

IMPIANTO di TERMOVALORIZZAZIONE di RIFIUTI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI A FORLÌ



Rapporto sul monitoraggio della qualità dell'aria in Via Barsanti a Forlì - Anno 2019 Febbraio 2020

Servizio Sistemi Ambientali

Gruppo di lavoro: Paolo Veronesi, Cristina Mariotti, Maria Cristina Verna, Paolo Vittori.

Rev. 1 del 04/03/20

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpae.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpae.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

Indice generale

1 INTRODUZIONE	3
1.1 Descrizione della Stazione di Monitoraggio della Qualità dell'Aria	4
1.2 Normativa di riferimento	6
1.3 Gestione dei dati della stazione di monitoraggio	7
2 RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA	8
2.1 Misure in continuo	10
2.1.1 Materiale particolato (PM10 – PM2.5)	10
Tabella 1 – Indici statistici concentrazioni medie giornaliere PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10
2.1.2 Biossido di azoto (NO ₂)	16
2.1.3 Monossido di carbonio (CO)	20
2.1.4 Mercurio Totale Gassoso (Hg)	22
2.2 Parametri meteorologici	25
2.3 Misure in discontinuo nel PM10	30
2.3.1 Metalli pesanti : Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni)	30
2.3.2 Microinquinanti organici	32

1 INTRODUZIONE

L' Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata con DGP n. 237/44849 del 29/04/2008 ad HERA S.p.A. per la gestione dell'impianto di termovalorizzazione di rifiuti urbani e speciali non pericolosi, sito a Forlì, in via Grigioni, al Punto D2.3.4 – INDAGINI E MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA, prevedeva che il gestore, ai fini di ottemperare alla prescrizione n°26 della delibera di VIA n°323 del 2 settembre 2004, provvedesse ad installare la centralina di monitoraggio di cui all'Allegato RT 1.13 della Documentazione Integrativa TV01FCAA0113 del 5/2/2008 e ad acquisire i campionatori per lo studio della qualità dell'aria secondo un determinato protocollo tecnico. Al gestore era inoltre chiesto di stipulare con Arpae un contratto di comodato d'uso e gestione per tale stazione ed i relativi campionatori. Tale contratto prevede che le spese di manutenzione preventiva e correttiva e di gestione della stazione fissa di monitoraggio, nonché le spese inerenti le attività di campionamento, analisi ed elaborazione dei dati relativi alle determinazioni discontinue manuali previste dal protocollo tecnico siano a carico di Hera.

In sede di rinnovo autorizzativo, avvenuto con DGP n. 154 del 16/04/2013 PG n. 68306/2013, sono state modificate alcune prescrizioni. Il Piano di Monitoraggio e Controllo in vigore dal 01/01/2014 prevede al punto B.2.13 – "Monitoraggio della qualità dell'aria", un elenco più esteso di parametri da ricercarsi nei campionamenti in discontinuo di particolato fine PM10, che ora comprende anche i PCB ed i PCB Dioxin Like, ed inoltre l'effettuazione di una campagna aggiuntiva in concomitanza del fermo impianto annuale per la manutenzione programmata dell'impianto, per un totale di

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpae.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpae.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

cinque campagne nell'anno.

Al punto B.2.14 - "Monitoraggio dei suoli" è richiesta anche l'effettuazione, con frequenza biennale, di un campione di suolo con ricerca di microinquinanti organici (IPA, PCDD e PCDF, PCB e PCB-DL), metalli pesanti e microelementi.

I parametri individuati in sede di autorizzazione e che devono essere oggetto di indagine, sono pertanto i seguenti:

(A) campionamenti in continuo:

Parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento)

Inquinanti: PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, CO e Hg

(B) campionamenti in discontinuo automatico (frequenza trimestrale con una campagna aggiuntiva in occasione del fermo impianto annuale):

Metalli pesanti (Pb, Cd, Ni) sul particolato fine PM₁₀

Microinquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF, PCB e PCB-DL) sul particolato fine PM₁₀

(C) campionamento manuale di suolo (frequenza biennale):

Metalli pesanti e microelementi (As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn)

Microinquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF, PCB e PCB-DL)

Nel 2019 non è stato effettuato il campionamento biennale di terreno in quanto effettuato nel 2018 (terza volta). Il prossimo campionamento (quarto) sarà effettuato nel corso del 2020.

1.1 Descrizione della Stazione di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

La stazione di monitoraggio installata da HERA è situata in via Barsanti ed è individuata dalle

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpa.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpa.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

seguenti coordinate:

UTM ED50 fuso 32: X = 746729; Y = 4902084

All'interno della cabina sono installati i seguenti analizzatori in continuo:

Analizzatore automatico di monossido di carbonio: API mod. 300E

Analizzatore automatico di ossidi di azoto: API mod. 200E

Analizzatore automatico di PM₁₀: FAI mod. SWAM 5A

Analizzatore automatico di PM_{2.5}: FAI mod. SWAM 5A

Analizzatore automatico di Mercurio : LUMEX RA-915AM dal 8/11/18

Sul tetto della cabina sono posizionate le teste di prelievo per gli inquinanti gassosi, per il particolato fine con taglio granulometrico PM₁₀ e per quello con taglio PM_{2.5} ; gli analizzatori di PM₁₀ e PM_{2.5} , infatti, dispongono ciascuno di una linea dedicata, collegata ad una testa di prelievo apposita per la selezione della granulometria del particolato. L'aria viene aspirata in continuo da una pompa attraverso la testa di prelievo collocata sulla sommità della cabina, e viene poi trasmessa ai singoli strumenti attraverso una linea di campionamento debolmente riscaldata per evitare la formazione di condensa.

Sulla sommità della cabina, ad un'altezza di circa 3 metri, sono inoltre installati i sensori per la rilevazione dei seguenti parametri meteorologici:

Velocità e direzione del vento _ LSI-Lastem

Pluviometro _ LSI-Lastem

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpae.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpae.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

Temperatura _ LSI-Lastem

Umidità relativa _ LSI-Lastem

Nella cartografia seguente è rappresentato in verde il sito in cui è ubicata la stazione.

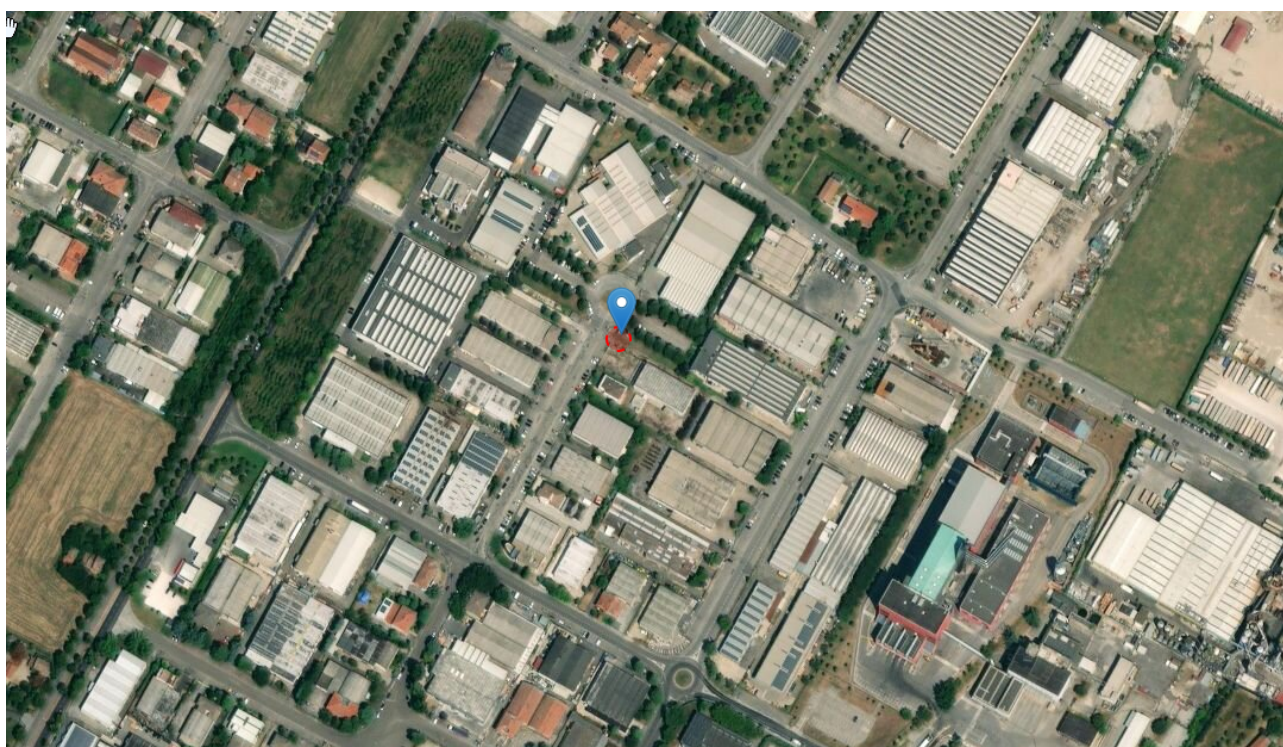


Figura 1

1.2 Normativa di riferimento

La norma quadro in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente è rappresentata dal Decreto Legislativo n°155 del 13 agosto 2010 "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" e successive

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpae.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpae.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

modifiche ed integrazioni. Il Decreto qui richiamato, entrato in vigore il 30/09/2010, recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE

1.3 Gestione dei dati della stazione di monitoraggio

A seguito del collaudo della stazione di monitoraggio nel marzo 2009 e della presa in carico da parte di Arpae della relativa gestione, si è proceduto, a far data dal 23 aprile 2009, alla validazione giornaliera dei dati di monitoraggio in continuo e alla loro pubblicazione all'indirizzo:

https://www.arpae.it/v2_aria_provincia.asp?p=fc&idlivello=134

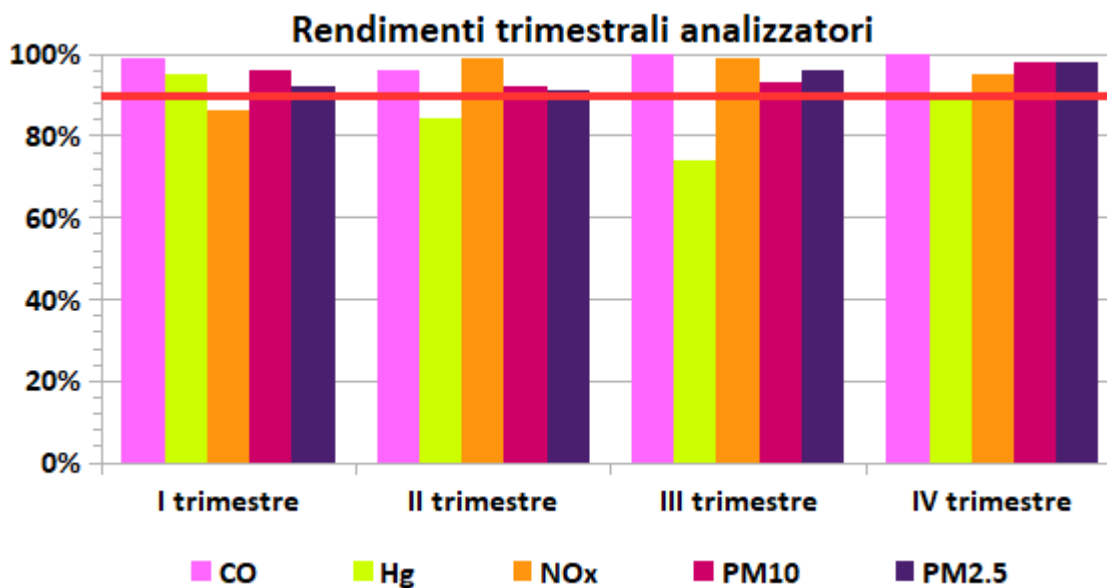
Dallo stesso anno sono pubblicati i rapporti mensili ed annuali relativi alle concentrazioni di inquinanti monitorati in continuo all'indirizzo:

https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=1353&idlivello=1763

Nei grafici che seguono sono riportati i rendimenti ottenuti dai suddetti analizzatori nel corso del 2019; l'efficienza è risultata essere sempre superiore al 90%, fatta eccezione per l'analizzatore di ossidi di azoto (NO₂) nel primo trimestre e quello di mercurio nel II e III trimestre. Il rendimento strumentale basso per l'analizzatore di mercurio è imputabile ai tempi di intervento lunghi per la taratura dello strumento, necessari al corretto funzionamento dello stesso.

Relativamente ai sensori meteo i rendimenti sono stati ampiamente soddisfacenti.

Grafico 1



Relativamente alle misure in discontinuo, sono state svolte quattro campagne di monitoraggio nelle diverse stagioni ed una campagna aggiuntiva, dal 2 al 17 aprile, in occasione del fermo impianto per manutenzione.

I campioni raccolti sono stati inviati al laboratorio integrato della sezione provinciale Arpae di Ravenna ed i risultati pervenuti sono riportati al punto 2.3.

2 RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Nei seguenti paragrafi sono riportati, suddivisi per tipologia di inquinante, gli indici statistici elaborati sui dati validi registrati ed i superamenti che si sono verificati. Seguono i grafici degli

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpa.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpa.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

andamenti delle concentrazioni, dove i valori inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione sono stati rappresentati pari ai 1/2 di tali limiti; nella rappresentazione grafica delle medie mensili, sono state prese in considerazione solo quelle calcolate su almeno il 75% delle medie su 24 ore teoricamente disponibili. Si è quindi rappresentato, per il parametro biossido di azoto (NO₂), il “giorno tipo”, ossia l’andamento delle concentrazioni medie orarie, calcolato per il periodo invernale e per quello estivo accanto a quello relativo alla stazione da traffico della RRQA a Forlì. I periodi su cui sono mediate le concentrazioni sono in relazione ai limiti normativi; nel caso del particolato PM₁₀ e PM_{2,5} le concentrazioni sono espresse come medie giornaliere, per il biossido di azoto come media oraria, per il monossido di carbonio come media sulle otto ore.

Per ciascun parametro sono inoltre riportati gli indici statistici e le medie mensili storici. Tutte le concentrazioni sono espresse in funzione dei limiti previsti dalla normativa: nel caso del biossido di azoto sono espresse come medie orarie, per il monossido di carbonio sono state calcolate come concentrazioni medie sulle otto ore.

Viene infine riportato per ciascun inquinante l’andamento delle concentrazioni registrate nel periodo di tempo che comprende il fermo impianto, accanto a quanto misurato presso le stazioni della RRQA a livello provinciale.

2.1 Misure in continuo

2.1.1 Materiale particolato (PM₁₀ – PM_{2.5})

Tabella 1 – Indici statistici concentrazioni medie giornaliere PM₁₀ (µg/m³)

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Hera	95	< 3	89	27	22	48	58	67	29

Tabella 2 –Superamenti PM₁₀

PM ₁₀	Limite	Valore
Numero di superamenti del valore limite di 24 h per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ non più di 35 volte per anno	29
Confronto tra media annua e valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	27 µg/m ³

Grafico 2 - PM₁₀ numero mensile di superamenti del limite per la concentrazione media giornaliera

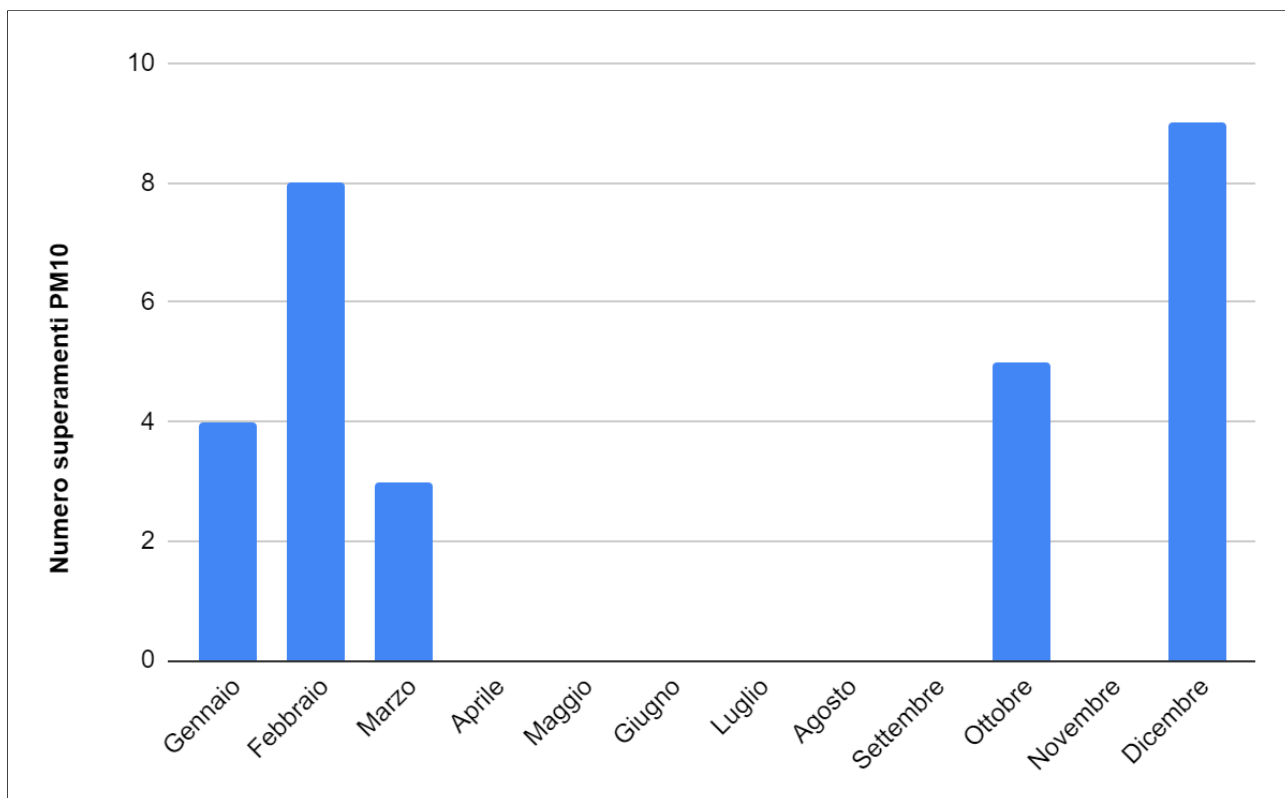


Tabella 3 – Indici statistici concentrazioni medie giornaliere PM_{2,5} (µg/m³)

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
Hera	94	< 3	72	17	13	36	45	52

Tabella 4 – Superamenti PM_{2,5}

PM _{2,5}	Limite	Valore
Confronto tra media annua e il valore limite per la protezione della salute umana (al 2015)	25 µg/m ³	17 µg/m ³

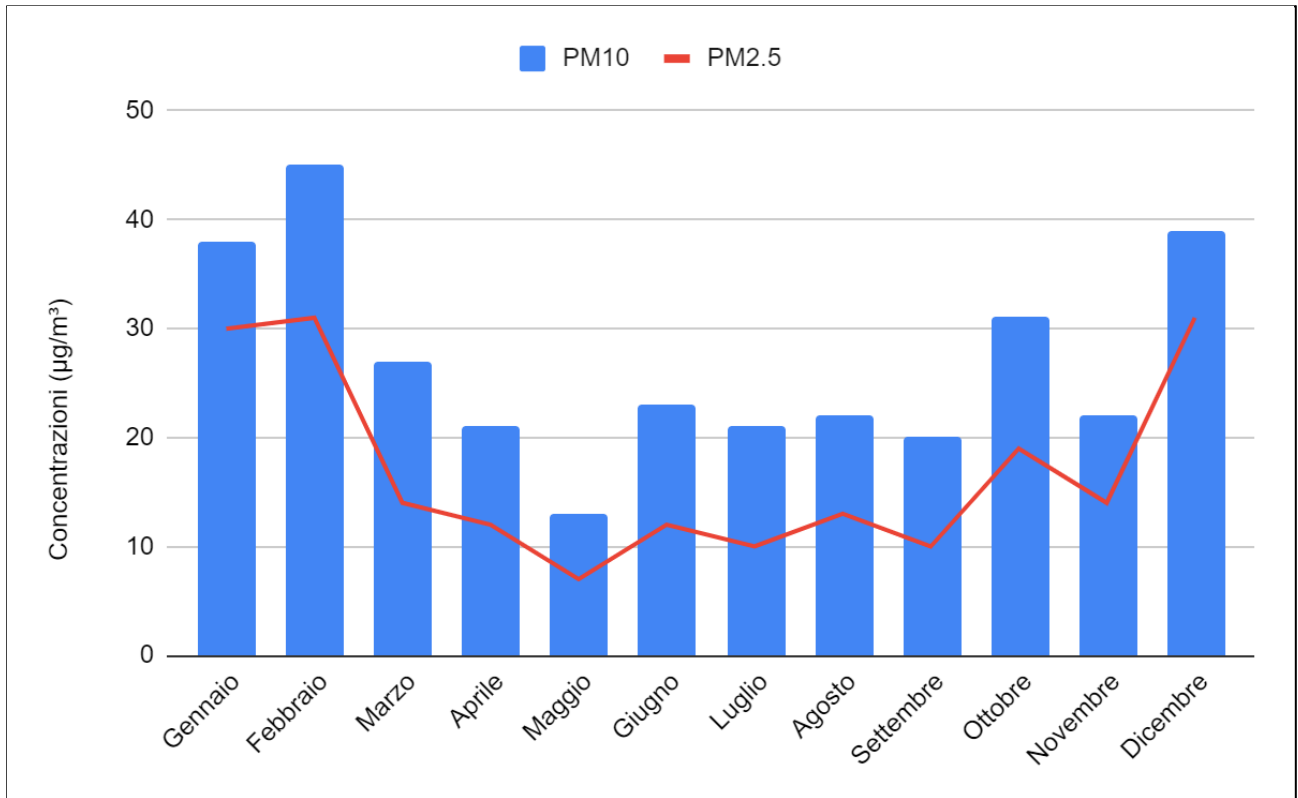
Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpae.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpae.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

Grafico 3 - PM₁₀ – PM_{2.5} concentrazioni medie mensili (µg/m³)



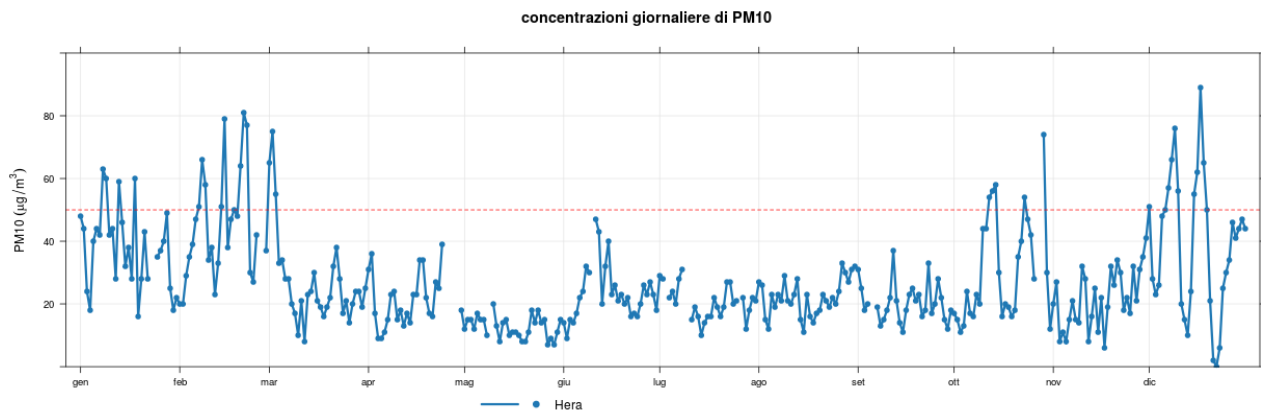
Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Area Prevenzione Ambientale - Area Est, tel 0544 210611 (Ravenna), 0543 451411 (Forlì-Cesena), 0541 319202 (Rimini)

Servizio Sistemi Ambientali – Sede di Forlì, Viale Salinatore, 20 | 47121 Forlì | aoofc@cert.arpae.emr.it

Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpae.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

Grafico 4 - Concentrazioni medie giornaliere PM₁₀ (µg/m³)



(La linea tratteggiata indica il limite per la concentrazione media giornaliera)

Grafico 5 - Concentrazioni medie giornaliere PM_{2,5} (µg/m³)

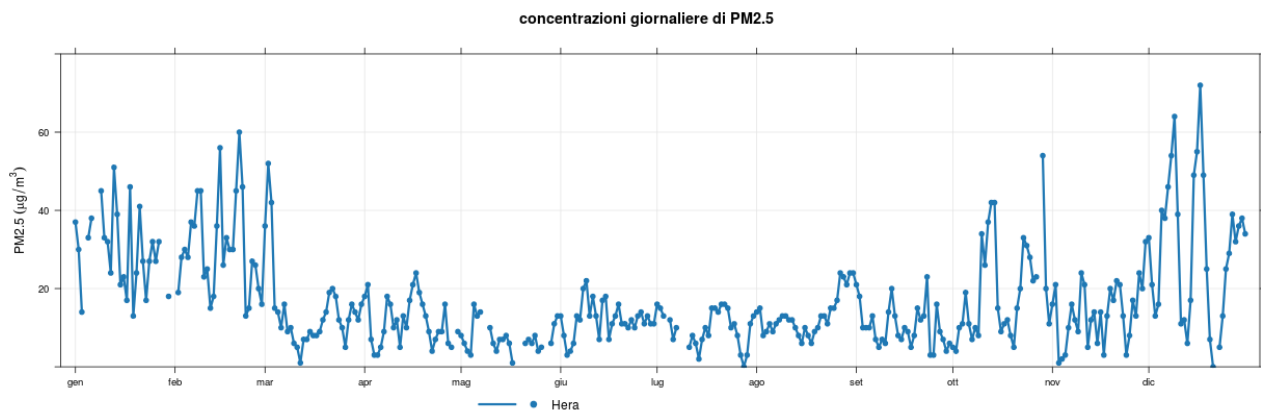
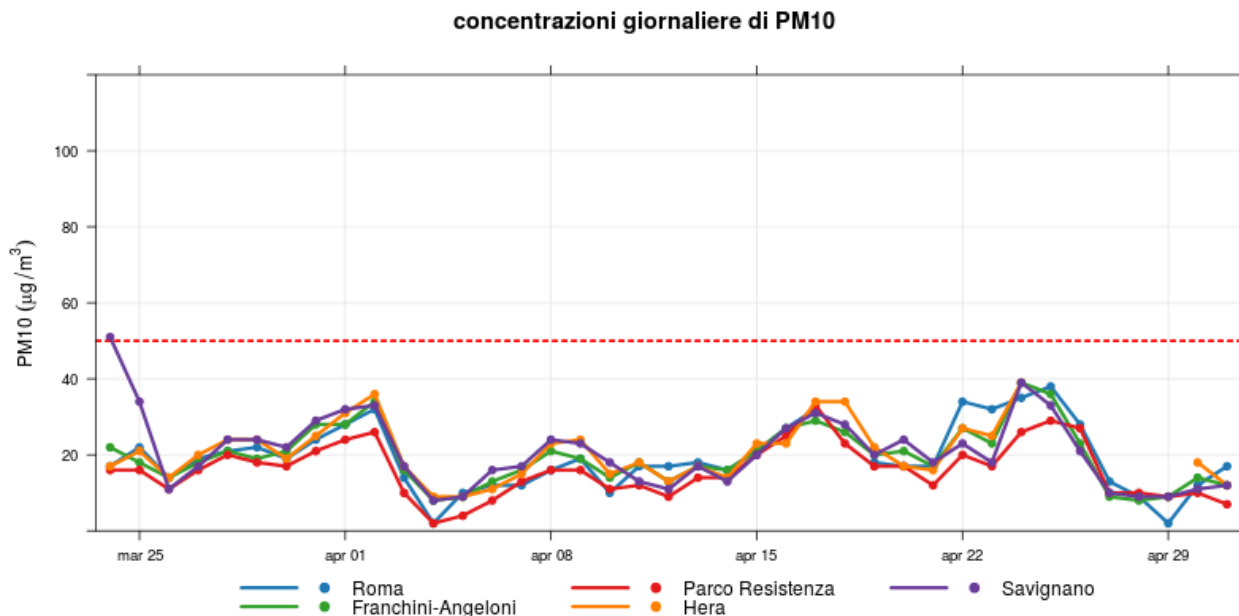
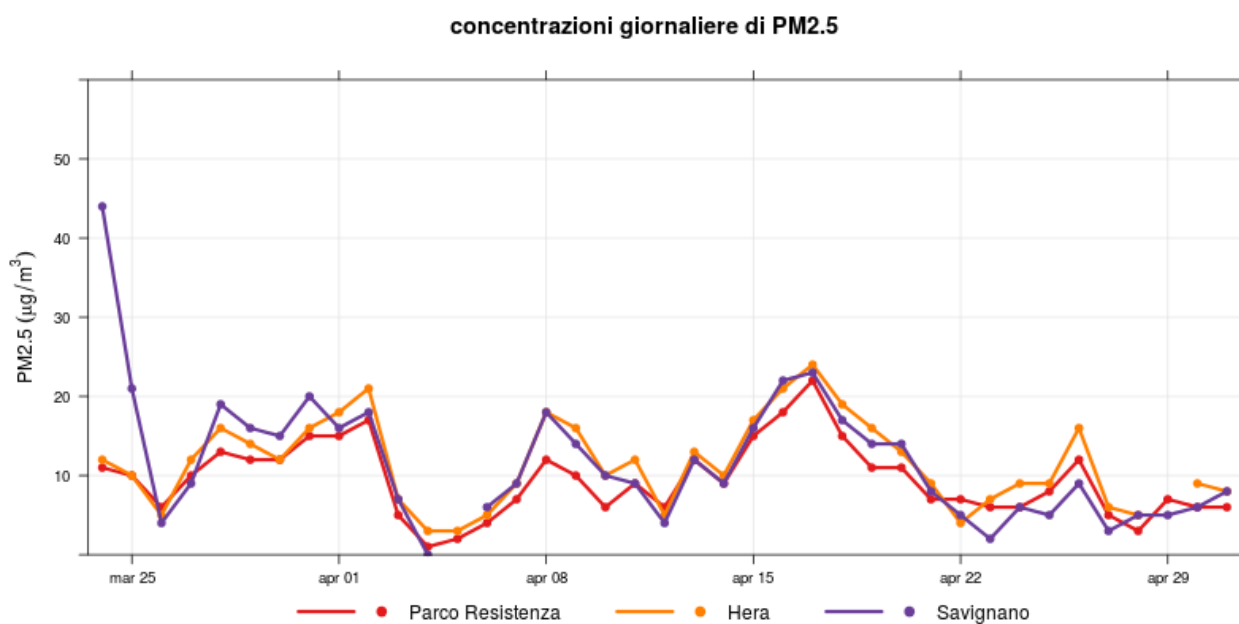


Grafico 6 - PM₁₀ concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale



(L'impianto è stato spento per manutenzione dal 2 al 17 aprile)

Grafico 7 - PM_{2.5} concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale



(L'impianto è stato spento per manutenzione dal 2 al 17 aprile)

Tabella 5 – Concentrazioni medie giornaliere indici statistici PM₁₀ e superamenti dal 2015 al 2019

PM10 (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
Superamenti	47	28	40	21	29
Minimo	5	<5	<5	<5	<3
Media	33	26	27	25	27
Massimo	105	123	154	80	89
50° percentile	28	22	20	22	22
90° percentile	58	46	52	42	48
95° percentile	69	57	64	51	58
98° percentile	91	77	81	62	67
Rendimento %	96	97	98	98	95

Tabella 6 – Concentrazioni medie giornaliere indici statistici PM_{2,5} dal 2015 al 2019

PM2.5 (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
Minimo	<5	<5	<5	<5	<3
Media	18	15	18	15	17
Massimo	79	91	129	64	72
50° percentile	13	11	12	12	13
90° percentile	38	32	39	31	36
95° percentile	47	38	48	39	45
98° percentile	64	57	64	44	52
Rendimento %	96	97	99	94	94

2.1.2 Biossido di azoto (NO₂)

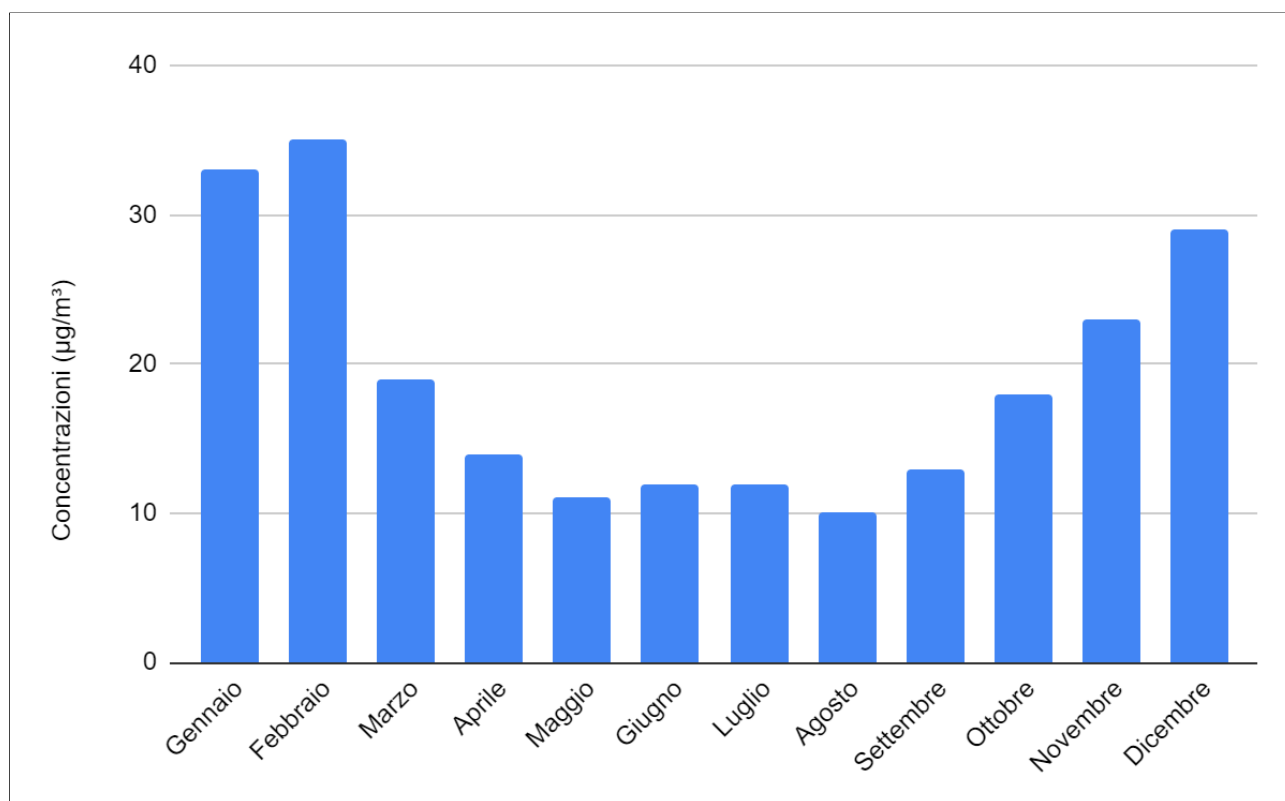
Tabella 7 – Indici statistici concentrazioni medie orarie NO₂ (µg/m³)³

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Hera	95	< 8	84	18	15	38	44	54	0

Tabella 8 –Superamenti NO₂

DLgs n 155/2010	Limite	Valori
Numero di superamenti della soglia di allarme	400 µg/m ³ (su tre ore consecutive)	0
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m ³ (non più di 18 volte per anno)	0
Confronto tra valore medio e valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	18 µg/m ³

Grafico 8 – Concentrazioni medie mensili NO₂ (µg/m³)



Si riportano di seguito gli andamenti del giorno tipo per i vari giorni della settimana; i periodi considerati si riferiscono alle stagioni invernale ed estiva, in quanto proprio nel corso di queste due periodi dell'anno si verificano le condizioni opposte sia dal punto di vista meteorologico che, di conseguenza, sotto il profilo dell'inquinamento atmosferico. L'andamento viene confrontato con quello rilevato presso la stazione della RRQA di Viale Roma (traffico). Un confronto analogo viene proposto anche per il "giorno tipo" NO₂ rilevato nel periodo di fermo impianto. Segue il confronto dell'andamento nel corso della settimana delle medie giornaliere.

Grafico 9 – Confronto fra "giorno tipo" NO₂ rilevato presso la stazione Hera e la stazione di Viale Roma (traffico) nell'inverno 2018-2019 (dicembre, gennaio, febbraio)

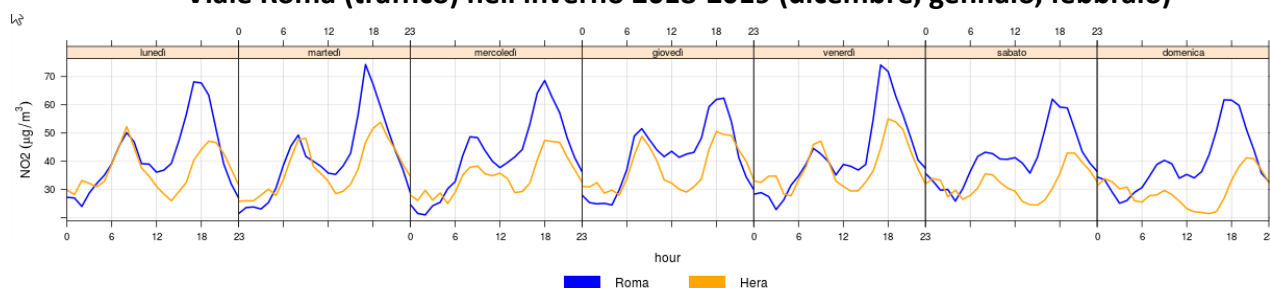


Grafico 10 – Confronto fra "giorno tipo" NO₂ rilevato presso la stazione Hera e la stazione di Viale Roma (traffico) nell'estate 2019 (giugno, luglio, agosto)

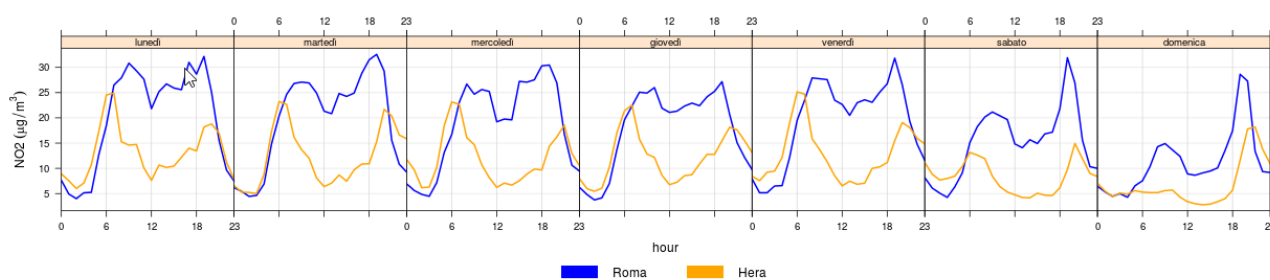


Grafico 11 – Confronto fra "giorno tipo" NO₂ rilevato nel periodo di fermo impianto (2 aprile – 17 aprile) presso la stazione HERA di Via Barsanti e la stazione di Viale Roma (traffico)

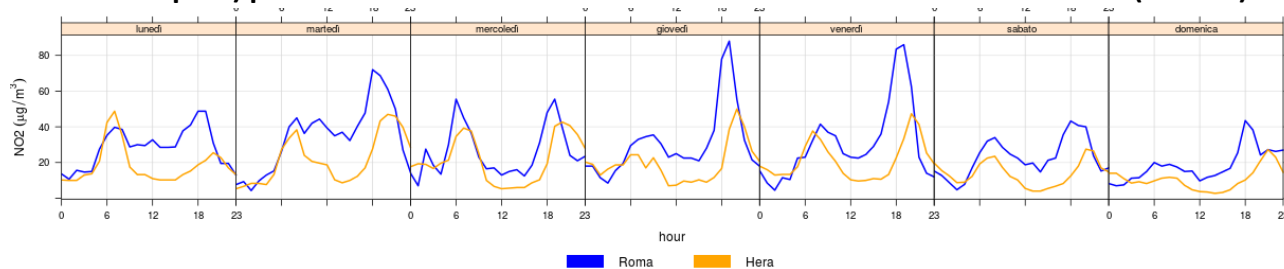
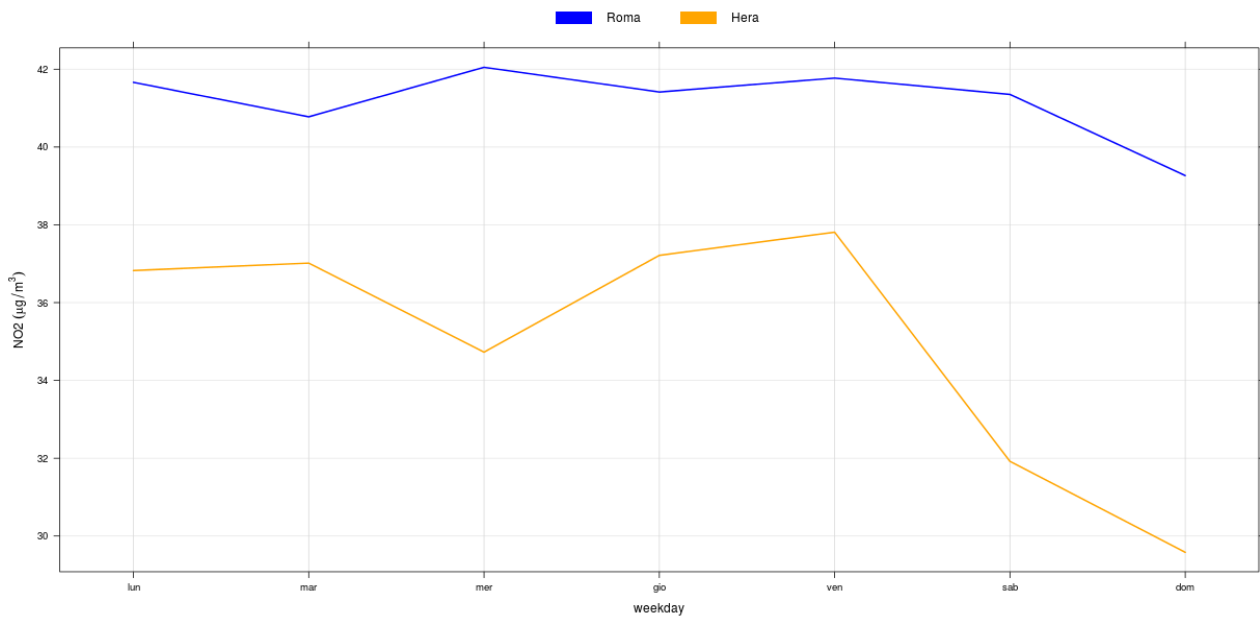
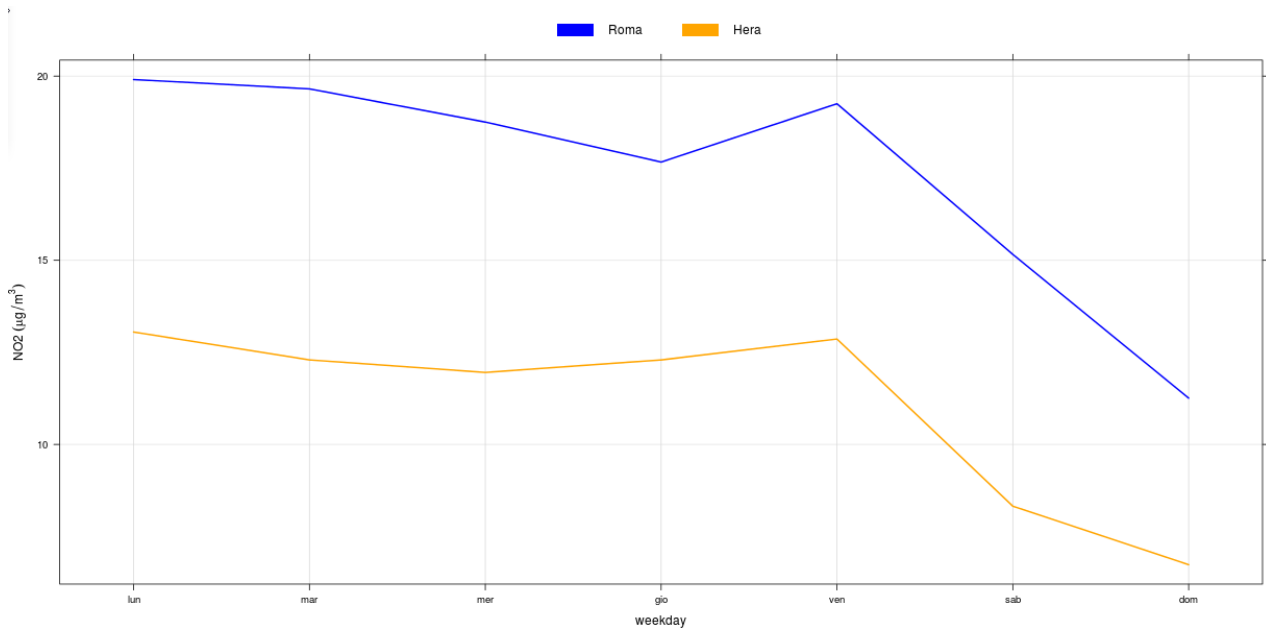


Grafico 12 – Concentrazioni medie giornaliere settimana tipo NO_2



inverno

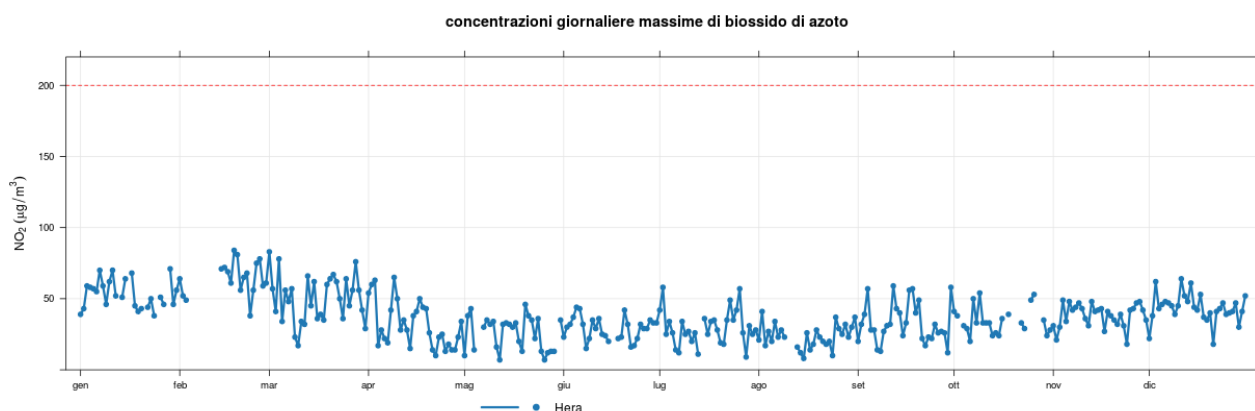


estate

In entrambe le stagioni l'andamento tipico giornaliero evidenzia per la stazione di via Barsanti un profilo simile a quello che caratterizza la stazione da traffico della RRQA; i valori di concentrazione

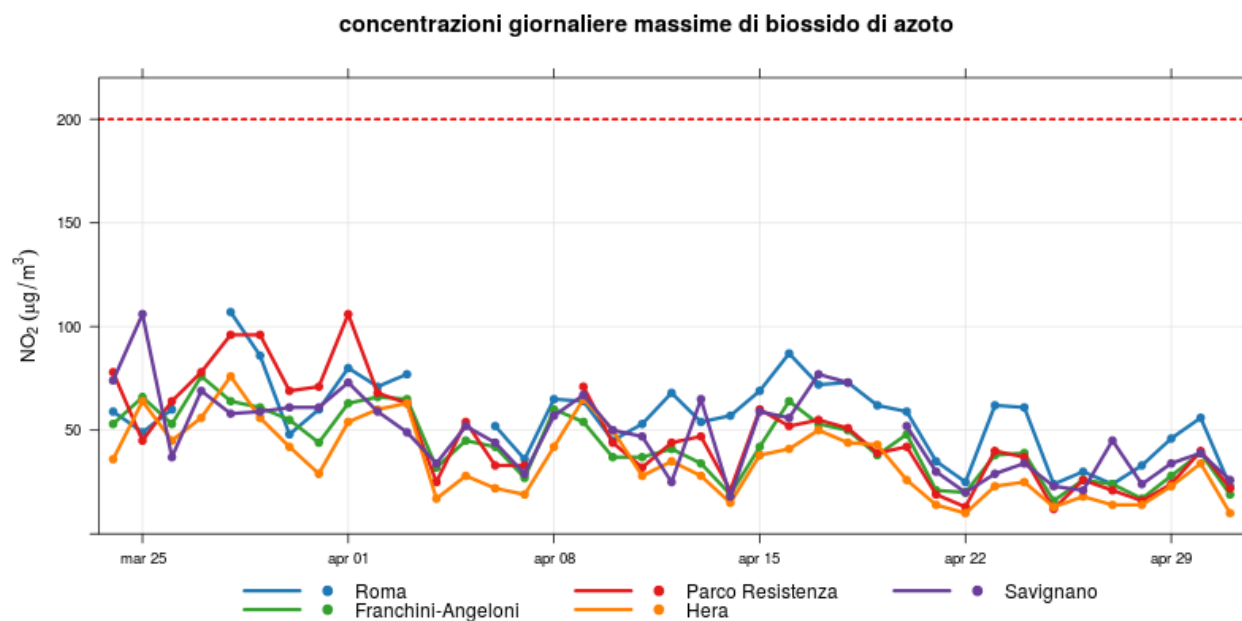
aumentano nelle ore tipicamente legate al traffico veicolare per gli spostamenti mattutini (8-9) e serali (19-20), mentre per quanto riguarda in assoluto i valori di concentrazione rilevati, in generale, presso questa stazione, sono sempre più bassi, in particolare nelle ore meno interessate dal traffico.

Grafico 13 - Concentrazioni massime giornaliere NO₂ (µg/m³)



(La linea tratteggiata indica il valore limite per la concentrazione media oraria)

Grafico 14 - NO₂ concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale



(L'impianto è stato spento per manutenzione dal 2 al 17 aprile)

Tabella 9 – Concentrazioni medie orarie indici statistici NO₂ dal 2015 al 2019

NO ₂ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
Minimo	<12	<12	<12	<12	<8
Media	24	20	21	19	18
Massimo	90	83	76	82	84
50° percentile	21	17	18	16	15
90° percentile	45	39	41	38	38
95° percentile	52	44	47	45	44
98° percentile	60	51	54	53	54
Rendimento %	93	92	92	86	95

2.1.3 Monossido di carbonio (CO)

Tabella 10 – Indici statistici CO concentrazioni medie su 8 ore (mg/m³)

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Hera	100	< 0.4	1.5	< 0.4	< 0.4	0.5	0.7	0.8	0

Tabella 11 – Superamenti CO

DLgs n 155/2010	Limite	Superamenti
Numero di superamenti del valore limite su 8 h per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	0

Grafico 15 – Concentrazioni massime giornaliere della media di 8 ore

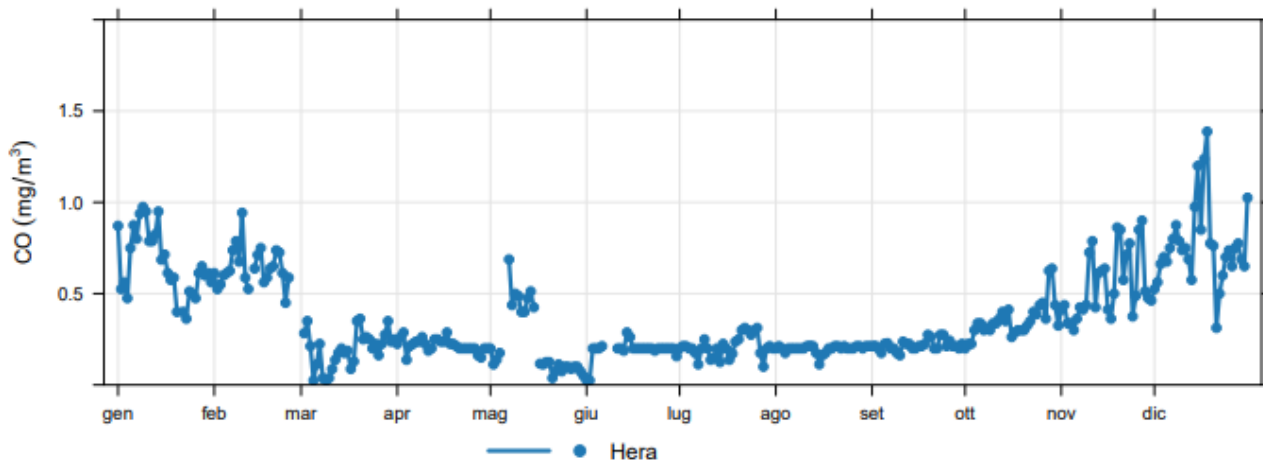


Tabella 12 – Concentrazioni medie su 8 ore indici statistici CO dal 2015 al 2019

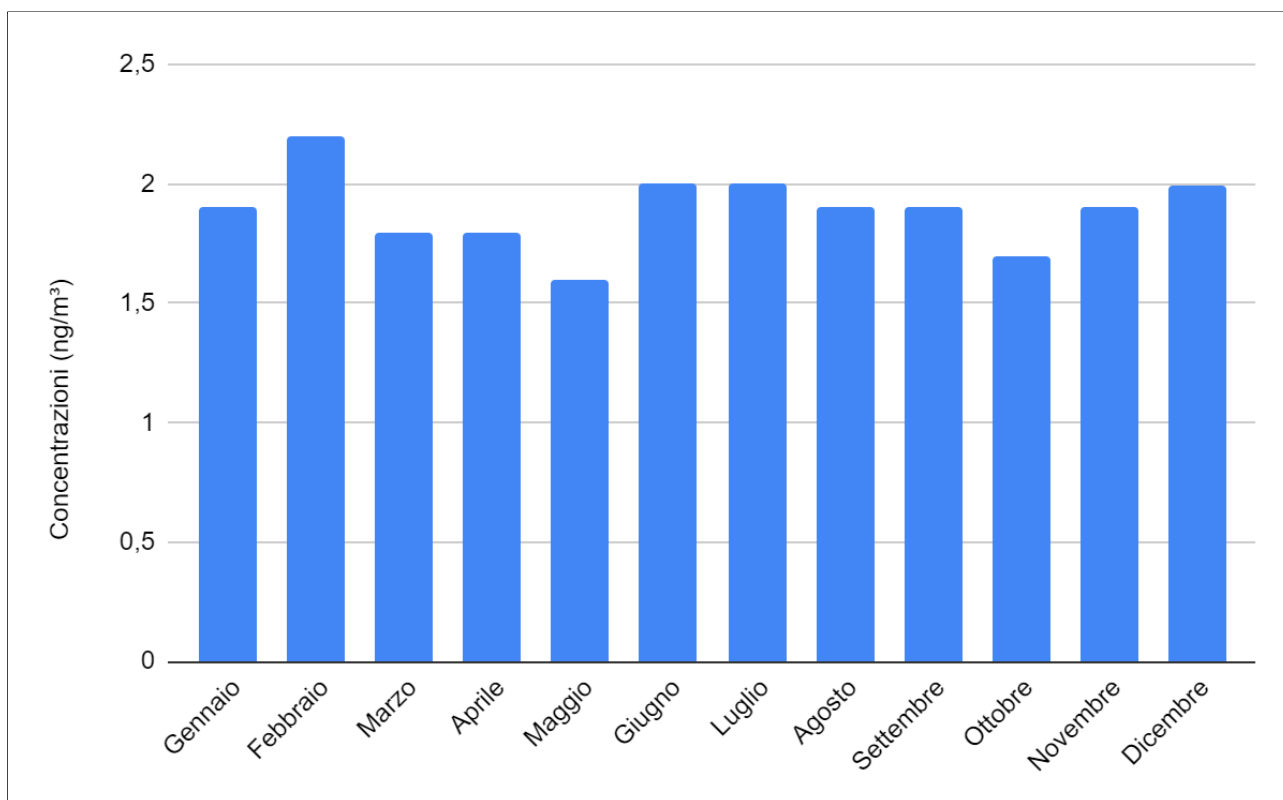
CO concentrazione media	2015	2016	2017	2018	2019
su 8 ore (mg/m ³)					
Minimo	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4
Media	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4
Massimo	2.2	1.9	2.3	1.7	1.5
50° percentile	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4
90° percentile	0.6	0.8	0.8	0.7	0.5
95° percentile	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7
98° percentile	1.0	1.1	1.2	0.9	0.8
Rendimento %	98	98	100	100	100

2.1.4 Mercurio Totale Gassoso (Hg)

Tabella 13 – Indici statistici Hg (ng/m³)

Stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
medie orarie Hera	79	0,8	6,1	1,2	1,1	1,9	2,2	2,8

Grafico 16 – Hg concentrazione media mensile



Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i. di recepimento della Direttiva 2008/50/CE non prevede valori di riferimento per le concentrazioni di mercurio in aria ambiente.

Alcuni riferimenti possono essere tratti dai seguenti documenti :

-Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper, pubblicato nel 2002 da un gruppo di

lavoro europeo come supporto scientifico all’emanazione delle Direttive in tema di qualità dell’aria da parte della Commissione Europea; in esso vengono indicate concentrazioni tipiche dell’ordine di 1.2 - 3.7 ng/m³, con punte nei siti più impattati dell’ordine di 20 - 30 ng/m³; questi valori sono confermati anche dai dati più recenti messi a disposizione dall’Agenzia Europea dell’Ambiente (rapporto EEA Air quality in Europe — 2015 report).

WHO Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition, pubblicato dall’Organizzazione Mondiale della Sanità nell’anno 2000; in esso sono riportate come concentrazioni tipiche di mercurio in aria ambiente per le aree remote 2 - 4 ng/m³, per le aree urbane mediamente 10 ng/m³.

Grafico 17 – Concentrazioni orarie massime giornaliere di Hg

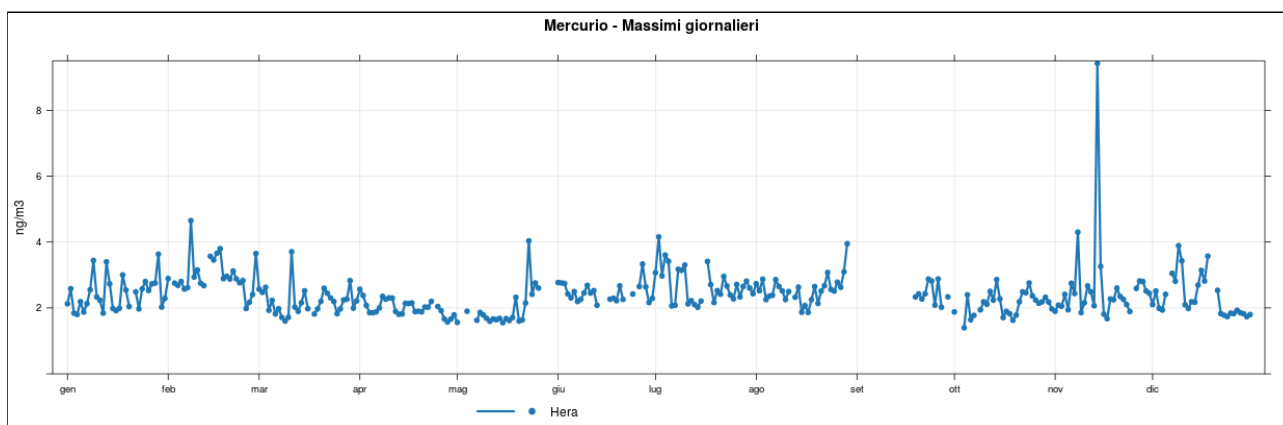
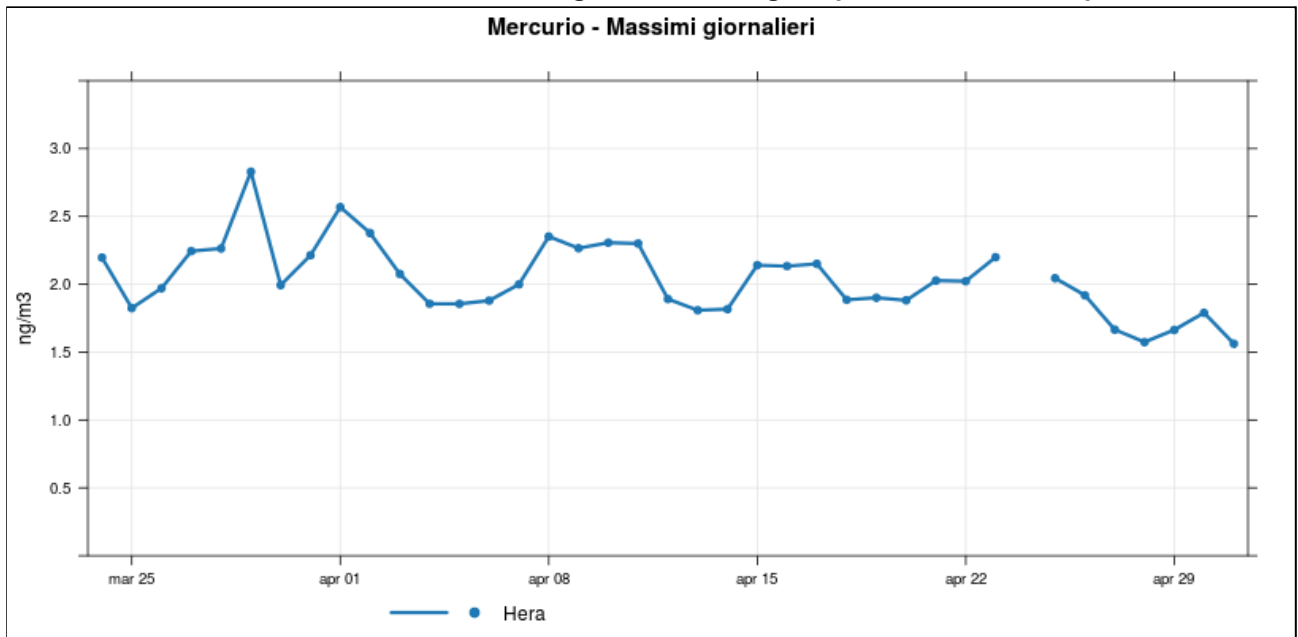


Grafico 18 – Concentrazioni medie giornaliere di Hg nel periodo di fermo impianto



(L'impianto è stato spento per manutenzione dal 2 al 17 aprile)

Tabella 14 – Concentrazioni medie orarie indici statistici Hg dal 2015 al 2019

Hg (ng/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
Minimo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Media	1.2	1.1	0.9	1.2	1.9
Massimo	10.5	4.2	5.0	6.1	9.4
50° percentile	1.1	1.0	0.8	1.1	1.8
90° percentile	2.0	1.8	1.4	1.9	2.4
95° percentile	2.3	2.1	1.7	2.2	2.6
98° percentile	2.7	2.4	2.1	2.8	2.9
Rendimento %	50	82	65	79	85

2.2 Parametri meteorologici

Sulla sommità della cabina, ad un'altezza di circa 3 metri, sono installati i sensori per la rilevazione dei parametri meteorologici; è pertanto opportuno sottolineare, con particolare riguardo per direzione e velocità del vento, che gli andamenti che seguono sono riferiti alle condizioni atmosferiche che si registrano a tale altezza e non rappresentano la situazione che si può verificare nelle zone più alte dell'atmosfera.

Grafico 19 – Temperatura media giornaliera

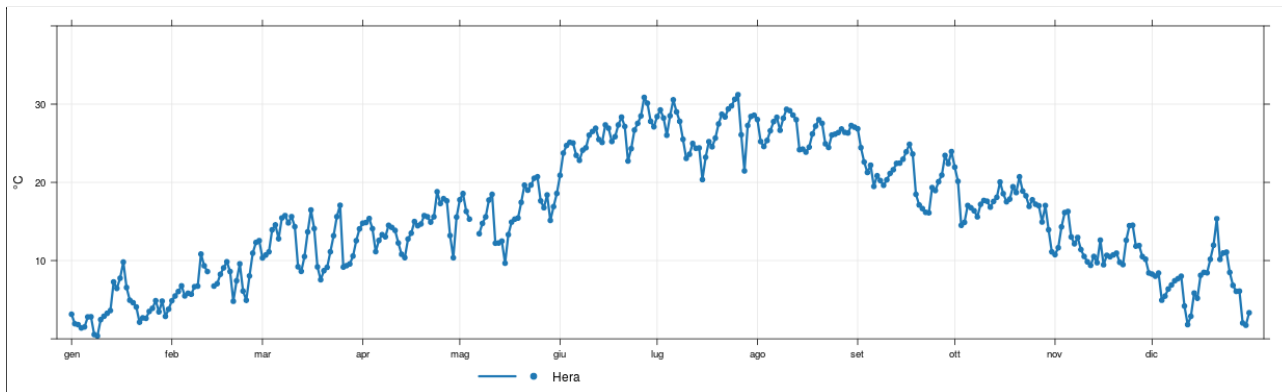


Grafico 20 – Umidità relativa media giornaliera

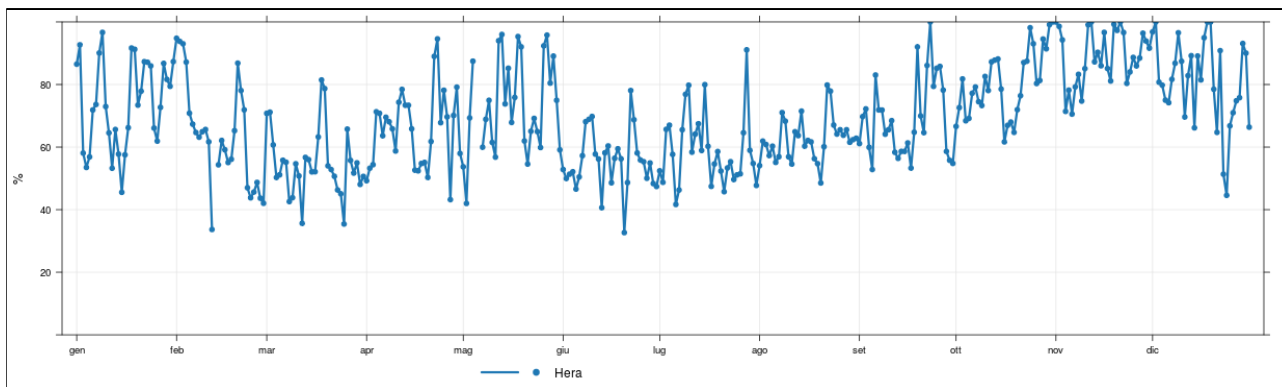


Grafico 21 – Pioggia mm. giornalieri

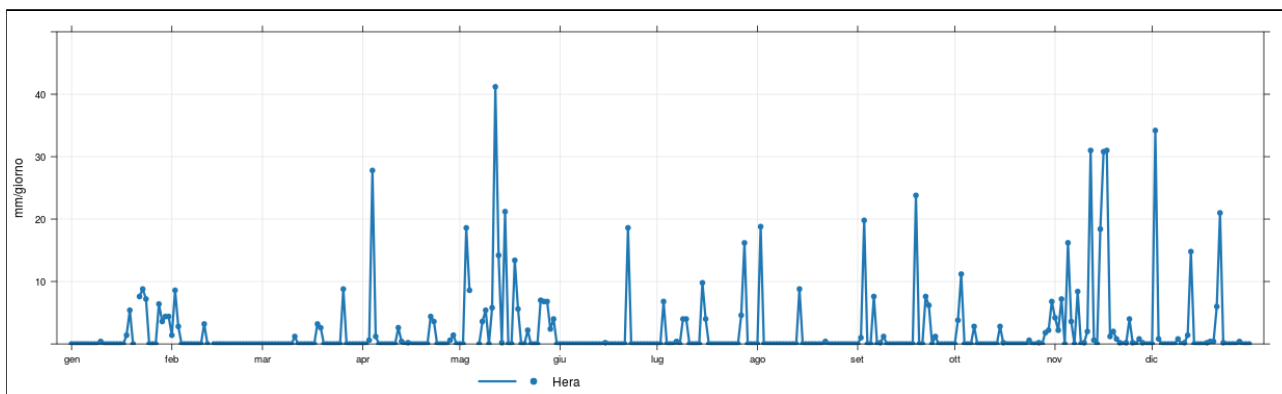


Grafico 22 – Velocità del vento – massimi giornalieri

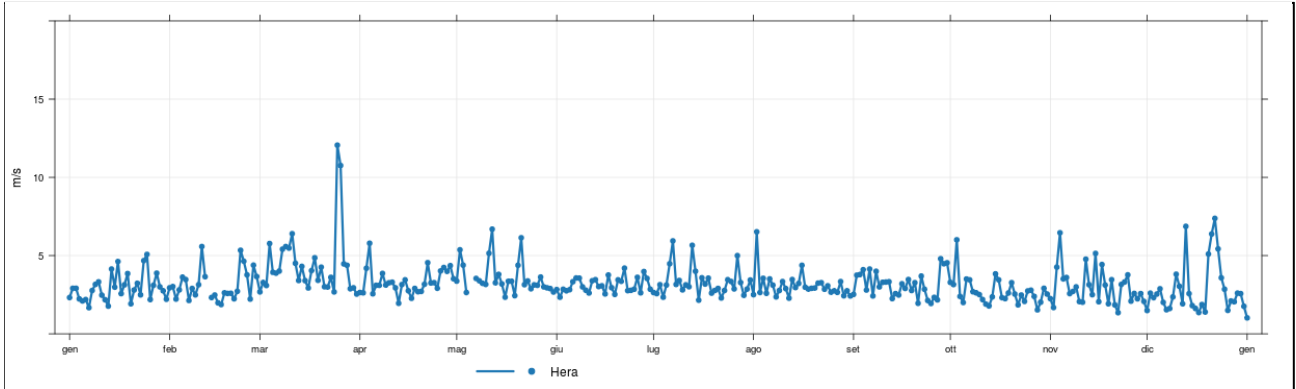
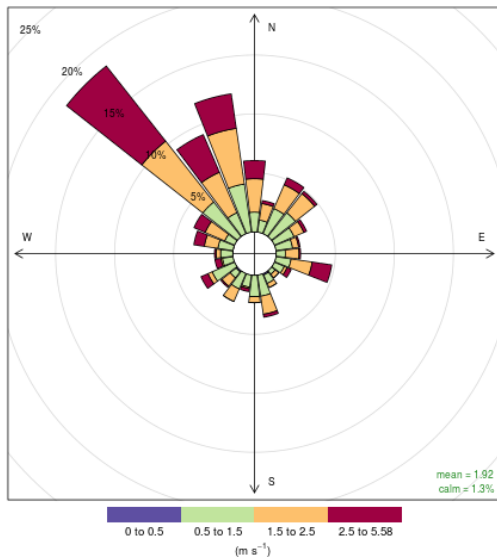


Grafico 23 – Rose dei venti nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio)

Rosa dei venti diurna



Rosa dei venti notturna

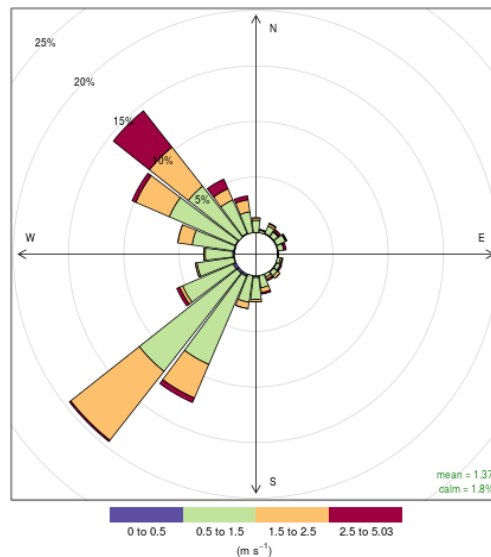
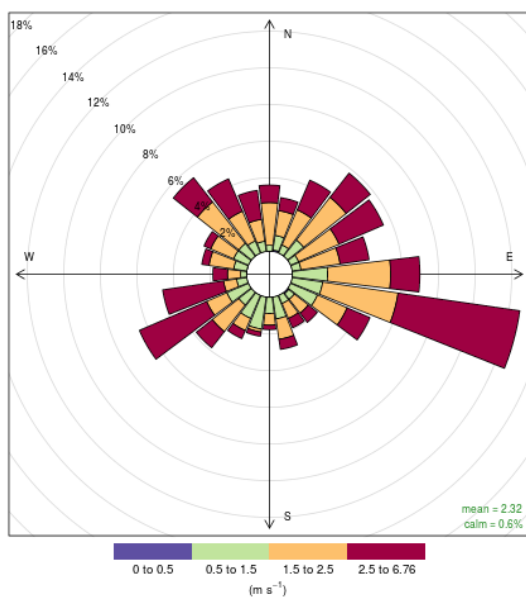


Grafico 24 – Rose dei venti nei mesi primaverili (marzo, aprile, maggio)

Rosa dei venti diurna



Rosa dei venti notturna

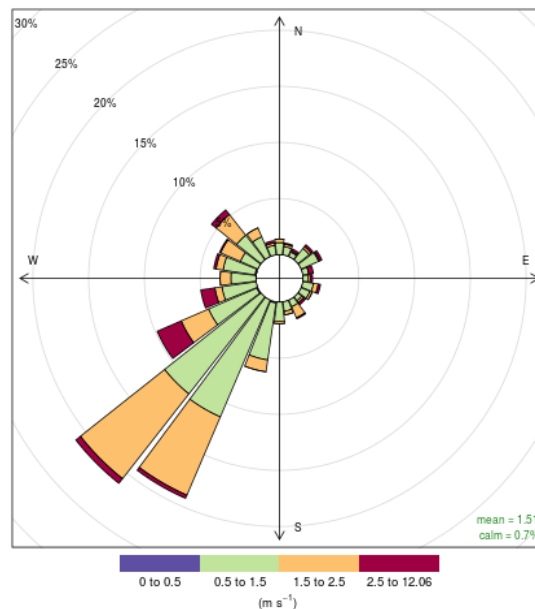
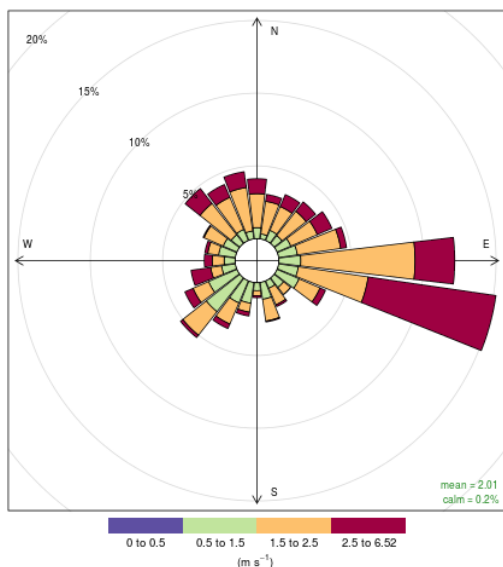


Grafico 25 – Rose dei venti nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto)

Rosa dei venti diurna



Rosa dei venti notturna

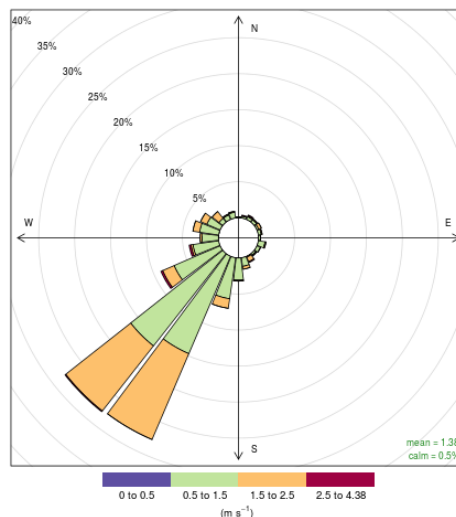
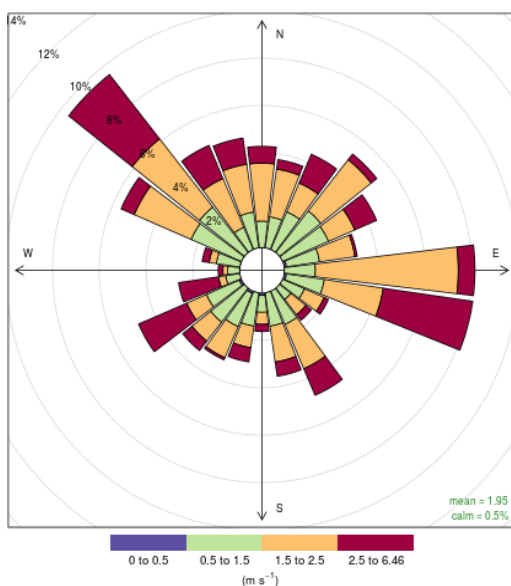
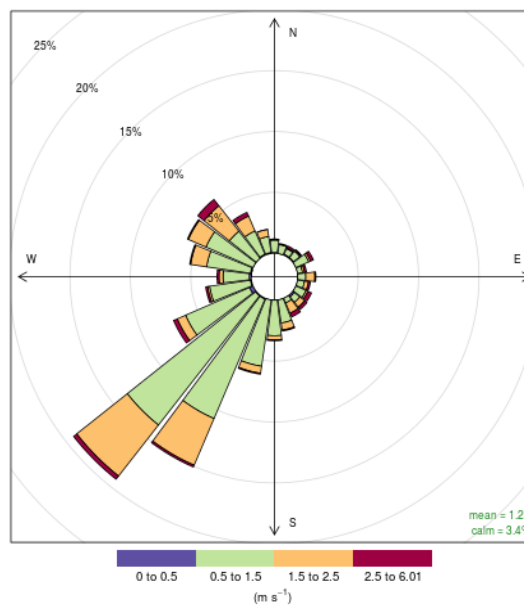


Grafico 26 – Rose dei venti nei mesi autunnali (settembre, ottobre, novembre)

Rosa dei venti diurna



Rosa dei venti notturna



2.3 Misure in discontinuo nel PM₁₀

Il monitoraggio in discontinuo della qualità dell'aria riguarda la determinazione delle concentrazioni di metalli pesanti e microinquinanti organici nel particolato PM₁₀ ed è effettuato con frequenza trimestrale mediante campionamento discontinuo automatico e determinazione per ciascun parametro del valore medio di concentrazione per campagna; viene inoltre effettuata una campagna aggiuntiva in occasione del fermo impianto (F.I.). Nei grafici e nelle tabelle che seguono le misure relative a tale campagna sono evidenziate con colori o motivi diversi.

2.3.1 Metalli pesanti : Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni)

Si riportano di seguito gli esiti delle campagne svolte nel corso del 2019 ed a seguire gli andamenti registrati negli ultimi cinque anni. Quando possibile le misure in discontinuo per la determinazione di metalli pesanti e microinquinanti organici nel particolato sono state eseguite in parallelo, nell'arco di uno stesso periodo temporale.

Tabella 15 – Pb, Cd e Ni concentrazioni medie campagna e confronto con valori limite e valori obiettivo Dlgs. 155/2010 e s.m.i.

Dlgs. n. 155 del 13/08/2010	Pb (µg/m ³)	Cd (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)
	Valore limite	Valore obiettivo	Valore obiettivo
Concentrazione media annuale	0.5	5	20
Soglia di valutazione superiore	0.35	3	14
Soglia di valutazione inferiore	0.25	2	10

Concentrazioni medie				Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (*)	Cd (ng/m^3)	Ni (ng/m^3)	
I Campagna	dal	08/01/19	al	23/01/19	0.010	0.32	4.3
II Campagna fermo impianto	dal	02/04/19	al	17/04/19	0.004	0.16	2.6
III Campagna	dal	07/05/19	al	23/05/19	0.001	0.04	1.5
IV Campagna	dal	05/07/19	al	15/07/19	0.002	0.06	2.6
V Campagna	dal	08/10/19	al	23/10/19	0.005	0.12	3.1

Grafico 27 – Piombo concentrazioni medie di campagna dal 2015 al 2019

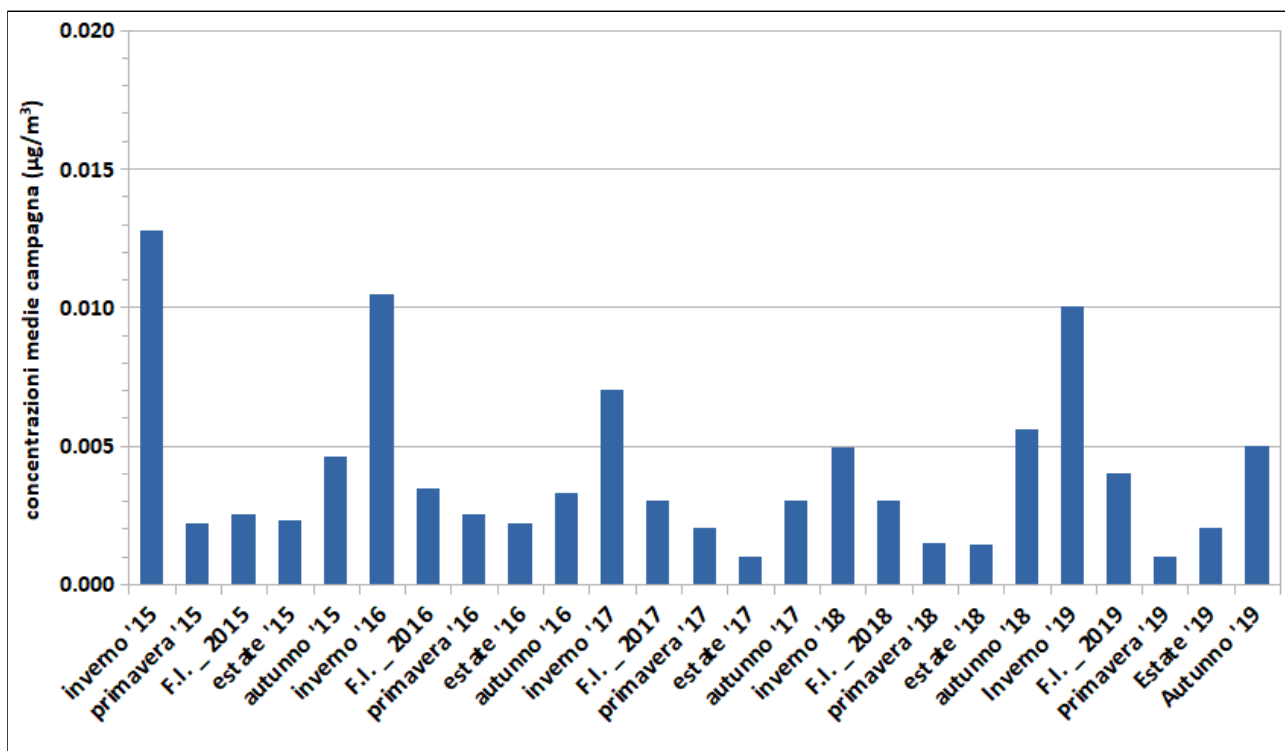
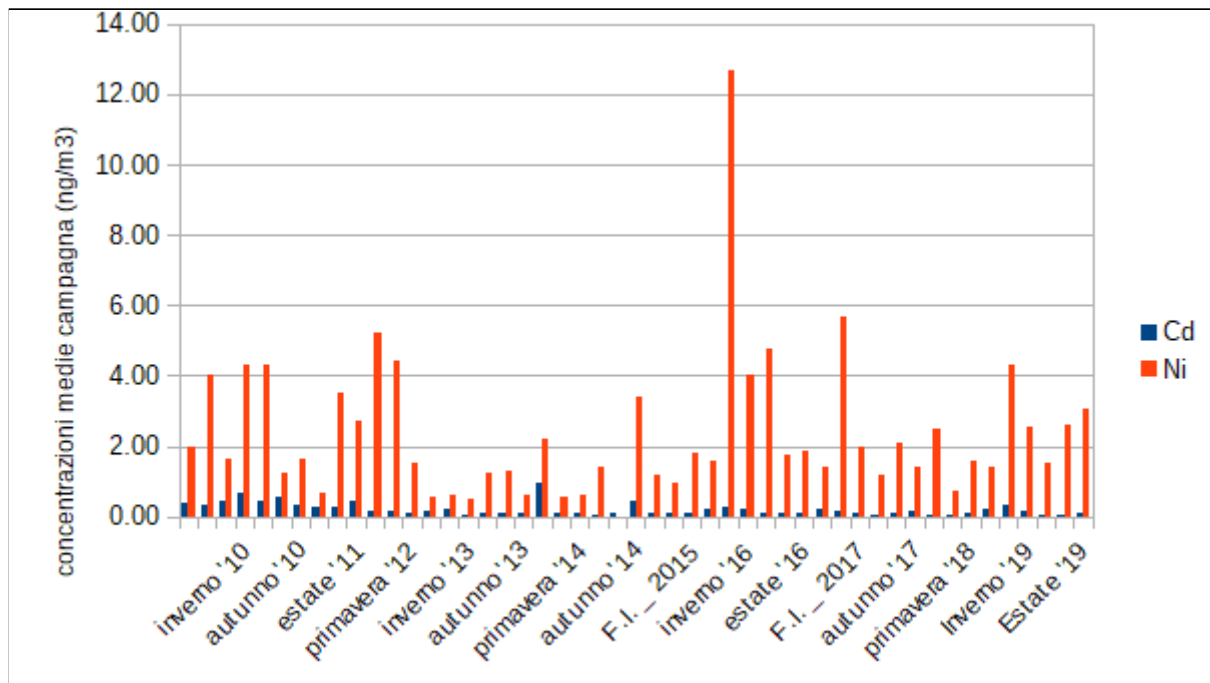


Grafico 28 – Cadmio e Nichel concentrazioni medie di campagna dal 2015 al 2019



2.3.2 Microinquinanti organici

Il monitoraggio della qualità dell'aria per quanto riguarda i microinquinanti organici presenti nel particolato PM₁₀ richiede un campionamento in discontinuo automatico della durata di almeno due settimane, al fine di ottenere un volume di aria ambiente sufficiente a raggiungere il limite di quantificazione della metodica analitica.

Policlorodibenzodiossine (PCDD) Policlorodibenzofurani (PCDF)

In tabella 16 sono riportati i dati di concentrazione riscontrati per ciascun analita rapportati al volume prelevato ed espressi in esposti in fg/m³; nel calcolo della somma valori sono stati considerati unicamente i composti rilevati.

Accanto alla concentrazione di ciascun analita è riportato il rispettivo contributo alla Tossicità Equivalente (TEQ) complessiva del campione. Nel calcolo del contributo I-TE i composti non rilevabili sono stati considerati, in via cautelativa, come presenti in concentrazione pari a metà del rispettivo limite di rivelabilità (criterio "medium bound"). Ciascun contributo alla TEQ (espresso in I-TE fg/m³), è calcolato moltiplicando la concentrazione (fg/m³) per il corrispondente Fattore di

Tossicità Equivalente (TEF) secondo NATO/CCMS del 1988; dalla somma dei contributi I-TE si ottiene il valore di Tossicità Equivalente (TEQ) complessiva del campione.

Nel grafico 29 sono rappresentati gli andamenti storici delle concentrazioni medie di campagna negli ultimi quattro anni; i composti presi in considerazione sono quelli che presentano i fattori di tossicità più alti, con (TEF) maggiore o uguale a 0.1.

In considerazione del criterio adottato per il calcolo della tossicità dei campioni, il successivo grafico 30 evidenzia la ripartizione dei contributi al TEQ da parte dei componenti suddivisi tra quelli rilevati e quelli che sono risultati essere inferiori ai limiti di rivelabilità.

Tabella 16 – Diossine (PCDD) e Furani (PCDF) concentrazioni medie per campagna

Periodo di campionamento		I campagna		II campagna F.I.		III campagna		IV campagna (*)		V campagna	
		Dal 08/01/19		Dal 02/04/19		Dal 08/05/19		Dal 05/07/19		Dal 08/10/19	
		Al 23/01/19		Al 17/04/19		Al 23/05/19		Al 20/07/19		Al 23/10/18	
unità di misura		fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³
	Fattore Tossicità Equivalente (TEF)										
2.3.7.8 - T4CDD	1,0	<1,5	0,74	<1,5	0,74	<1,5	0,7	<1,5	0,74	<1,5	0,74
1.2.3.7.8 - P5CDD	0,5	14,0	7,02	<1,5	0,370	<1,5	0,35	<1,5	0,37	10,3	5,15
1.2.3.4.7.8 - H6CDD	0,1	16,1	1,61	<1,5	0,070	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.6.7.8 - H6CDD	0,1	18,0	1,800	<1,5	0,070	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.7.8.9 - H6CDD	0,1	24,9	2,49	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDD	0,01	8,3	0,080	21,9	0,220	<1,5	0,01	<1,5	0,01	18,1	0,18
O8CDD	0,01	47,4	0,05	39,7	0,040	2,7	0	<1,5	0	51,3	0,05
2.3.7.8 - T4CDF	0,1	12,6	1,26	5,7	0,570	<1,5	0,07	<1,5	0,07	1,6	0,16
1.2.3.7.8 - P5CDF	0,05	46,3	2,32	2,6	0,13	<1,5	0,04	<1,5	0,04	<1,5	0,04
2.3.4.7.8 - P5CDF	0,5	14,0	7,02	7,9	3,93	<1,5	0,35	<1,5	0,37	7,2	3,61
1.2.3.4.7.8 - H6CDF	0,1	16,1	1,610	4,3	0,430	<1,5	0,07	<1,5	0,07	4,1	0,41
1.2.3.6.7.8 - H6CDF	0,1	18,0	1,80	8,8	0,880	<1,5	0,07	<1,5	0,07	5,4	0,54
2.3.4.6.7.8 - H6CDF	0,1	24,9	2,490	4,1	0,410	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.7.8.9 - H6CDF	0,1	8,3	0,830	<1,5	0,070	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDF	0,01	47,4	0,470	29,4	0,290	<1,5	0,01	<1,5	0,01	23,8	0,24
1.2.3.4.7.8.9 - H7CDF	0,01	12,6	0,130	1,9	0,020	<1,5	0,01	<1,5	0,01	<1,5	0,01
O8CDF	0,01	46,3	0,1	11,2	0,0	<1,5	0	<1,5	0	<1,5	0
SOMMA VALORI		376,0	31,8	142,8	8,3	14,7	2,0	12,8	2,1	128,6	11,5

**Grafico 29 - Diossine (PCDD) e Furani (PCDF) con TEF $\geq 0,1$
 concentrazioni medie di campagna dal 2015 al 2019**

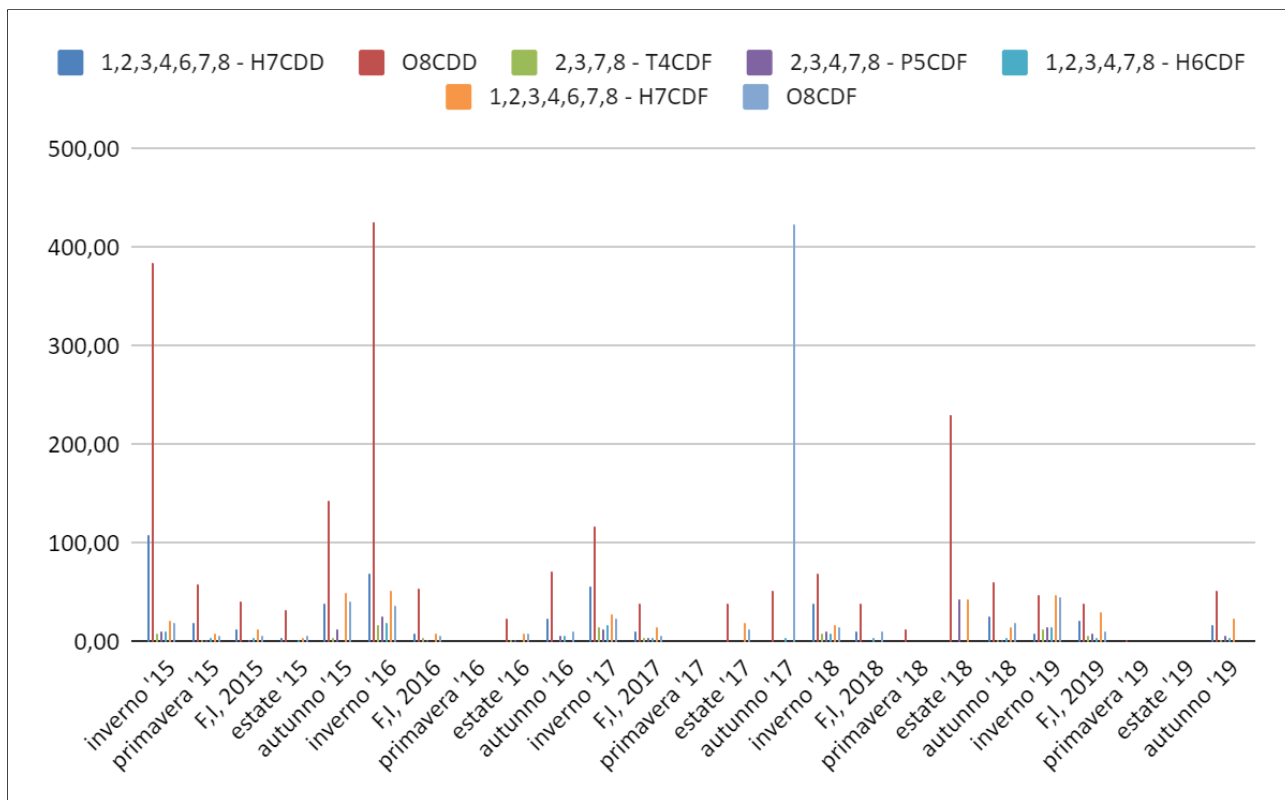
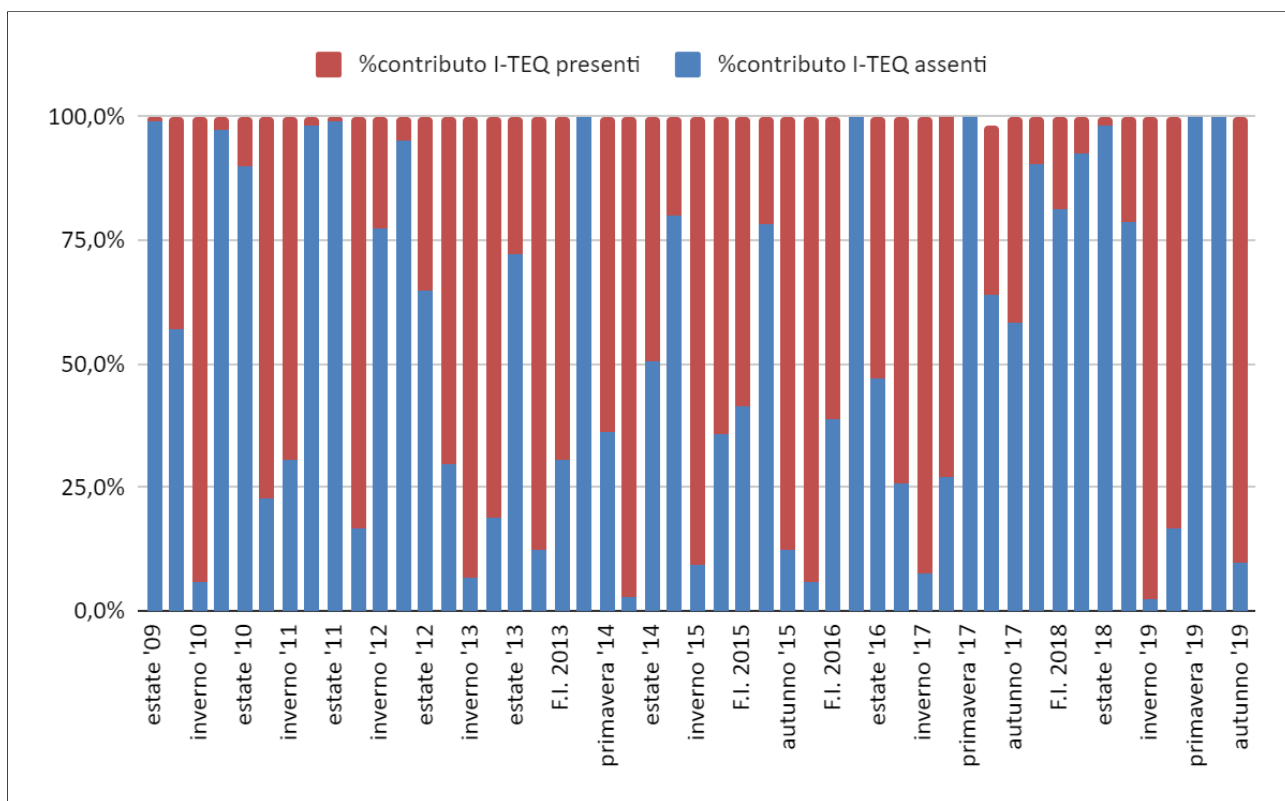
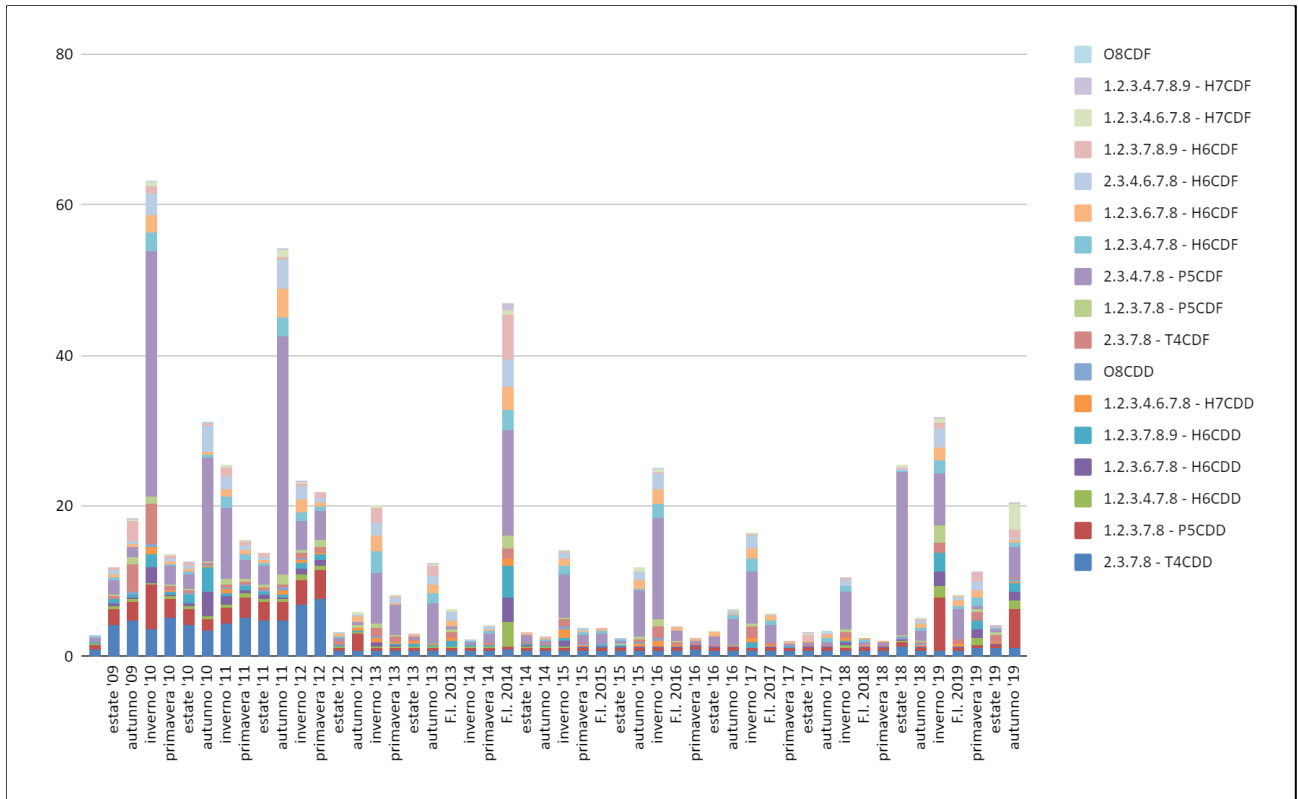


Grafico 30 - Suddivisione dei contributi agli Indici di tossicità da parte dei PCDD e PCDF rilevati e non dal 2015 al 2019



Nel grafico che segue sono evidenziati i contributi alla tossicità totale per ciascuna campagna da parte di tutti i singoli composti, rilevati e non.

Grafico 31 - Indici di tossicità per campagna dal 2015 al 2019 suddivisi per singolo composto



Policlorobifenili (PCB)

Nel particolato PM₁₀ raccolto sono stati ricercati anche una serie di Policlorobifenili le cui concentrazioni sono riportate nelle tabelle che seguono, distinguendo i congeneri di tipo coplanare, definiti PCB-Dioxin Like, i quali, per le loro caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche, sono paragonabili alle Diossine ed ai Furani. Il Fattore Equivalente di Tossicità è calcolato moltiplicando per ciascun composto la concentrazione rilevata per il corrispondente Fattore di Tossicità Equivalente (TEF) secondo WHO (vedi tabella) ed è espresso in fg/m³. Nel calcolo del valore di tossicità equivalente (TEQ), i composti che non sono risultati rilevabili sono stati considerati, in via cautelativa, come presenti in concentrazione pari a metà del rispettivo limite di rilevabilità (criterio “medium bound”).

Tabella 17 – PCB concentrazioni medie per campagna

	I campagna	II campagna F.I.	III campagna	IV campagna	V campagna
Periodo di	<i>Dal 08/01/19</i>	<i>Dal 02/04/19</i>	<i>Dal 08/05/19</i>	<i>Dal 05/07/19</i>	<i>Dal 08/10/19</i>
campionamento	<i>Al 23/01/19</i>	<i>Al 17/04/19</i>	<i>Al 23/05/19</i>	<i>Al 20/07/19</i>	<i>Al 23/10/18</i>
Unità di misura	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³
#31+#28	0,25	0,46	1,70	0,46	2,58
#52	0,26	0,57	1,32	0,60	3,19
#95	0,39	1,10	1,87	1,10	6,84
#101	0,63	1,99	3,43	1,35	11,50
#99	0,25	0,83	1,39	0,65	4,16
#110	0,63	2,33	3,13	1,17	11,35
#151	0,15	0,43	0,63	0,43	1,92

#149	0,48	1,57	2,15	1,06	7,74
#146	0,09	0,31	0,33	0,31	<0,03
#153+#168	0,56	2,09	2,54	1,32	9,78
#138	0,67	3,02	3,46	1,49	14,51
#187	0,15	0,36	0,52	0,23	1,99
#183	0,08	0,19	0,25	0,19	1,15
#177	0,07	0,20	0,22	0,20	0,92
#180 + #193	0,22	0,49	0,69	0,34	2,95
#170	0,09	0,18	0,30	0,18	1,33
SOMMA VALORI	4,88	16,14	23,92	11,10	81,90

Tabella 18 – PCB-Dioxin like concentrazioni medie per campagna e I-TE secondo WHO-TEF 2005

Periodo di campionamento		I campagna		II campagna F.I.		III campagna		IV campagna		V campagna	
		Dal 08/01/19		Dal 02/04/19		Dal 08/05/19		Dal 05/07/19		Dal 08/10/19	
		Al 23/01/19		Al 17/04/19		Al 23/05/19		Al 20/07/19		Al 23/10/19	
unità di misura		pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³
	Fattore Tossicità Equivalente (TEF-WHO05)										
#81	0,0003	<0,03	0,005	<0,03	0,005	<0,03	0,005	<0,03	0,005	0,14	0,041
#77	0,0001	0,11	0,011	0,18	0,018	0,21	0,021	0,17	0,017	0,30	0,030
#123	0,00003	0,13	0,004	0,16	0,005	0,17	0,005	0,19	0,006	0,82	0,025
#118	0,00003	2,31	0,069	3,92	0,117	4,14	0,124	5,42	0,163	7,52	0,226
#114	0,00005	<0,03	0,001	0,10	0,005	0,12	0,006	0,11	0,006	<0,03	0,001
#105	0,00003	0,89	0,027	1,58	0,047	1,77	0,053	2,36	0,071	3,52	0,105
#126	0,1	<0,03	1,712	<0,03	1,707	<0,03	1,620	<0,03	1,707	<0,03	1,718
#167 + # 128 (**)	0,00003	0,06	0,002	0,10	0,003	0,11	0,003	0,19	0,006	0,22	0,007
#156	0,00003	0,16	0,005	0,23	0,007	0,24	0,007	0,47	0,014	0,55	0,016
#157	0,00003	<0,03	0,001	0,03	0,001	0,05	0,002	0,09	0,003	0,06	0,002
#169	0,03	<0,03	0,514	<0,03	0,512	<0,03	0,486	<0,03	0,512	0,05	1,374
#189	0,00003	<0,03	0,001	<0,03	0,001	<0,03	0,000	<0,03	0,001	<0,03	0,001
SOMMA VALORI		3,74	2,350	6,37	2,43	6,86	2,33	9,06	2,51	13,21	3,55

Grafico 32 - PCB-Dioxin like concentrazioni medie di campagna dal 2015 al 2019

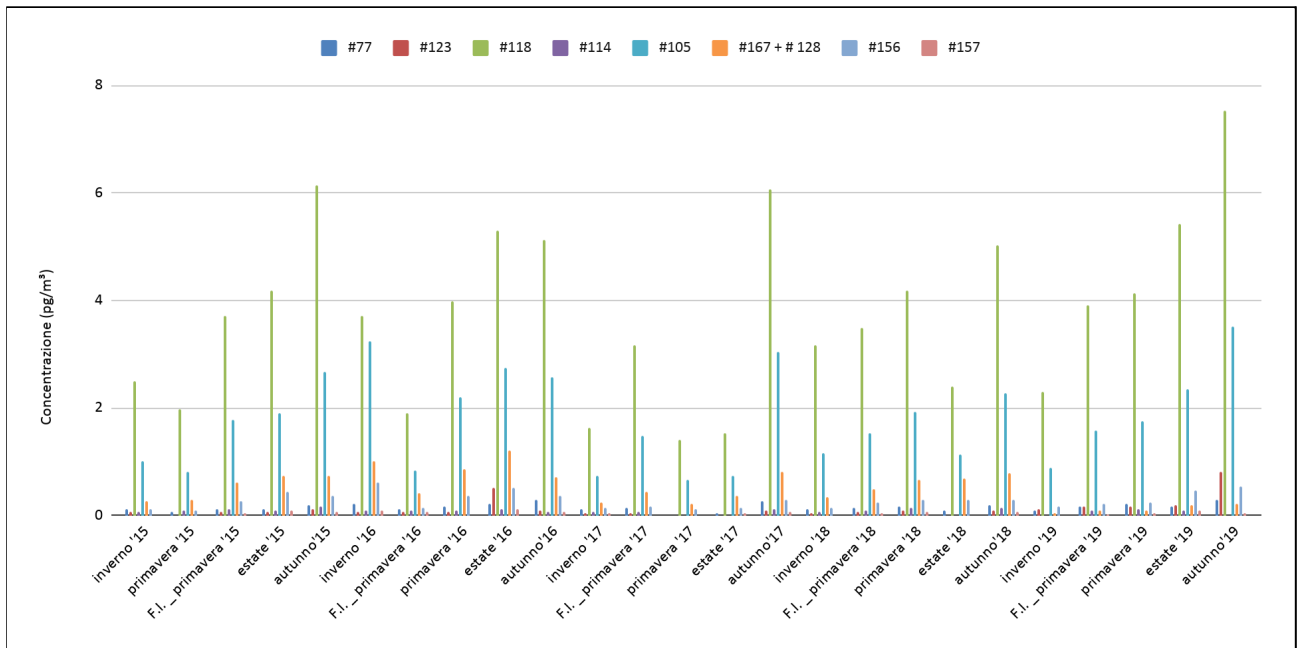


Grafico 33 - Indici di tossicità calcolati suddivisi per singolo PCB-Dioxin like dal 2015 al 2019 (WHO-TEF 1998)

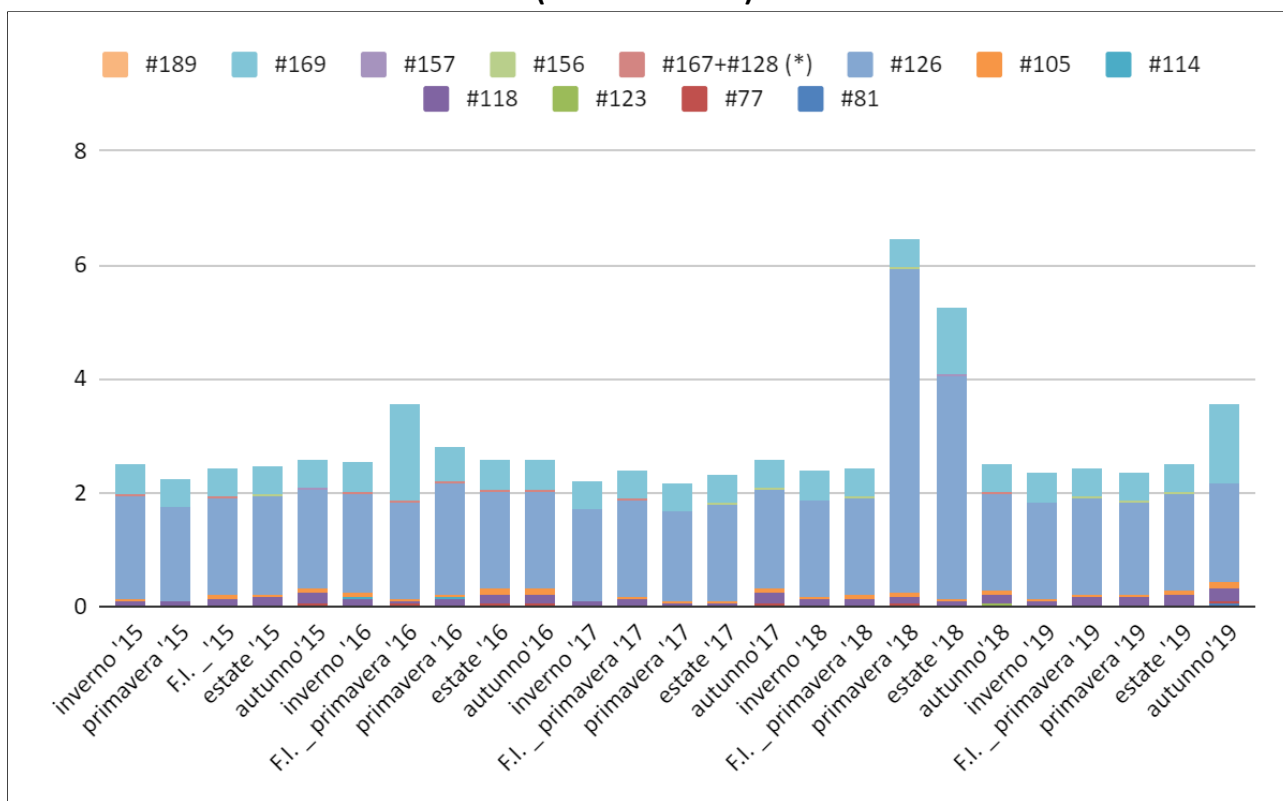
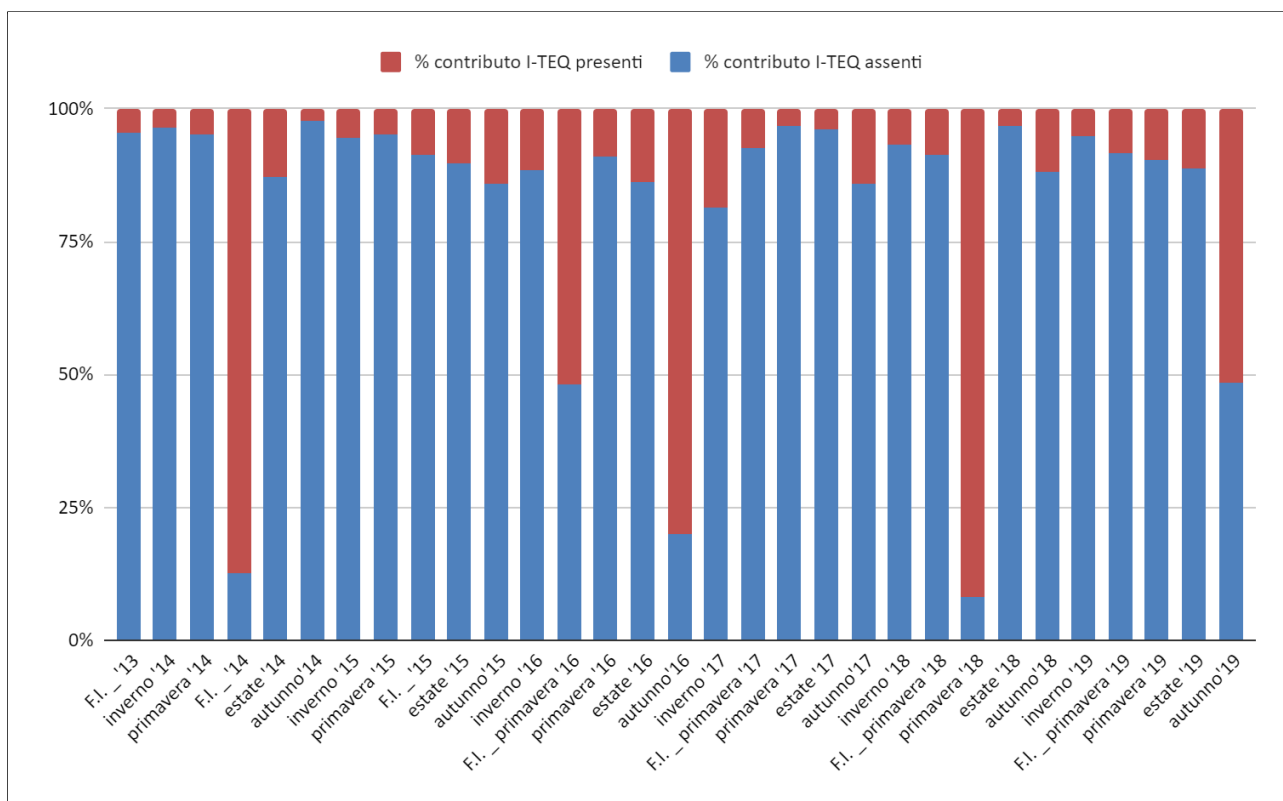


Grafico 34 - Suddivisione dei contributi agli Indici di tossicità da parte dei PCB-DL rilevati e non dal 2015 al 2019



Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

I campioni di particolato PM₁₀ sono stati sottoposti ad analisi anche per la ricerca di Idrocarburi Policiclici Aromatici; di seguito si riporta l'andamento negli anni per quanto riguarda le concentrazioni dei singoli composti rilevati. Seguono, riportate in tabella, le concentrazioni medie riscontrate nelle cinque campagne 2018; in grassetto sono evidenziati gli "IPA cancerogeni" di cui al Dlgs n. 155/2010; nel grafico successivo è riportato l'andamento della somma delle concentrazioni per campione (IPA totali) suddivisa tra il contributo dovuto agli "IPA cancerogeni" e gli altri IPA rilevati.

Tabella 19 – Idrocarburi Policiclici Aromatici concentrazioni medie di campagna

Periodo di campionamento		I campagna	II campagna F.I.	III campagna	IV campagna	V campagna
		Dal 08/01/19 al 23/01/19	dal 02/04/19 al 17/04/19	Dal 08/05/19 al 23/05/19	Dal 05/07/19 al 20/07/19	Dal 08/10/19 al 23/10/19
unità di misura		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Naftalene		0,0237	<0,0001	0,0044	<0,0001	<0,0001
Acenaftilene		0,0021	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Acenaftene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fluorene		0,0070	0,0022	0,0011	<0,0001	<0,0001
Fenantrene		0,3983	0,0889	0,0319	0,0478	0,0207
Antracene		0,0378	0,0024	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fluorantene		2,7752	0,3494	0,1469	0,0584	0,0834
Pirene		2,4317	0,2845	0,2862	0,0502	0,0108
Benzo(a)antracene		1,6546	0,1043	0,0259	0,0150	0,0316
Ciclopenta(c,d)pirene		0,5979	0,0221	<0,0001	<0,0001	0,0076
Crisene		2,2332	0,1958	0,0664	0,0242	0,0739
Benzo(b)+(j)fluorantene		2,5744	0,2879	0,1253	0,0344	0,1008
Benzo(k)fluorantene		0,6173	0,0914	0,0378	0,0107	0,0275
Benzo(e)pirene		1,1297	0,1468	0,0698	0,0193	0,0566
Benzo(a)pirene	1 ng/m³	1,2940	0,0806	0,0138	0,0110	0,0344
Indeno(1,2,3,c,d,)pirene		0,2077	0,0125	0,0567	0,0139	0,0548
Dibenzo(ac)+(ah)antracene		0,1963	0,1912	<0,0001	<0,0001	0,0089
Benzo(g,h,i)perilene		1,1286	0,0246	0,0540	0,0203	0,0687
Dibenzo(a,l)pirene		0,4873	0,1741	<0,0001	<0,0001	0,0136
Dibenzo(a,e)fluorantene		0,0355	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,e)pirene		0,1347	0,0192	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,i)pirene		0,0488	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,h)pirene		0,0281	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
SOMMA VALORI ANALITICI		18,04	2,08	0,92	0,31	0,59

**Grafico 35 - Idrocarburi Policiclici Aromatici Dlgs n. 155/2010.
 concentrazioni medie di campagna dal 2015 al 2019**

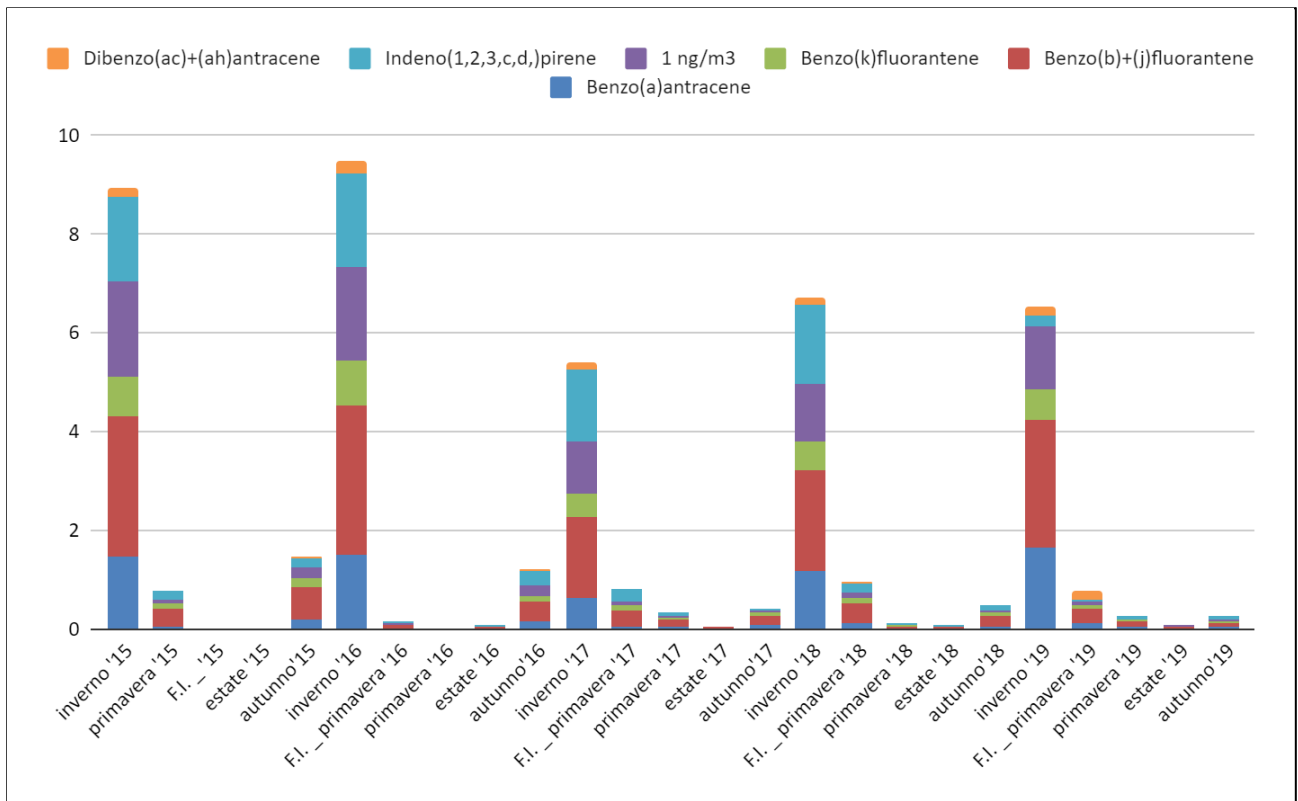


Grafico 36 - Somma delle concentrazioni totali di campagna dal 2015 al 2019

