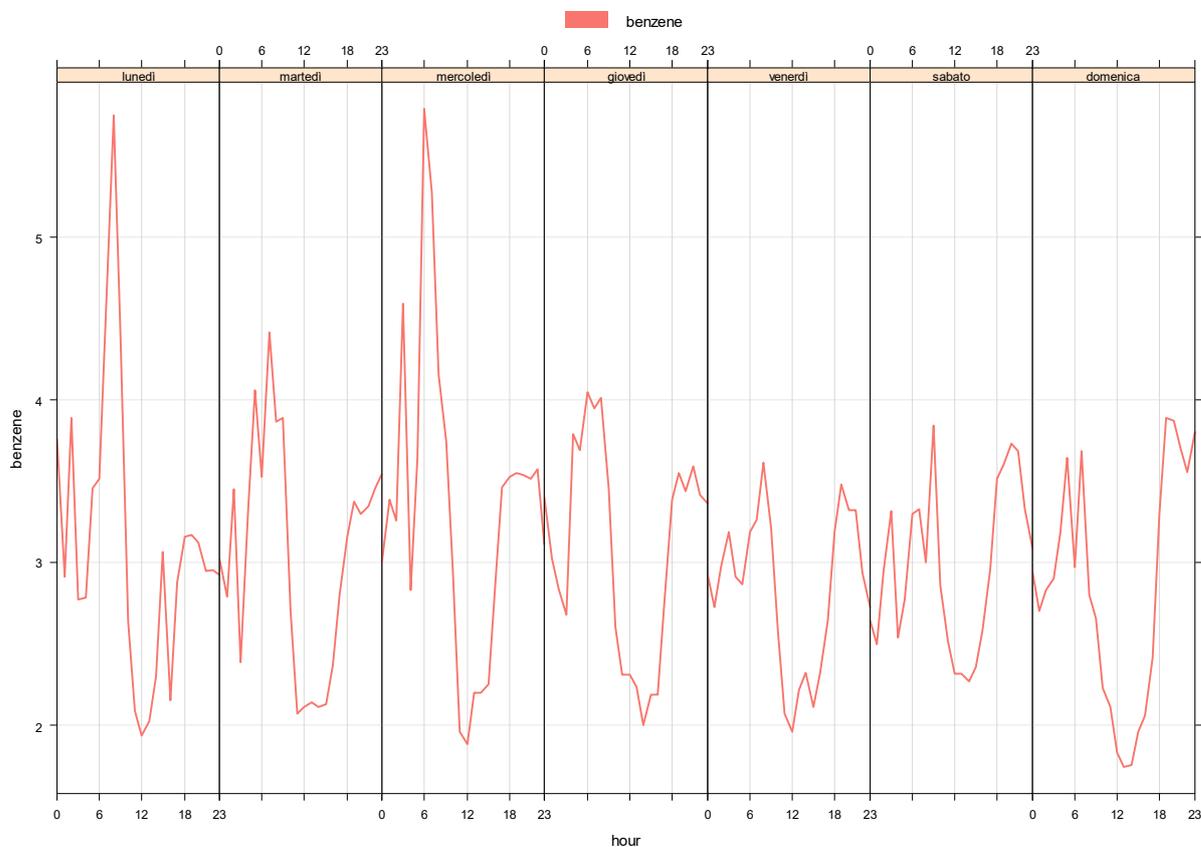


Figura 51: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Benzene

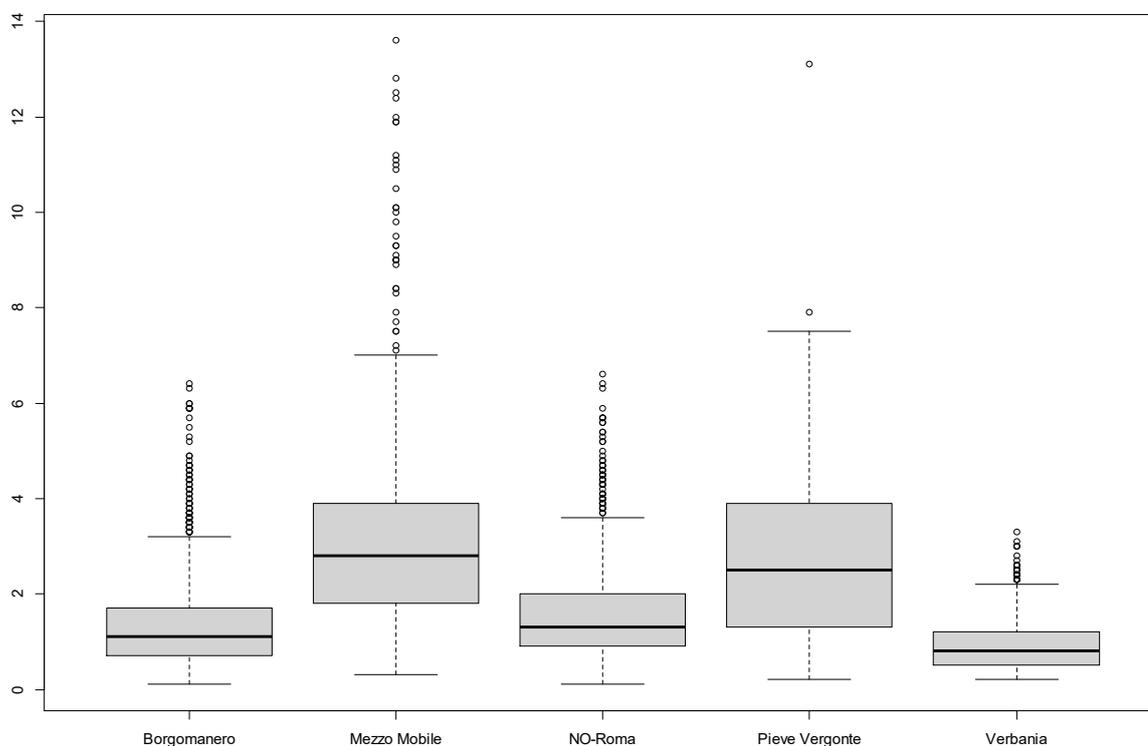


Figura 52: Box Plot Benzene

Gli andamenti normalizzati delle concentrazioni di benzene e monossido di carbonio, per ciascuna ora del giorno, nei diversi giorni della settimana, evidenziano una parziale divergenza (giorni e ore di massimo/minimo di concentrazione non coincidenti). Generalmente quando questi andamenti sono in accordo, si può ipotizzare per tali inquinanti la medesima origine emissiva, identificabile nel traffico veicolare e in particolare nei motori alimentati a benzina.

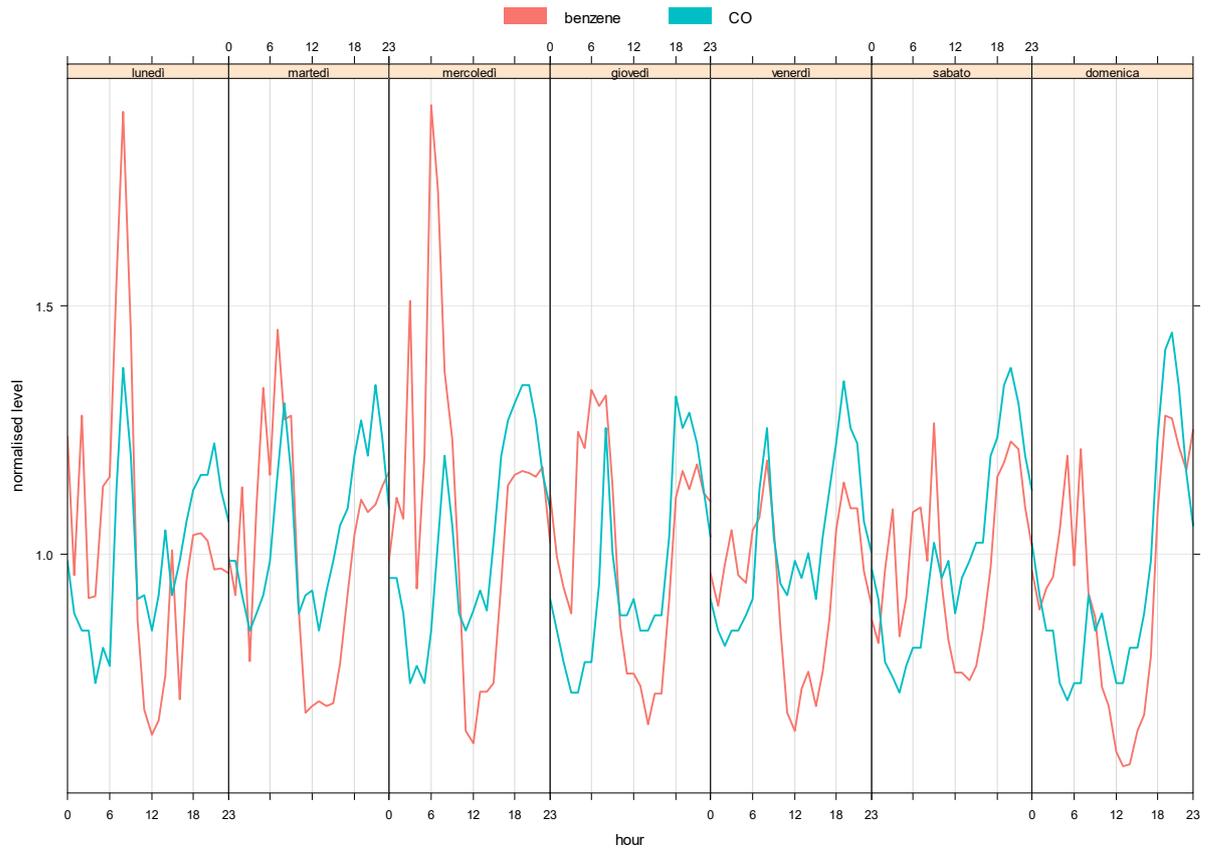


Figura 53: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Confronto Benzene e Monossido di carbonio - valori normalizzati

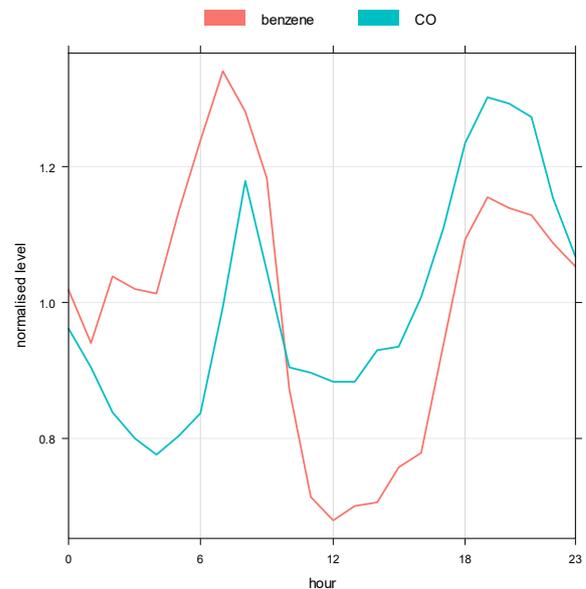
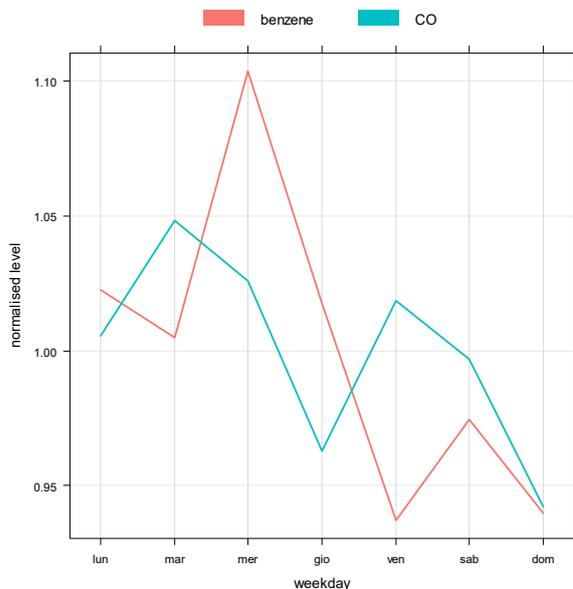


Figura 54: settimana tipo –Confronto Benzene e CO Figura 55: giorno tipo –Confronto Benzene e CO

Il grafico polar plot, relativo al benzene (figura 56), evidenzia le concentrazioni maggiori in condizioni di calma di vento e di intensità di vento debole (< 1m/s), denotando un contributo minimo alle concentrazioni dell'inquinante dovuto a sorgenti di emissione esterne all'area di studio. Questa condizione non sembra verificarsi per il monossido di

carbonio che, come visto prima, risente maggiormente di apporti esterni, che potrebbero determinare la divergenza degli andamenti dei due inquinanti. Inoltre, in prossimità del sito di misura, si trovano due punti vendita carburanti, le cui emissioni, durante i rifornimenti, potrebbero costituire una sorgente indipendente di idrocarburi.

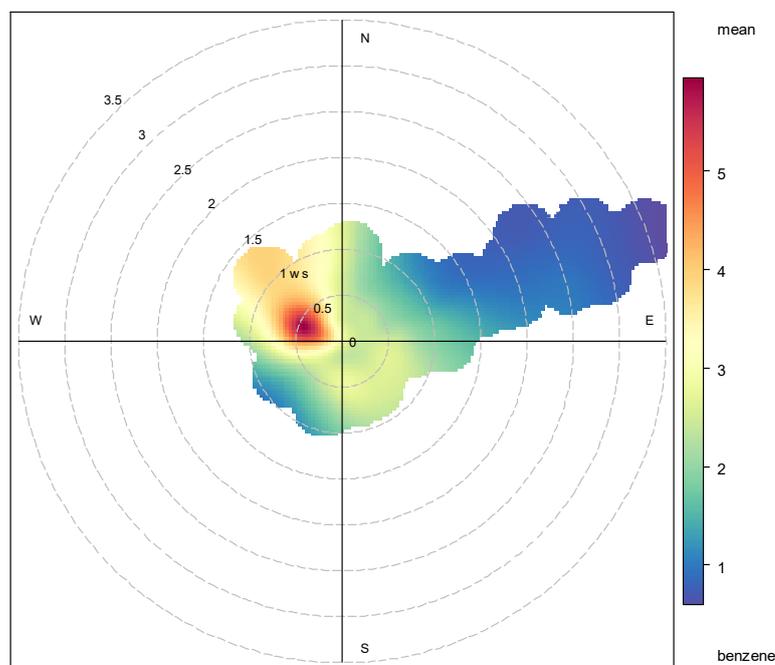


Figura 56: Polar Plot Benzene

Comunque, indicativamente, le concentrazioni di benzene rilevate nel periodo di monitoraggio, risultano nel range che classifica la qualità dell'aria come **buona** (tabella 16), rispetto a un limite normativo annuale ($5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), in riferimento al quale andrebbero fatte le adeguate valutazioni.

POLVERI PM10

Presso il sito di monitoraggio, nel periodo osservato, il parametro polveri sottili PM10, ha fatto registrare tre 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 $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il giorno 12/11/2020, e la media del periodo è risultata pari a 18 (tabella 17). 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 57, 58, 60) evidenzia una netta analogia con la stazione di fondo di Verbania-Gabardi, mentre le altre stazioni presentano un numero maggiore di superamenti e concentrazioni medie di periodo più elevate.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Verbania MM*	Verbania-Gabardi*	Omegna**	Domo-dossola*	Borgo-manero**	Oleggio**	NO-Roma*
Minima media giornaliera	5	5	5	5	4	3	7
Massima media giornaliera	72	69	84	54	77	87	82
Media delle medie giornaliere:	18	17	28	29	28	31	33
Giorni validi	61	61	61	61	61	59	50
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%	97%	82%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	3	3	6	4	5	7	9

*campionatore gravimetrico **campionatore automatico Beta

Tabella 17: reportistica polveri sottili PM10

Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
PM10	annuale giornaliera	microgrammi / metro cubo	<10	10-20	20-40	40-48	>48

Tabella 18: valori di range qualitativi PM10

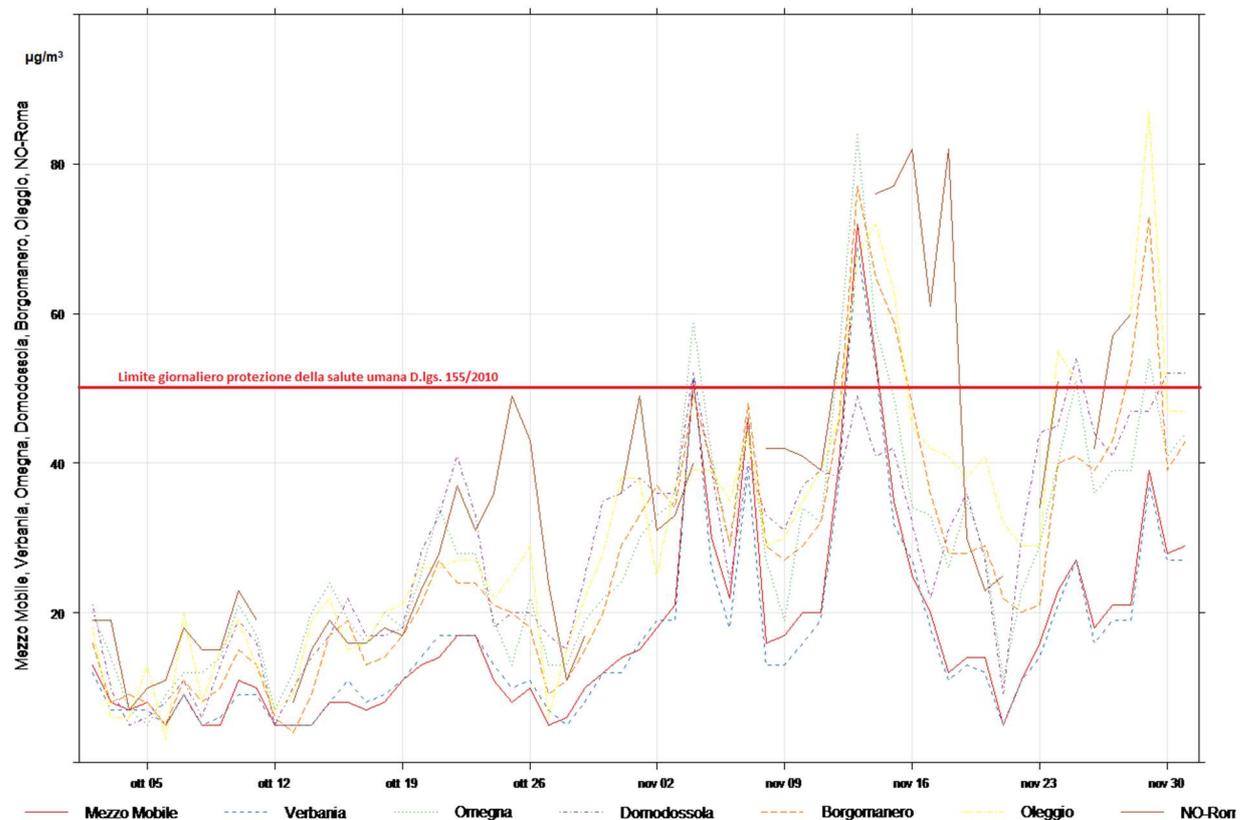


Figura 57: confronto valori giornalieri di PM10

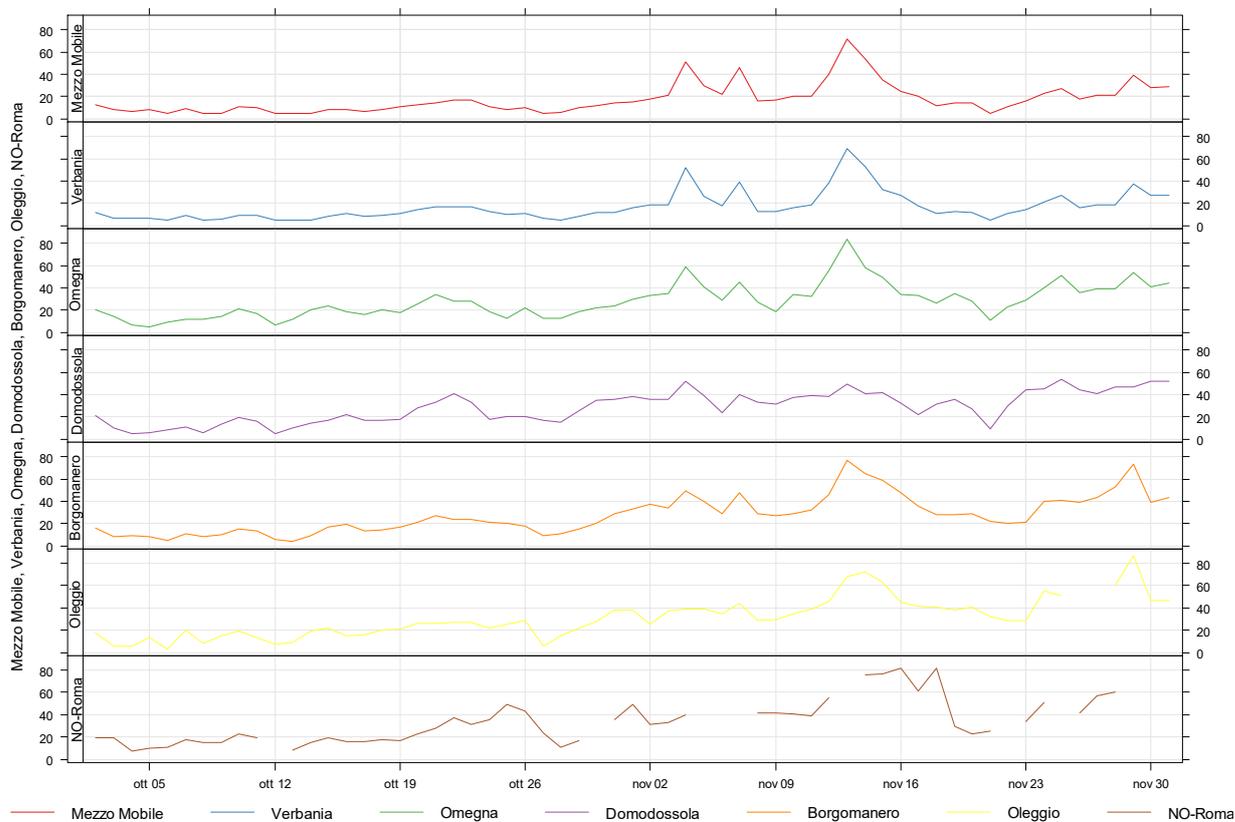


Figura 58: confronto valori giornalieri di PM10

Nel complesso, le variazioni coerenti, delle concentrazioni rilevate, mostrano l'influenza delle condizioni meteo climatiche nel determinare le variazioni nel tempo e nello spazio di questo inquinante; nello specifico (figura 59) si evidenzia il fenomeno legato alle precipitazioni atmosferiche.

pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10

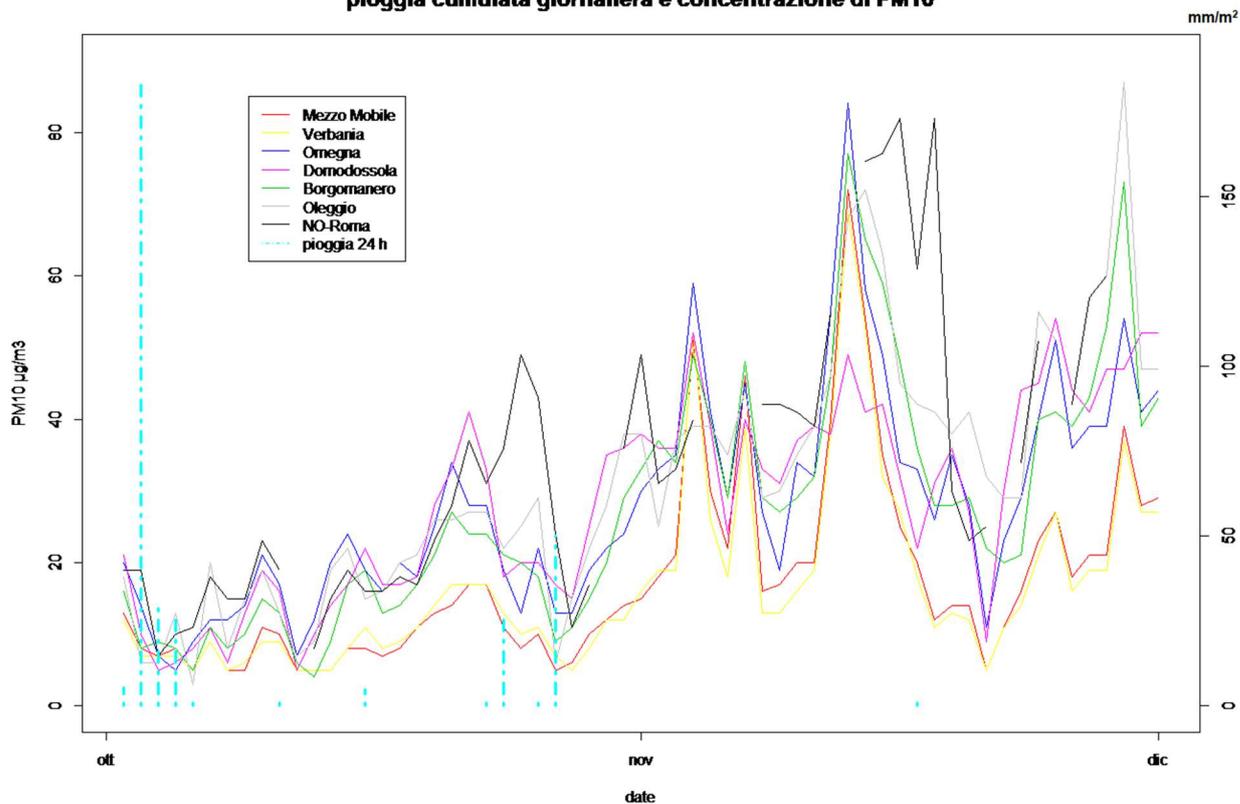


Figura 59: pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevata nelle stazioni di interesse

Dal grafico box-plot (figura 60) è di immediata evidenza la maggior similitudine nella distribuzione delle concentrazioni di PM10 monitorate nel sito di indagine e la stazione di Verbania, mentre le stazioni di traffico mostrano gradienti di concentrazione maggiori.

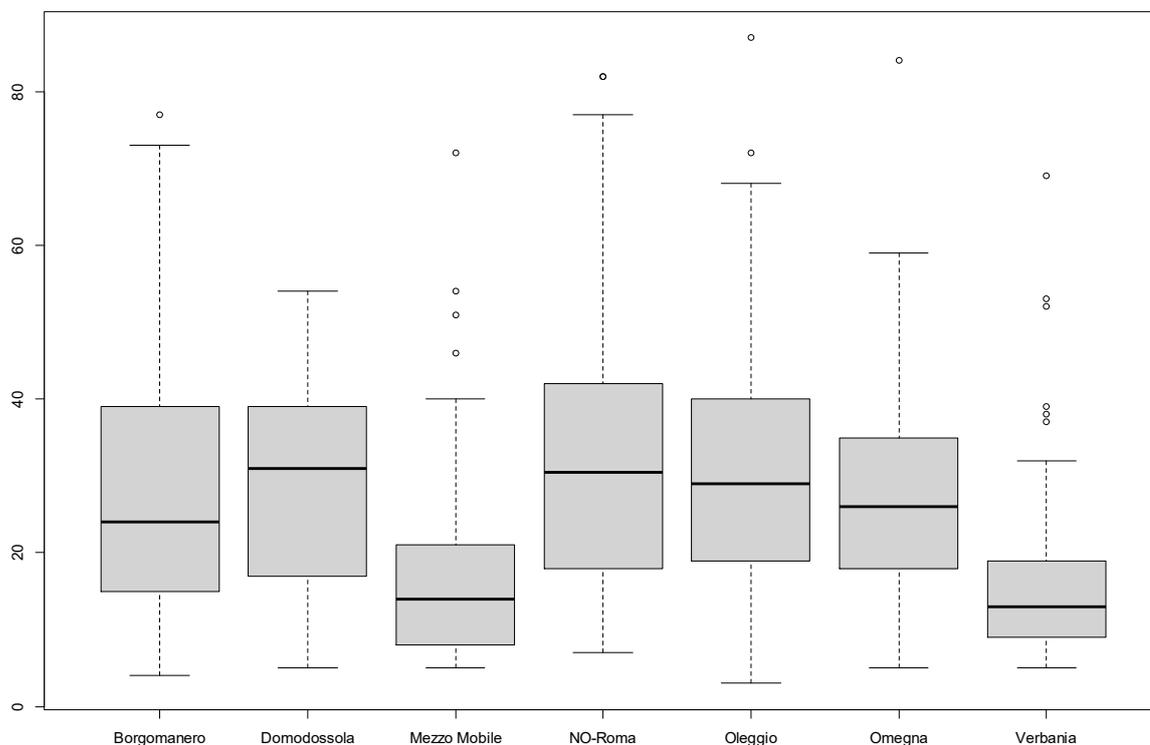


Figura 60: box plot polveri PM10

Indicativamente, le concentrazioni di PM10 rilevate presso il sito di monitoraggio, risultano nel range che classifica la qualità dell'aria come **buona** (tabella 18), rispetto a un limite normativo annuale, in riferimento al quale andrebbero fatte le opportune valutazioni.

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 (stazioni con campionatore gravimetrico).

Le concentrazioni di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo, rilevate nei campioni composti mensili, sono riportate in tabella 19, espresse come media di periodo, dal 01/10/2020 al 30/11/2020. Le concentrazioni riportate su sfondo azzurro sono risultate inferiori al limite di quantificazione del metodo analitico applicato.

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 indicativo.

Nel periodo osservato non si evidenzia alcuna criticità relativamente ai metalli, né presso il sito di monitoraggio, né presso le stazioni fisse della rete regionale prese a riferimento, riscontrando concentrazioni inferiori o prossime ai limiti di quantificazione dei metodi analitici applicati (figure 61, 62, 63, 64).

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania-Gabardi	Domo-dossola	Borgo-manero	NO-Roma
Media mensile: Arsenico (As) ng/m ³	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Media mensile: Cadmio (Cd) ng/m ³	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2
Media mensile: Nichel (Ni) ng/m ³	0.7	0.7	1.0	1.3	1.3
Media mensile: Piombo (Pb) µg/m ³	0.004	0.004	0.004	0.007	0.007
Giorni validi	61	61	61	58	50
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	95%	82%

Tabella 19: concentrazione di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo nel PM10

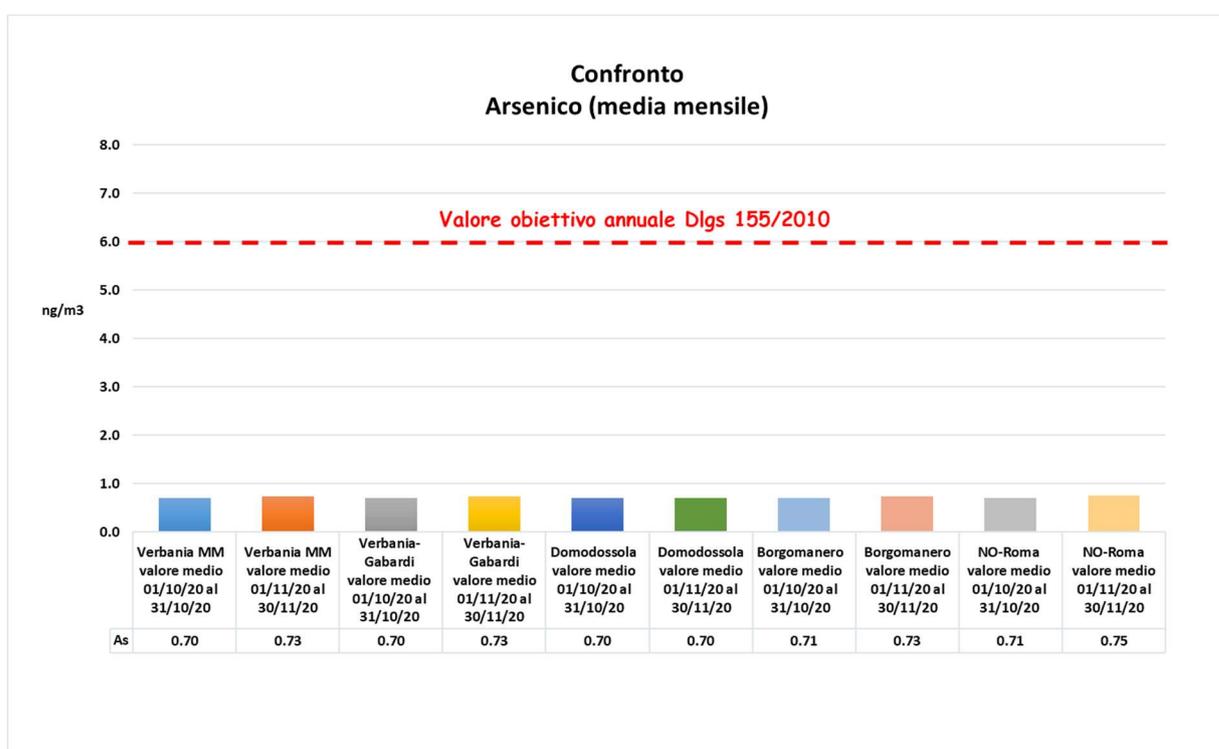


Figura 61: confronto Arsenico – media del periodo

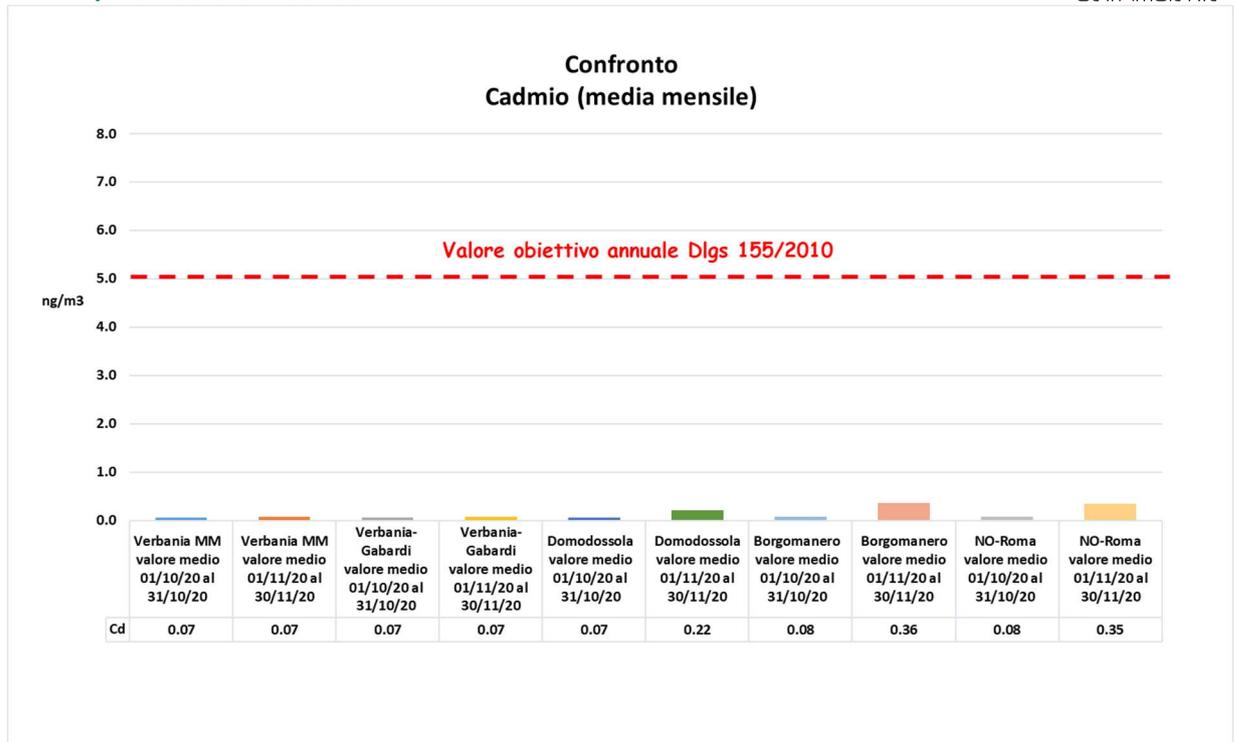


Figura 62: confronto Cadmio – media del periodo

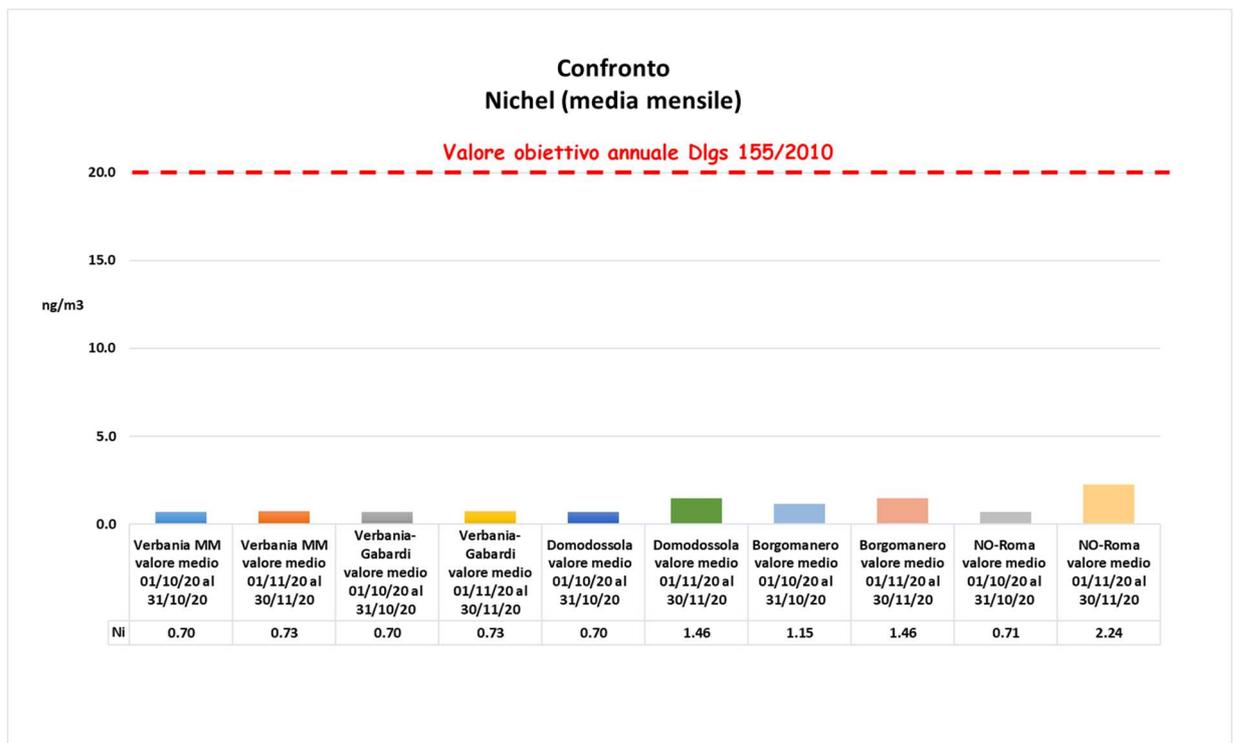


Figura 63: confronto Nichel – media del periodo

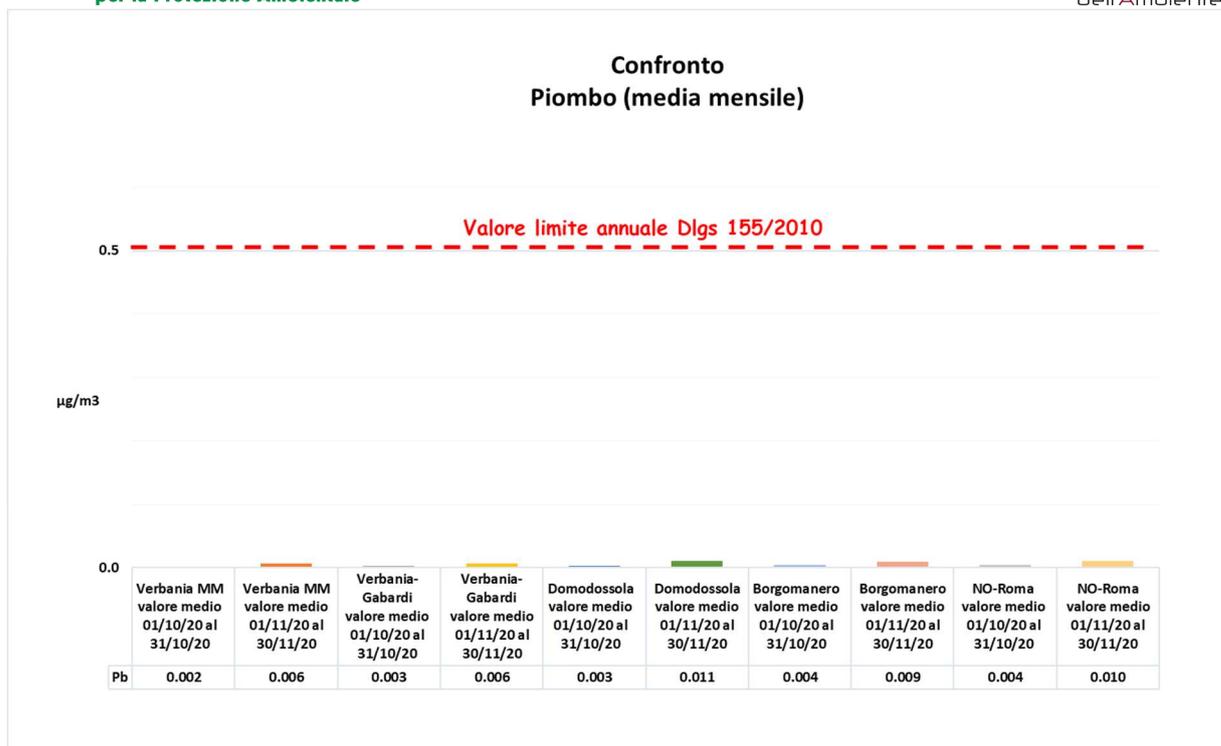


Figura 64: confronto piombo – media del periodo

METALLI NON NORMATI

Sulla frazione PM10 del materiale particolato (campione composito) sono stati determinati anche i metalli Antimonio (Sb), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Manganese (Mn), Rame (Cu), Vanadio (V) e Zinco (Zn), per i quali la normativa non indica valori di riferimento. La selezione di questo gruppo di “metalli non normati” rispetto ad altri possibili, deriva dal fatto che Arpa Piemonte da diversi anni effettua un’indagine conoscitiva del contenuto di metalli nel particolato atmosferico, su siti selezionati della Rete Regionale, con il fine di valutarne la rilevanza ambientale.

Tra i siti selezionati, ai fini dell’indagine regionale, rientrano le stazioni di Domodossola e Borgomanero. In tabella 20 si riportano le concentrazioni dei metalli non normati misurate sul campione composito di PM10 relativo al sito di monitoraggio e alle stazioni di riferimento. Il sito di monitoraggio ha presentato le concentrazioni medie del periodo più basse tra le stazioni messe a confronto, non evidenziando particolari criticità. Le concentrazioni riportate su sfondo azzurro sono risultate inferiori al limite di quantificazione del metodo analitico applicato.

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Verbania MM	Domodossola	Borgomanero
Media periodo: Antimonio (Sb)	0.72	0.72	1.15
Media periodo: Cromo (Cr)	1.22	8.43	7.88
Media periodo: Ferro (Fe)	224	1337	571
Media periodo: Manganese (Mn)	3.08	17.4	7.93

Media periodo: Rame (Cu)	5.74	49.2	24.2
Media periodo: Vanadio (V)	0.72	0.72	0.72
Media periodo: Zinco (Zn)	14.2	46.7	41.9
Giorni validi	61	61	58
Percentuale giorni validi	100%	100%	95%

Tabella 20: concentrazione di "metalli non normati" nel PM10

Si mettono a confronto in grafico (figura 65) le concentrazioni di metalli rilevate nel particolato atmosferico PM10 presso il sito di monitoraggio di Verbania e le stazioni della rete regionale di Domodossola e Borgomanero. In figura 66 si riporta il confronto relativo al solo Ferro, per semplicità di visualizzazione.

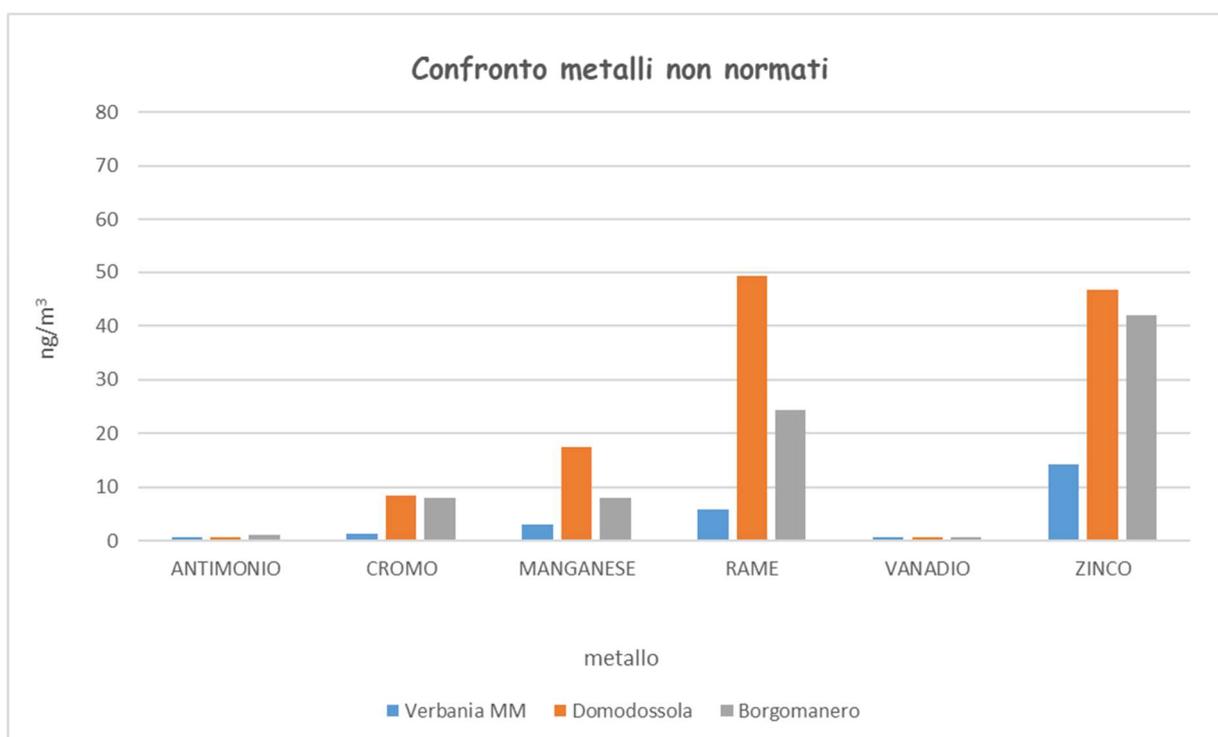


Figura 65: confronto sito di monitoraggio e stazioni RRQA relativo ai metalli non normati

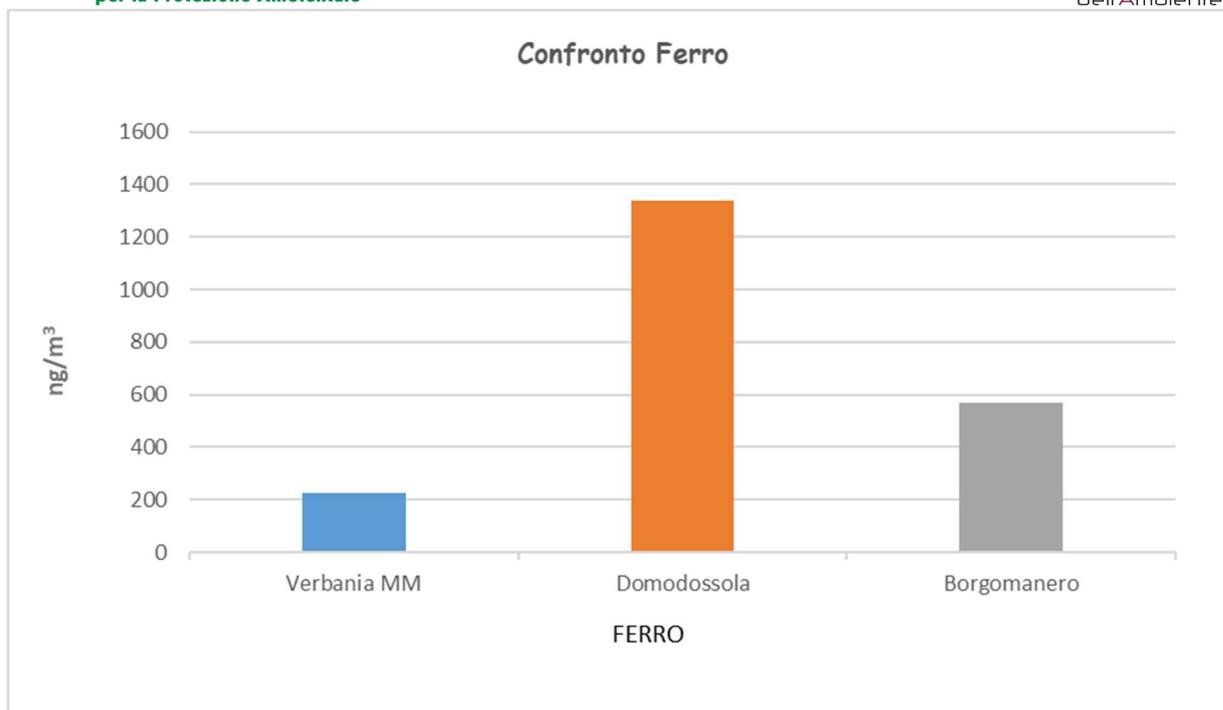


Figura 66: confronto sito di monitoraggio e stazioni RRQA relativo al parametro Ferro

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 21 sono riportati i valori determinati analiticamente sulla frazione PM10 del materiale particolato, campionato presso i siti di interesse, come media del periodo 01/10/2020 – 30/11/2020.

Il sito di monitoraggio ha presentato una concentrazione media di periodo pari a 0,3 ng/m³, analoga a quanti rilevato presso la stazione di Verbania-Gabardi (figura 67) e inferiore alle altre stazioni di riferimento.

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania-Gabardi	Domo-dossola	Borgo-manero	NO-Roma
Media delle medie giornaliere (b):	0.3	0.3	1.7	0.8	0.4
Giorni validi	61	61	61	58	50
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	95%	82%

Tabella 21: reportistica Benzo(a)pirene

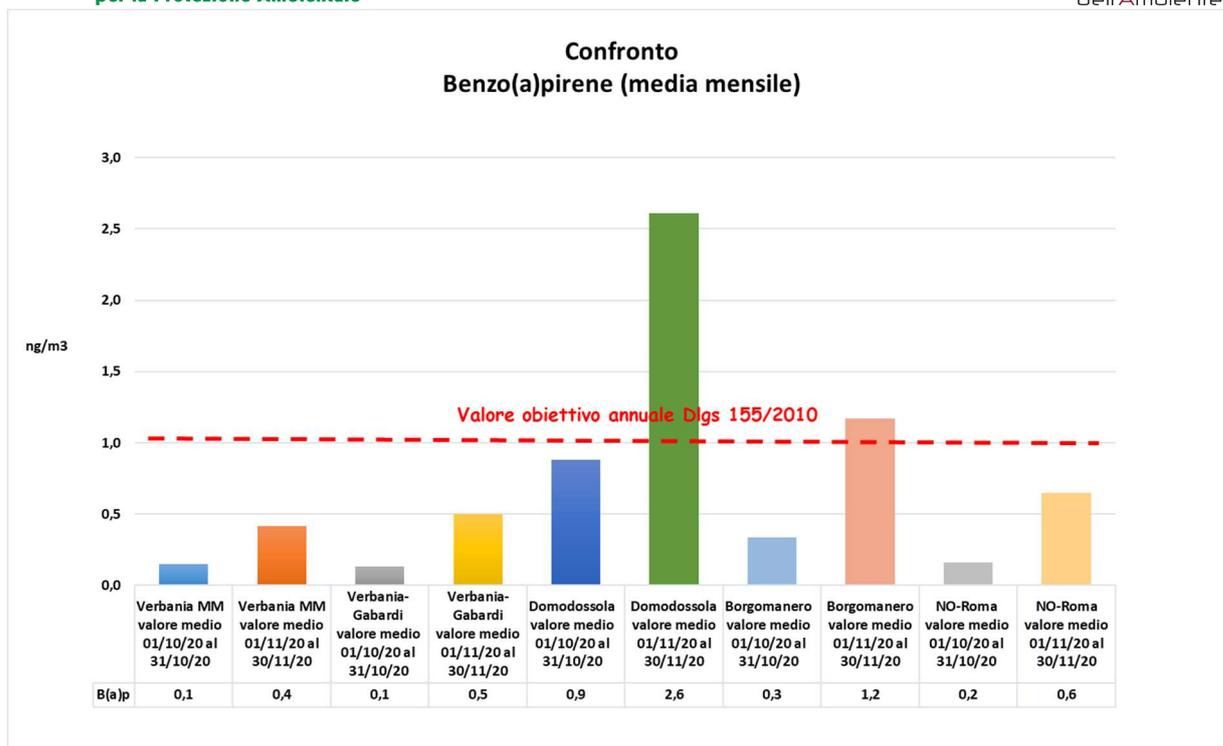


Figura 67: confronto Benzo(a)pirene – media del periodo

Per una caratterizzazione più completa, sulla frazione PM10 sono determinati anche altri idrocarburi policiclici aromatici, considerati ad elevata rilevanza tossicologica. In tabella 22 sono riportate le concentrazioni trovate.

Anche per questi inquinanti, il sito di monitoraggio presenta concentrazioni analoghe alla stazione di Verbania-Gabardi, come ben si evidenzia nel grafico di figura 68.

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Verbania MM	Verbania-Gabardi	Domo-dossola	Borgo-manero	NO-Roma
Media periodo benzo(a)antracene	0.09	0.13	1.24	0.49	0.16
Media periodo benzo(b+j+k)fluorantene	0.78	0.79	1.90	1.61	1.02
Media periodo Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.39	0.36	1.32	0.73	0.47
Media periodo Crisene	0.22	0.26	1.41	0.62	0.30
Media mensile Benzo(g,h,i)perilene	0.38	0.34	1.23	0.70	0.51
Giorni validi	61	61	61	58	50
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	95%	82%

Tabella 22: concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici nel PM10

Si riportano in grafico (figura 68) i valori di IPA rilevati.

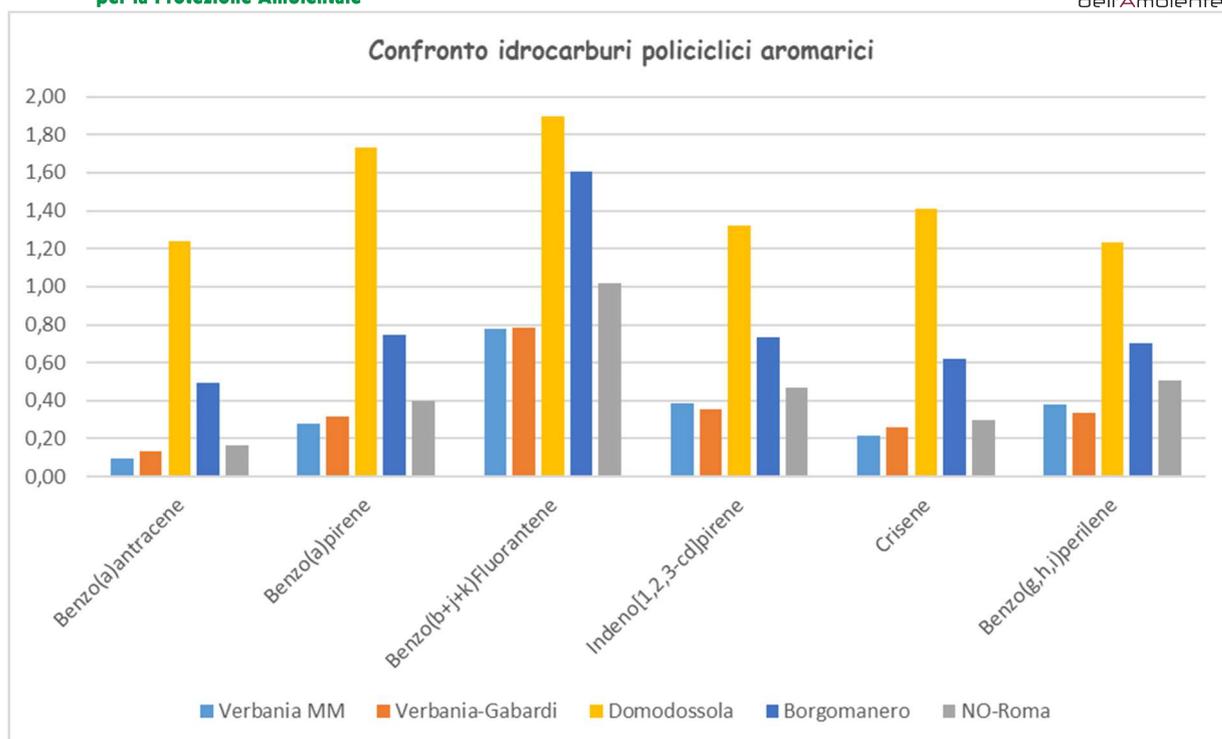


Figura 68: confronto Idrocarburi Policiclici Aromatici – media del periodo

CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

A livello regionale, nel periodo autunnale, le precipitazioni sono risultate inferiori alla media degli anni 1971-2000, con un deficit precipitativo pari al 16%, nonostante l'evento alluvionale dei giorni 2-3 ottobre, caratterizzato da piogge eccezionali per intensità. Nel mese di novembre sono risultate minime, quasi assenti.

Da un punto di vista termometrico, con una temperatura media di 10,7 °C, il periodo autunnale ha presentato un'anomalia termica positiva di 1,3 °C, rispetto alla media del periodo 1971-2000.

La seconda parte della campagna di monitoraggio è stata caratterizzata dalla persistenza di condizioni di alta pressione, maggiormente favorevoli all'accumulo di inquinanti in atmosfera.

Nel dettaglio, il periodo della campagna di monitoraggio è stato caratterizzato da:

Temperatura:

Si sono registrati i seguenti valori: $T_{\text{media}} = 11,2 \text{ °C}$; $T_{\text{min}} = 1,4 \text{ °C}$ (registrata il 27/11/2020); $T_{\text{max}} = 22,2 \text{ °C}$ (registrata il 07/10/2020) (figura 69).

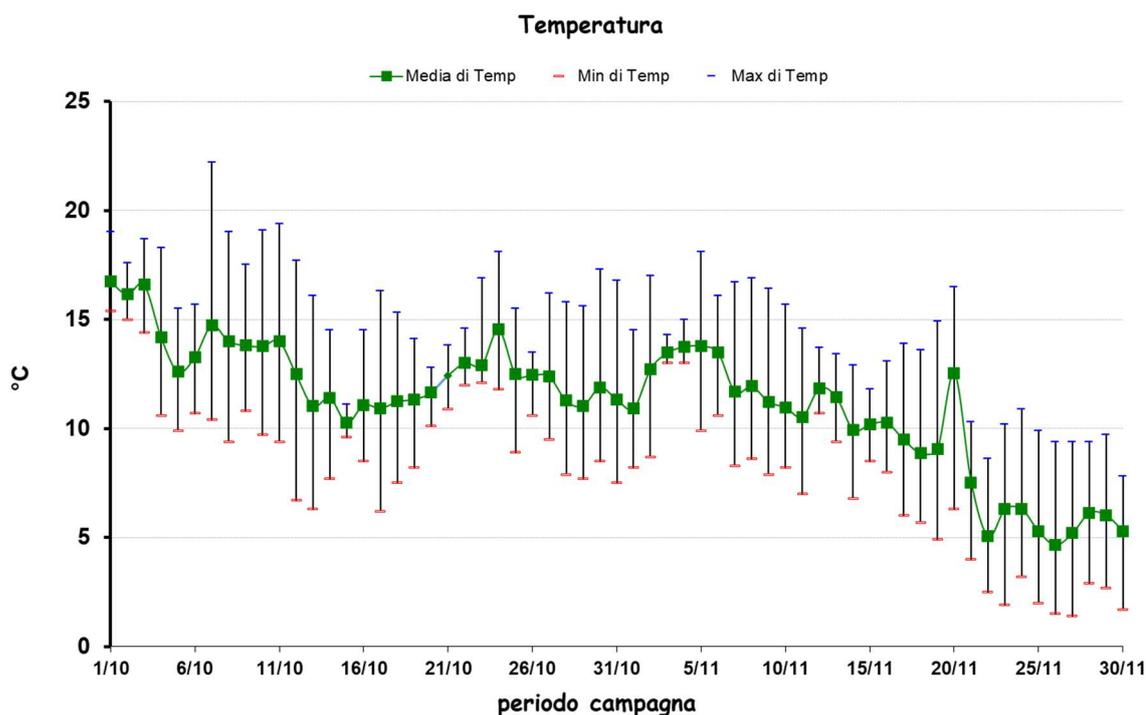


Figura 69: valori giornalieri di temperatura.

Pressione atmosferica:

Variabile tra 973 e 1008 hPa, con media del periodo di 995 hPa (figura 70).

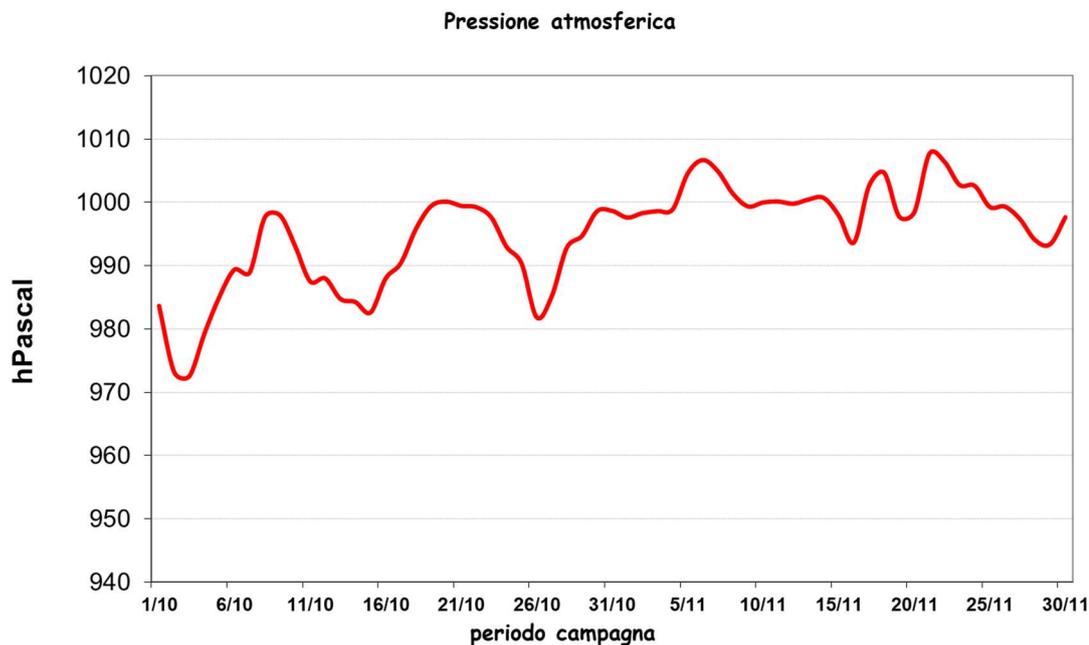


Figura 70: Pressione atmosferica media nel periodo

Piovosità:

La somma totale di pioggia nel periodo di monitoraggio è stata di circa 338,8 mm in altezza per ogni metro quadrato di superficie, con un valore di massimo di 183,8 mm/m² registrato il giorno 02/10, durante l'evento alluvionale (figura 71).

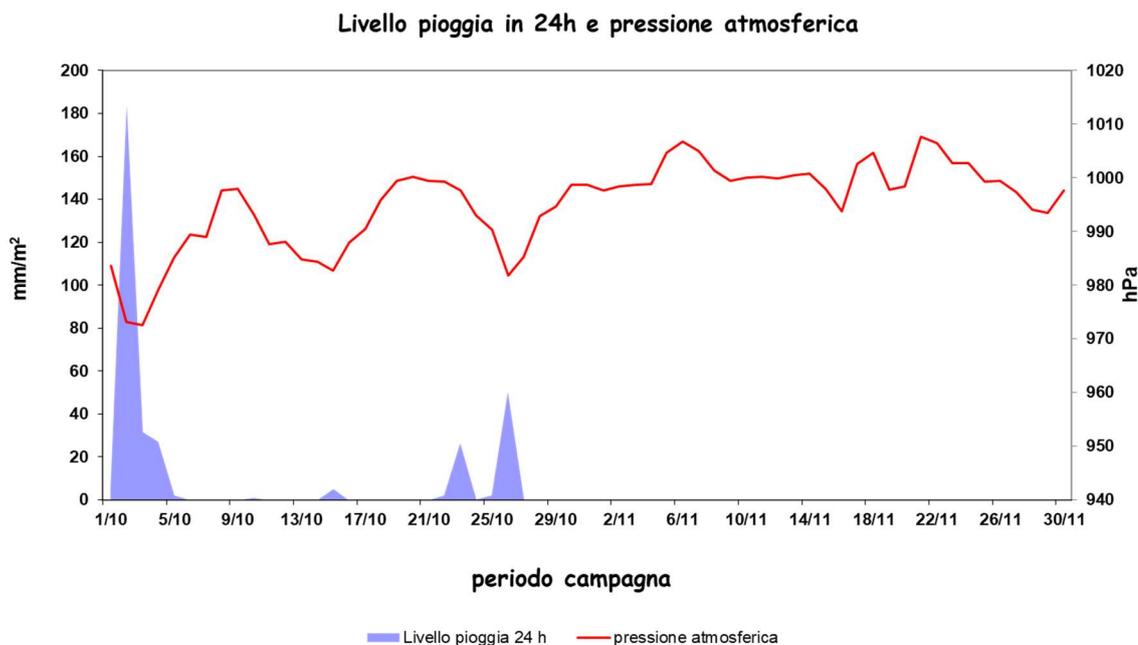


Figura 71: valori giornalieri di pioggia caduta e andamento pressione atmosferica

Vento:

La zona oggetto del monitoraggio è caratterizzata dalla presenza di venti con direzione prevalente da Est e Est-Nord-Est nelle ore diurne e da Ovest nelle ore notturne (figure 72 e 73). Nel periodo di monitoraggio i venti non hanno mai raggiunto velocità superiori a 5 m/s, presentando frequenti condizioni di calma di vento. Direzione, velocità e prevalenza sono illustrati nei grafici sottostanti.

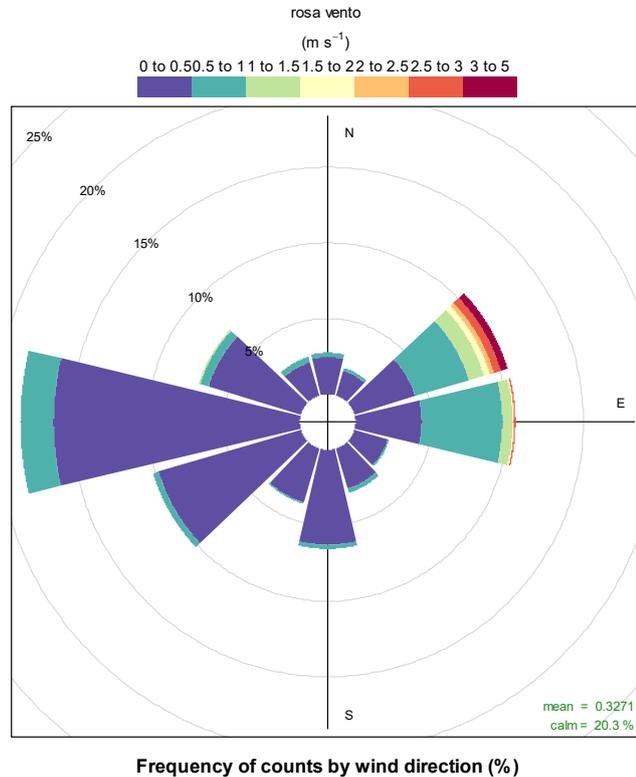


Figura 72: direzione dei venti e classi di velocità nel periodo

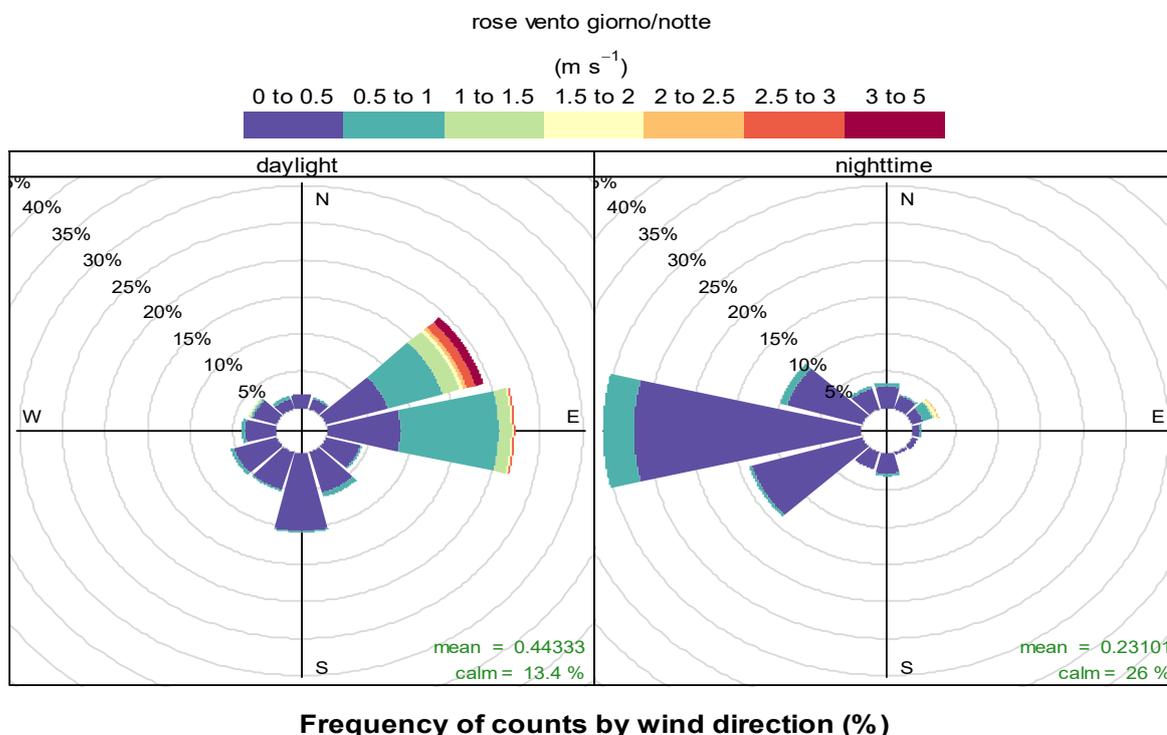


Figura 73: direzione dei venti e dati diurni e notturni nel periodo. (Nota: il valore di calma % riportata sul diagramma è calcolata sui dati di direzione mancanti o nulli)

CONSIDERAZIONI FINALI

I dati delle concentrazioni degli inquinanti rilevati presso il Comune di Verbania, in Corso Europa, sono stati confrontati con i dati rilevati nello stesso periodo dalle stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria della provincia di Verbania e Novara, ossia dalla stazione di Verbania (tipologia stazione fondo urbana), di Omegna (tipologia stazione traffico urbana), di Pieve Vergonte (tipologia stazione fondo suburbana), di Domodossola (tipologia stazione fondo suburbana), di Borgomanero (tipologia stazione traffico urbana), di Oleggio (tipologia stazione traffico urbana) e di Novara-Roma (tipologia stazione traffico urbana). Dall'analisi dei dati di qualità dell'aria rilevati durante la campagna di monitoraggio si possono fare le considerazioni che seguono.

Inquinanti primari come il **biossido di zolfo** e il **monossido di carbonio**, presentano concentrazioni molto basse, mantenendosi ben al di sotto dei limiti stabiliti dalla normativa e non si evidenziano differenze significative tra i siti messi a confronto. Per entrambi gli inquinanti, relativamente al periodo di monitoraggio, la qualità dell'aria è risultata quindi **molto buona**.

Le concentrazioni di **biossido di azoto** non hanno presentato episodi di superamento del valore limite orario, registrando valori confrontabili con le stazioni di fondo della RRQA prese a riferimento, rispetto alle stazioni di traffico caratterizzate da gradienti di concentrazione maggiori. L'andamento dell'inquinante mostra le maggiori analogie con quanto rilevato presso la vicina stazione di Verbania-Gabardi. Rispetto ai valori riscontrati nel periodo della campagna di monitoraggio, la qualità dell'aria risulta **molto buona**.

Anche il **monossido di azoto** ha presentato livelli di concentrazione bassi e confrontabili con le stazioni di fondo, non evidenziando particolari criticità. In generale, gli andamenti degli ossidi di azoto riscontrati sono riconducibili all'influenza del traffico veicolare sulla qualità dell'aria della zona, con l'evidenza di apporti esterni all'area di studio.

Le concentrazioni di **ozono**, come prevedibile, non hanno presentato superamenti dei limiti previsti dalla normativa, registrando un andamento tipico della stagione, caratterizzata da debole irraggiamento solare e temperature basse. Nel periodo non si evidenziano sostanziali differenze tra le stazioni messe a confronto, confermando il carattere ubiquitario dell'inquinante. Dato il periodo di monitoraggio, la qualità dell'aria, rispetto al parametro ozono, si conferma quindi **molto buona**.

Per il parametro **benzene** il sito di monitoraggio ha presentato concentrazioni medie giornaliere superiori alle stazioni di confronto, in particolare nella seconda parte della campagna di monitoraggio, ma comunque contenute e tali da non evidenziare particolare 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. In generale, l'andamento giornaliero del parametro trova coerenza con gli andamenti del traffico veicolare nelle ore di punta, con l'evidenza di picchi di concentrazione non correlati. Indicativamente, le concentrazioni riscontrate nel periodo di monitoraggio risultano nel range che classifica la qualità dell'aria come **buona**, rispetto a un limite normativo annuale, in riferimento al quale andrebbero fatte le opportune valutazioni.

Le concentrazioni di polveri sottili **PM10**, registrate presso il sito di monitoraggio, sono risultate analoghe a quanto rilevato presso la stazione di Verbania-Gabardi e più basse rispetto alle altre stazioni prese a riferimento. Indicativamente, le concentrazioni di PM10 misurate nel periodo di monitoraggio, risultano nel range che classifica la qualità dell'aria come **buona**, rispetto a un limite normativo annuale, in riferimento al quale andrebbero fatte le opportune valutazioni.

Presso la stazione di Verbania-Gabardi entrambi i limiti relativi al PM10 (giornaliero e annuale), previsti dal D.lgs. 155/2010 per la protezione della salute umana, sono sempre ampiamente rispettati.

Per quanto riguarda le concentrazioni dei metalli normati, **Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo**, determinati nella frazione PM10 del materiale particolato, nel periodo di monitoraggio hanno presentato concentrazioni inferiori o prossime ai limiti di quantificazione dei metodi analitici applicati, denotando livelli di fondo. Anche le concentrazioni degli altri metalli quantificati nella frazione PM10, non hanno evidenziato alcuna criticità in riferimento a possibili apporti emissivi di particolare rilevanza.

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 analoga a quanto rilevato presso la stazione di Verbania-Gabardi e inferiore alle altre stazioni messe a confronto.

Negli ultimi anni l'inquinante ha presentato alcune criticità locali dovute all'incremento dei consumi di biomasse legnose in ambito residenziale. Presso la stazione di Verbania-Gabardi il valore obiettivo fissato dalla normativa a $1,0 \text{ ng/m}^3$ è sempre ampiamente rispettato.

Anche gli altri idrocarburi policiclici aromatici, determinati nella frazione PM10, sono risultati in concentrazioni tali da non evidenziare criticità di rilievo.

In generale, presso il sito di monitoraggio, l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti monitorati non evidenzia particolari criticità. Quanto rilevato trova riscontro con le stime fornite dall'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA), che individua, per il territorio comunale, quale tipologia emissiva prevalente il traffico veicolare e il riscaldamento domestico.

In ragione delle condizioni anemologiche del sito, l'area di studio risente di apporti esterni, verosimilmente provenienti dall'agglomerato di Verbania.

Le concentrazioni rilevate sono assimilabili a quanto mediamente misurato presso le stazioni di fondo, rispetto alle stazioni di traffico. L'influenza delle emissioni del traffico veicolare si evidenzia maggiormente nelle concentrazioni di monossido di azoto (in prevalenza riconducibile alle emissioni dei motori diesel), di monossido di carbonio e di benzene (in prevalenza riconducibili alle emissioni dei motori a benzina), che risultano comunque contenute.

La vicina stazione di fondo urbana di Verbania-Gabardi si conferma, nel complesso, rappresentativa dello stato di qualità dell'aria della zona.

Pertanto, i risultati della presente indagine, limitatamente ai parametri e al periodo monitorato, inevitabilmente influenzato dalle limitazioni delle attività e degli spostamenti, introdotti per il contenimento dell'emergenza sanitaria da COVID-19, confermano l'assenza di particolari pressioni emissive sull'area oggetto del monitoraggio.