

**REPORT ANNUALE DEI DATI DI QUALITÀ
DELL'ARIA RILEVATI DALLE STAZIONI DI
MONITORAGGIO DELL'AEROPORTO
G. MARCONI BOLOGNA**

ANNO 2021

A cura di: APAM - S.S.A. - Unità Specialistica di Sistemi Ambientali Aria - CEM

Responsabile: Andrea Mecati

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

Servizio Sistemi ambientali - Area Prevenzione ambientale Metropolitana

via Francesco Rocchi 19 | 40138 Bologna | tel +39 051 396211 | fax +39 051 342642 | **PEC** aoobo@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

SOMMARIO

INTRODUZIONE	3
LE STAZIONI DI MONITORAGGIO	3
INQUINANTI E MODALITÀ DI MONITORAGGIO	6
RIFERIMENTI E LIMITI NORMATIVI	8
ANALISI DEI DATI	9
MATERIALE PARTICOLATO (PM10)	9
MATERIALE PARTICOLATO (PM2.5)	13
BIOSSIDO D'AZOTO (NO2)	17
BENZENE (C6H6)	21
OZONO (O3)	24
METEOROLOGIA LOCALE	28
VENTILAZIONE	28
TEMPERATURA-UMIDITÀ-PRESSIONE	33
TRAFFICO AEROPORTUALE E INQUINANTI	35
EFFICIENZA DELLA STRUMENTAZIONE	40
SINTESI FINALE	42

INTRODUZIONE

Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico si pone l'obiettivo di valutare la qualità dell'aria nell'intorno dell'aeroporto di Bologna, con particolare riguardo alle aree abitate situate nelle immediate vicinanze, al fine di studiare l'impatto delle sorgenti aeroportuali (fisse e mobili), e individuare le opportune azioni correttive laddove emergano situazioni di criticità. Ciò presuppone la necessità di misurare la concentrazione degli inquinanti con l'ausilio di adeguata strumentazione (rete fissa di monitoraggio).

La presente relazione tecnica riporta i dati di qualità dell'aria per l'anno 2021 e il relativo confronto con i dati del 2019 e 2020 monitorati dalle due postazioni di misura allestite dalla Società Aeroporto Marconi di Bologna Spa, di seguito indicate come Postazione A o brevemente Lippo e Postazione B o brevemente Agucchi, affidate ad Arpae - Area di Prevenzione Ambientale Metropolitana per quanto concerne la gestione delle apparecchiature e la valutazione dei dati, nel quadro di un'apposita convenzione .

LE STAZIONI DI MONITORAGGIO

La localizzazione delle postazioni di misura è stata stabilita tenendo conto dei requisiti previsti dal DLgs 155/2010, nonché delle finalità del piano di monitoraggio, con particolare riguardo alla esigenza di monitorare l'impatto ambientale nelle aree abitate limitrofe l'aeroporto.

La postazione A è stata installata nell'immediata adiacenza del sedime aeroportuale in prossimità degli edifici residenziali di Lippo di Calderara, a fianco della pista di atterraggio e decollo (Figura 1)



Figura 1 –Ubicazione stazione di Lippo di Calderara

La postazione B è stata installata nell'ambito territoriale del quartiere Navile nell'area del centro sportivo Pizzoli in via Agucchi a Bologna, lungo la direttrice di movimento degli aeromobili in decollo e atterraggio (Figura 2)



Figura 2 –Ubicazione stazione di Via Agucchi

I dati relativi agli inquinanti monitorati dalle due postazioni sono stati confrontati con quelli registrati dalle stazioni di monitoraggio urbane della Rete Regionale di monitoraggio Qualità dell'Aria (RRQA) di Porta San Felice (stazione urbana da traffico), Giardini Margherita (stazione di fondo urbano) e Via Chiarini (stazione di fondo suburbano), tutte e tre collocate all'interno del territorio del Comune di Bologna. (Figura 3)

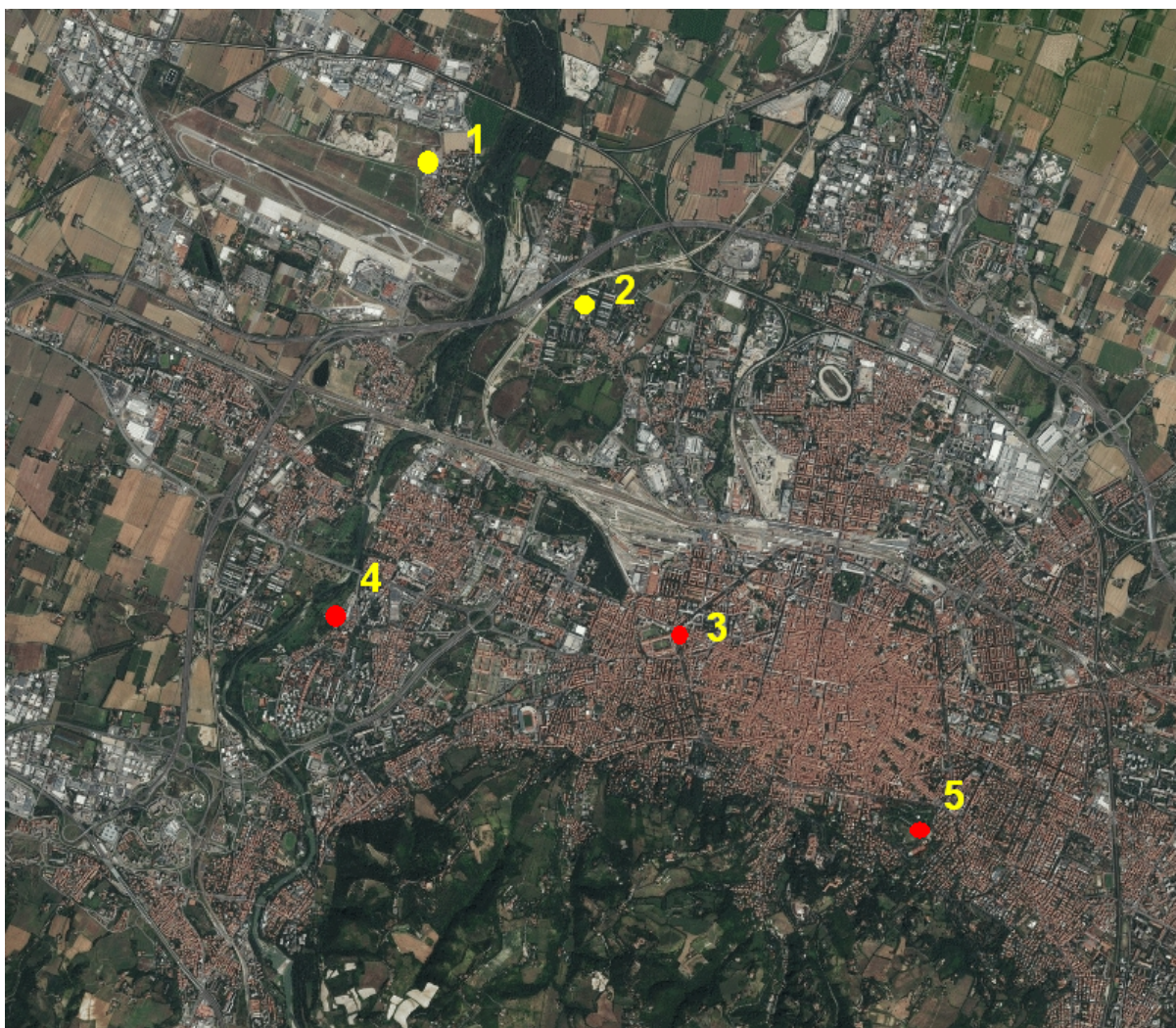


Figura 3 –Ubicazione stazioni per la rilevazione della qualità dell'aria

Stazione n°	Ubicazione	Proprietà stazione
1	Lippo di Calderara	Aeroporto di Bologna
2	Via Agucchi, Bologna	Aeroporto di Bologna
3	Porta San Felice	RRQA stazione urbana da traffico
4	Via Chiarini	RRQA stazione di fondo suburbano
5	Giardini Margherita	RRQA stazione di fondo urbano

Tabella 1 –Legenda ubicazione stazioni

INQUINANTI E MODALITÀ DI MONITORAGGIO

Gli inquinanti monitorati dalle due stazioni di Lippo e Agucchi sono:

- PM₁₀ - Polveri inalabili con diametro aerodinamico < 10 µm
- PM_{2.5} - Polveri respirabili con diametro aerodinamico < 2.5 µm
- NO₂ - Biossido di azoto
- C₆H₆ - Benzene
- O₃ - Ozono (nella sola stazione di Lippo)

Entrambe le stazioni sono dotate di sensori meteorologici per la misura di:

direzione e velocità del vento, temperatura, pressione atmosferica e umidità relativa.

Per quanto concerne gli ossidi di azoto, l'ozono, il benzene ed i parametri meteorologici sono stati misurati valori medi orari; le modalità di campionamento del particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}), prevedono invece la misura della concentrazione media giornaliera su 24 ore.

Le elaborazioni vengono effettuate considerando sempre l'ora solare.

Occorre precisare che nelle elaborazioni si riporta il dato (orario o giornaliero) riferito ai valori di visualizzazione indipendentemente dal relativo Limite di Quantificazione della strumentazione (di seguito LDQ, definito come il più basso valore misurabile statisticamente distinguibile da zero). Tale limite viene comunque rappresentato all'occorrenza nei grafici.

La tabella seguente riporta i LDQ attualmente utilizzati dall'Agenzia, per gli inquinanti misurati dalla tipologia di strumentazione utilizzata.

Inquinante	LDQ
PMx	3 µg/m ³
NOx	8 µg/m ³
O ₃	8 µg/m ³
C ₆ H ₆	0.1 µg/m ³

Tabella 2 – Limiti di quantificazione strumentali

Conformemente a quanto indicato dal D.Lgs. 155/2010, si richiede una copertura minima annuale di dati pari al 90% per ogni parametro misurato (Allegato I del D.Lgs.

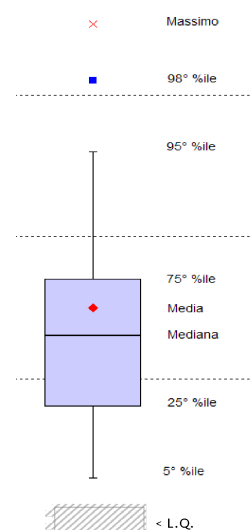
155/2010), tuttavia nell'elaborazione mensile e annuale sono stati presentati, in quanto ritenuti sufficientemente rappresentativi, i valori calcolati su una percentuale di dati validi almeno del 75%. Ai fini dell'elaborazione giornaliera sono richiesti almeno 18 dati orari (75% di dati validi nel giorno).

Una media oraria al giorno potrebbe inoltre risultare mancante, per l'esecuzione del necessario controllo automatico di taratura, programmato sistematicamente durante le ore notturne.

Per ogni inquinante monitorato sono riportati:

- una tabella introduttiva relativa agli indicatori statistici dell'anno per ciascuna stazione di misura (elaborati sui valori orari per i gas e su valori medi giornalieri per il particolato);
- il relativo box-plot che costituisce una descrizione sintetica della distribuzione dei dati.

(Il box-plot fornisce indicazioni sulle caratteristiche salienti della distribuzione dei dati, in particolare per quanto riguarda la simmetria della sua forma. Facendo riferimento alla figura a fianco, la linea interna alla scatola rappresenta la mediana della distribuzione; le linee estreme rappresentano il 25° ed il 75°percentile. Le linee che si allungano dai bordi della scatola (baffi) individuano gli intervalli fino ai valori rispettivamente del 5° e 95° percentile. Inoltre vengono evidenziati i punti relativi al valor medio, al 98° percentile e al valore massimo registrato);



- gli andamenti delle medie mensili mediante specifici grafici.
- Per gli inquinanti quali NO_2 , O_3 , C_6H_6 sono mostrati i grafici inerenti gli andamenti dei giorni tipo, con particolare attenzione alle differenze stagionali e/o tra giorni feriali/festivi. Il giorno tipo rappresenta il profilo giornaliero della concentrazione di un inquinante in un determinato periodo annuale o stagionale, ed ha lo scopo di evidenziare i comportamenti ricorrenti; si ottiene mediando i valori di concentrazione rilevati alla medesima ora nel periodo considerato.
- I superamenti dei valori limite sono evidenziati nelle rispettive tabelle.

RIFERIMENTI E LIMITI NORMATIVI

- Direttiva 2008/50/CE
- D.Lgs 13/08/2010 n°155 ss.mm.ii.
- Accordo Territoriale per il polo funzionale Aeroporto
- Decreto di VIA relativo al Masterplan aeroportuale 2009-2023
- DGR 1402/2012

Per quanto riguarda il D.Lgs 13/08/2010 n°155, di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei limiti normativi per gli inquinanti monitorati.

Inquinante	Descrizione	Elaborazione	Soglia	Superamenti consentiti
PM ₁₀	Valore limite giornaliero	Media giornaliera	50 µg/m ³	35 volte in un anno
	Valore limite su base annuale	Media annuale	40 µg/m ³	-
PM _{2,5}	Valore limite su base annuale	Media giornaliera	25 µg/m ³	-
NO ₂	Valore limite orario	Valore massimo orario	200 µg/m ³	18 volte in un anno
	Valore limite su base annuale	Media annuale	40 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	Se rilevata su 3 ore consecutive	400 µg/m ³	-
C ₆ H ₆	Valore limite su base annuale	Media giornaliera	5 µg/m ³	-
O ₃	Soglia di informazione	Media oraria	180 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	Media oraria	240 µg/m ³	-
	Valore obiettivo	Massima delle medie mobili su 8 ore	120 µg/m ³	25 volte come media in 3 anni

Tabella 3 – Limiti di riferimento per gli inquinanti monitorati (D.Lgs 155/2010)

È necessario precisare che per le stazioni di Lippo e Agucchi i limiti posti dalla normativa vigente sono da considerarsi solo come indici rappresentativi della criticità della zona oggetto di indagine, in quanto ai fini della verifica del rispetto di tali limiti devono essere esclusivamente analizzati i dati rilevati dalla Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria di cui queste due stazioni non fanno parte.

ANALISI DEI DATI

MATERIALE PARTICOLATO (PM₁₀)

Il particolato è l'inquinante atmosferico che provoca i maggiori danni alla salute umana in Europa. Il termine PM₁₀ identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm (1 µm = 1 millesimo di millimetro). Le particelle PM₁₀ penetrano in profondità nel nostro apparato respiratorio. Il loro effetto sulla nostra salute e sull'ambiente dipende dalla loro composizione.

Alcune particelle vengono emesse direttamente nell'atmosfera, ma la maggior parte di esse si forma come risultato di reazioni chimiche che coinvolgono i gas precursori (anidride solforosa, ossidi di azoto, ammoniaca e composti organici volatili). Gran parte delle particelle emesse direttamente deriva dalle attività umane, principalmente dalla combustione di combustibili fossili e biomasse. I gas precursori sono emessi dal traffico veicolare, dall'agricoltura, dall'industria e dal riscaldamento domestico.

PM ₁₀ anno 2021 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	4	17	21	38	50	63	102
AGUCCHI	4	16	21	38	48	59	94

Tabella 4 – PM₁₀: Parametri statistici - anno 2021

La valutazione delle concentrazioni estesa all'intero anno (Tabella 4) mostra che nel 2021 le medie annuali ottenute non superano il valore limite di 40 µg/m³ in nessuno dei siti di misura. In particolare si registra, come per l'anno precedente, una media annuale di 21 µg/m³ sia presso la stazione di Lippo che di Agucchi.

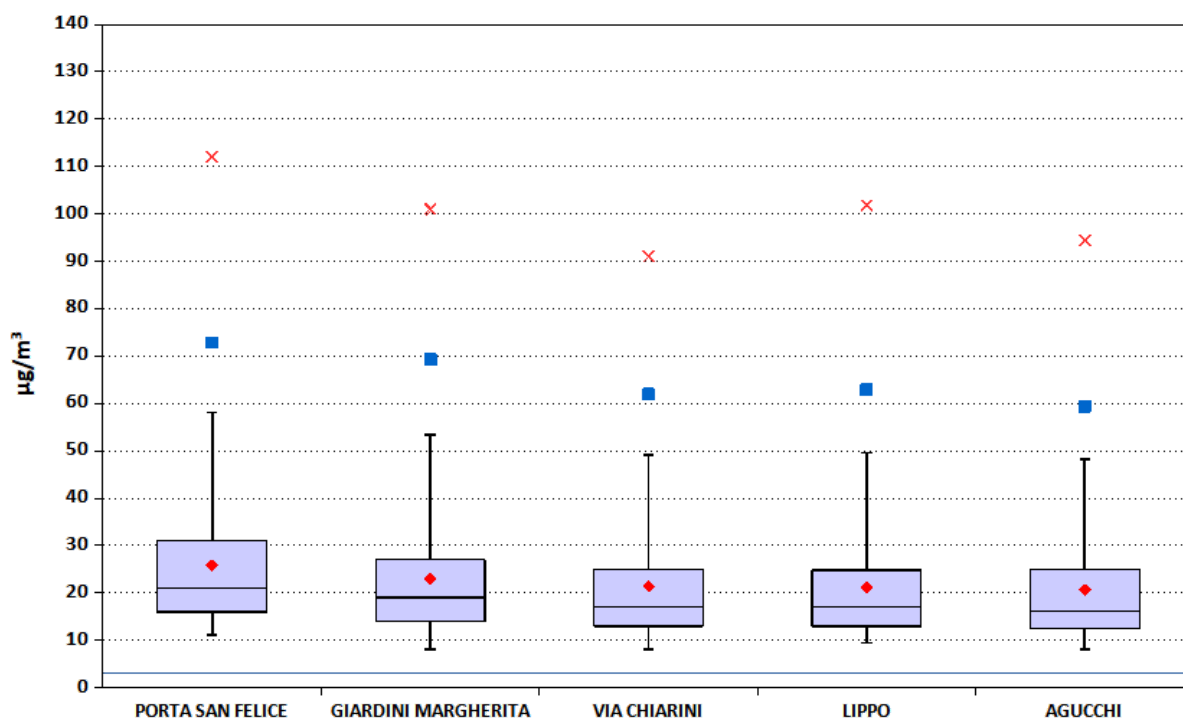


Figura 4 – PM₁₀: Box-Plot parametri statistici - anno 2021

Dal box plot di Figura 4, che mette a confronto le due centraline dell'aeroporto con le stazioni urbane della RRQA, emerge come le distribuzioni annuali delle stazioni di Lippo , Agucchi e Chiarini siano molto simili tra loro, mentre le due stazioni di Porta San Felice e Giardini Margherita presentano una distribuzione più estesa in particolare fino al 98° percentile. Le medie mensili presentano un andamento stagionale caratteristico per questo inquinante comune per tutte le stazioni, con concentrazioni più elevate nel periodo autunno-invernale. Tra le due centraline dell'aeroporto si riscontra una sostanziale similarità tra gli andamenti di concentrazione (Tabella 5), con piccoli scostamenti tra le medie mensili (Figura 5). Nel confronto con le stazioni della RRQA, si può notare come i valori medi mensili risultino sistematicamente inferiori a quelli registrati a Porta San Felice (tranne che a giugno per Lippo) e frequentemente minori anche di quelli relativi alle centraline di fondo urbano.

PM ₁₀ (µg/m ³) – medie mensili anno 2021												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	36	34	21	13	12	20	18	16	18	21	19	29
AGUCCHI	34	33	22	13	10	16	17	15	18	22	18	29

xx Percentuale dati validi <90% - Percentuale dati validi <75%

Tabella 5 – PM₁₀: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

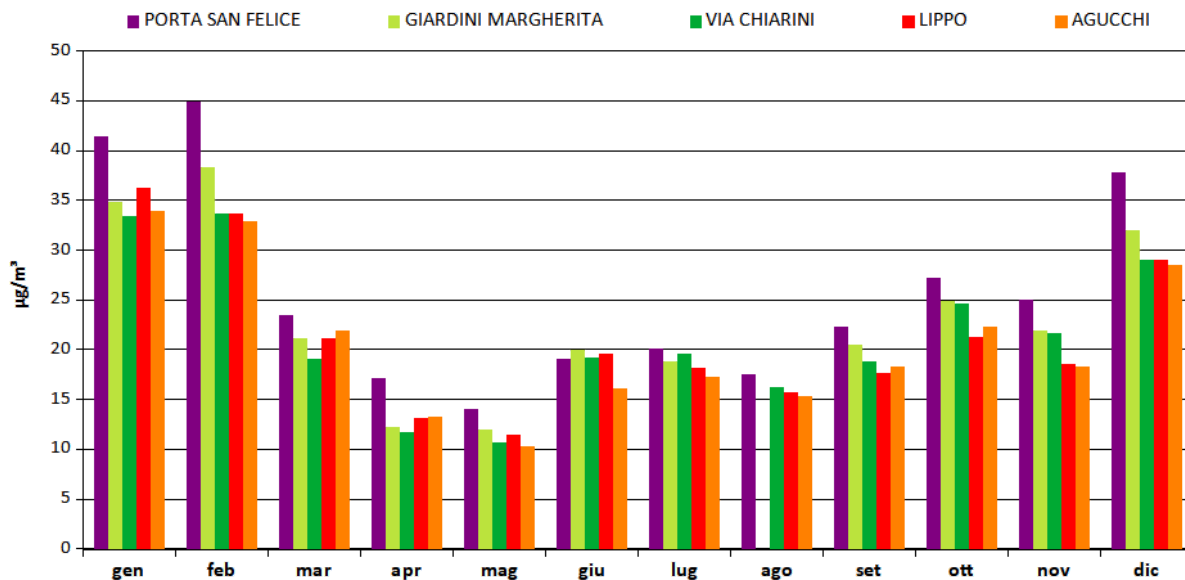


Figura 5 – PM₁₀: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

Per il PM₁₀ è stata fatta un'analisi più approfondita per quello che riguarda i superamenti del valore limite posto dalla normativa per la media giornaliera.

Nel grafico seguente (Figura 6) si riportano gli andamenti dei dati giornalieri di PM₁₀ acquisiti nel 2021 presso le due stazioni in esame. Si evidenzia ancora una volta come il periodo più critico per il particolato risulti essere quello autunno-invernale (la linea rossa continua indica il limite giornaliero di 50 µg/m³). Si riscontra, altresì, come i valori siano frequentemente sovrapponibili.

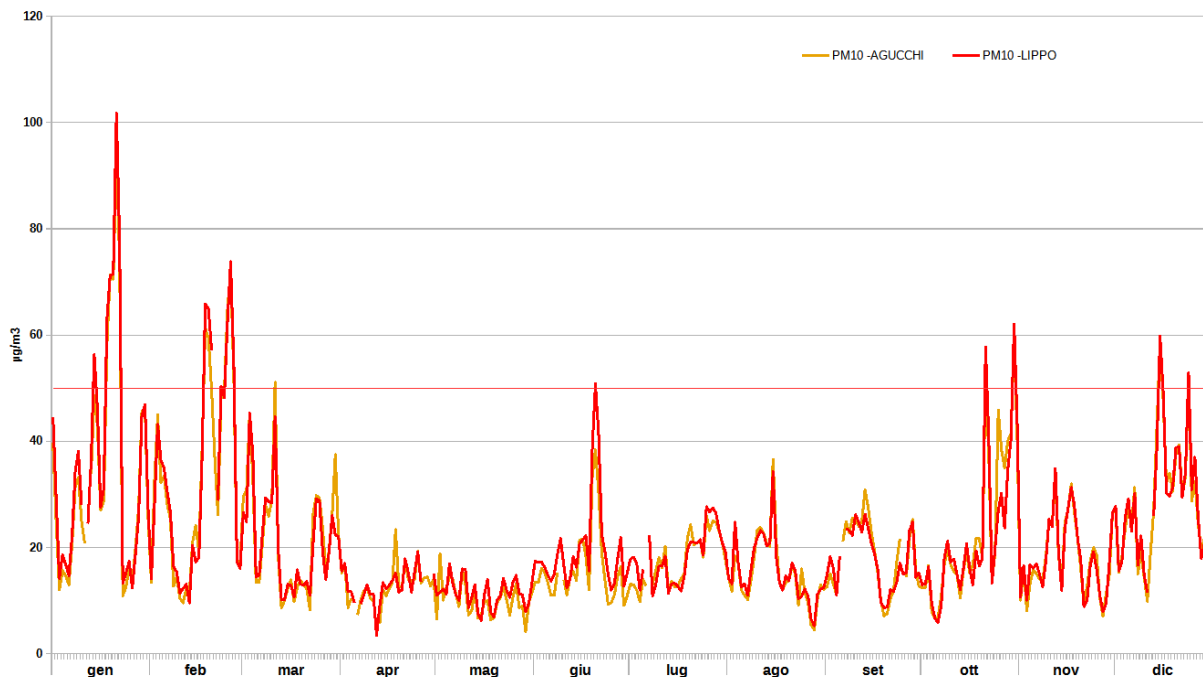


Figura 6 – PM₁₀: Concentrazioni medie giornaliere - anno 2021

Il numero dei giorni di superamento del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'anno 2021 è riportato in Tabella 6: per entrambe le stazioni di monitoraggio esso risulta molto inferiore al limite di 35 giorni consentiti dalla normativa. Il maggior numero di superamenti si è verificato in gennaio e febbraio. La stazione di Lippo registra un numero totale di superamenti leggermente superiore rispetto ad Agucchi.

PM ₁₀ anno 2021 – numero giorni di superamento del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2020
LIPPO	6	6	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2	17
AGUCCHI	5	5	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	15

Tabella 6 – PM₁₀: Numero superamenti per mese valore limite giornaliero - anno 2021

A seguire vengono riportati gli istogrammi di confronto con gli anni precedenti per le concentrazioni medie annuali e il numero di superamenti del valore limite giornaliero per le due stazioni di Lippo e Agucchi (Figura 7 e Figura 8).

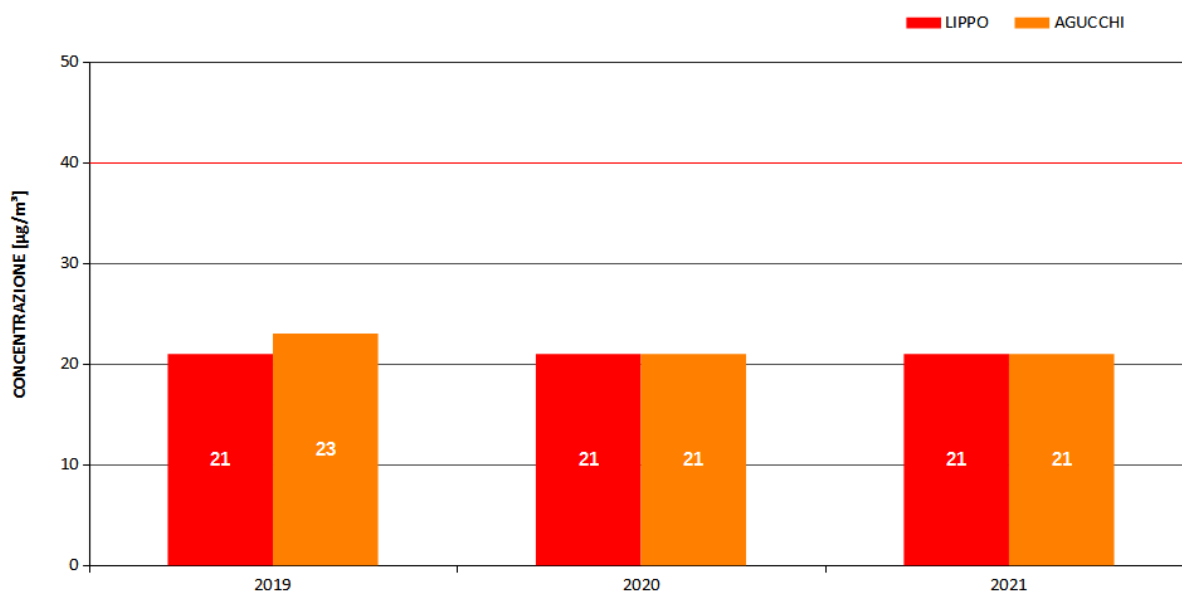


Figura 7 – PM₁₀: medie annuali confronto anni 2019-2021

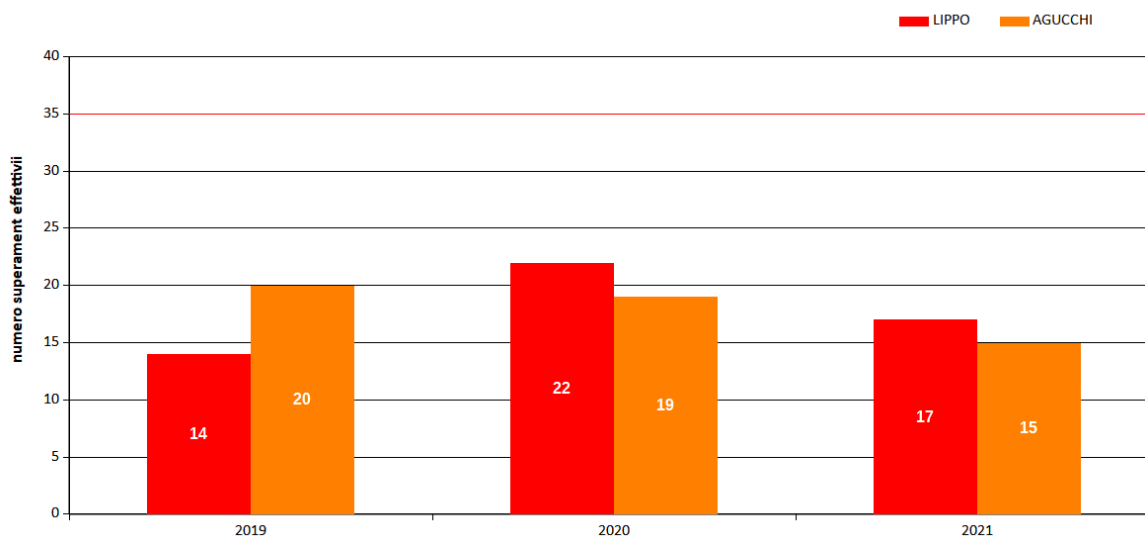


Figura 8 – PM₁₀: numero superamenti del limite giornaliero confronto anni 2019-2021

Per il 2021 i dati del particolato PM₁₀ non mostrano particolari variazioni di concentrazione rispetto all'anno precedente, mentre il numero di superamenti complessivi è di poco diminuito rispetto al 2020.

MATERIALE PARTICOLATO (PM_{2.5})

Il termine PM_{2.5} identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 2,5 µm (1 µm = 1 millesimo di millimetro). L'inquinamento da particolato fine è composto da particelle solide e liquide così piccole che penetrano in profondità nei nostri polmoni per poi passare al flusso sanguigno.

Le concentrazioni medie annue nel 2021 sono risultate inferiori sia al valore limite di 25 µg/m³ che al valore limite indicativo di 20 µg/m³, in entrambe le postazioni.

PM _{2.5} anno 2021 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 3	11	14	29	38	51	94
AGUCCHI	< 3	11	15	30	38	51	94

Tabella 7 – PM_{2.5}: Parametri statistici - anno 2021

In Figura 9 il box plot mostra, per le stazioni dell'aeroporto a confronto con le stazioni urbane della RRQA, distribuzioni dei dati molto simili tra loro, coerenti con le caratteristiche chimico-fisiche del PM_{2.5}, anche se le stazioni dell'aeroporto hanno registrato nel corso dell'anno valori massimi più elevati.

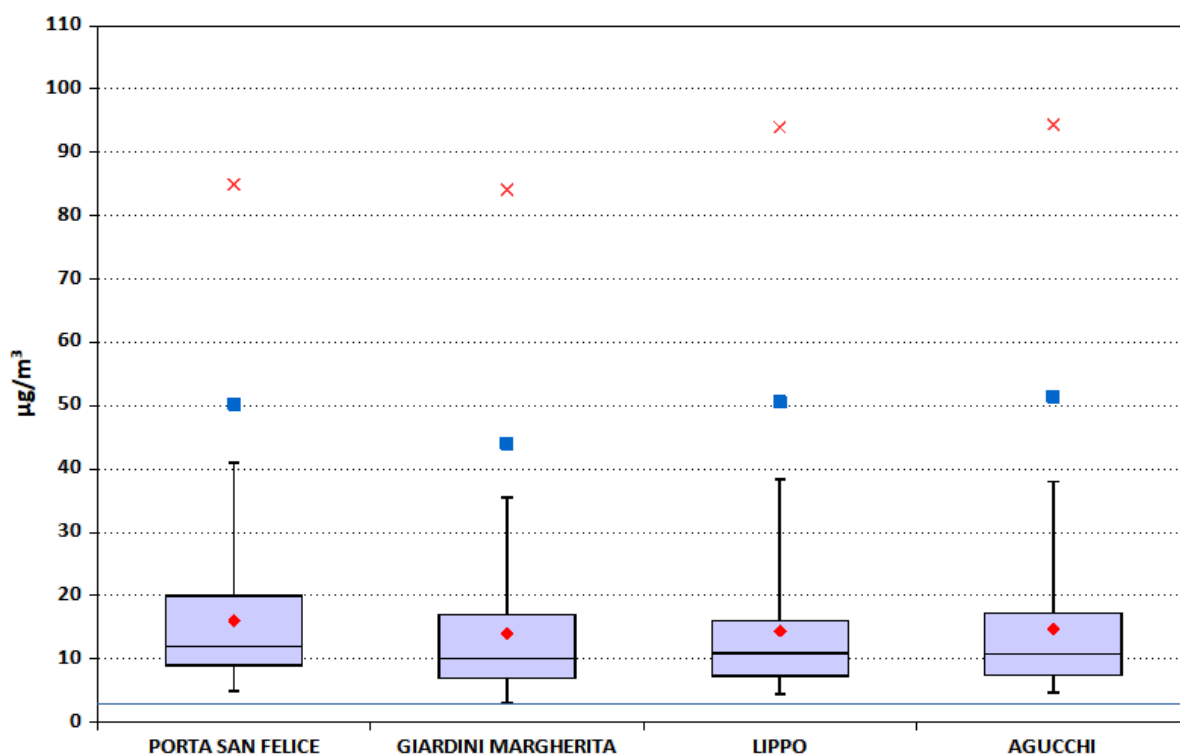


Figura 9 – PM_{2.5}: Box-Plot parametri statistici - anno 2021

In Tabella 8 e in Figura 8 vengono raccolte le medie mensili dei valori di concentrazione del particolato PM_{2.5} per l'anno 2021. Anche la frazione respirabile del particolato presenta un andamento stagionale analogo al PM₁₀, con concentrazioni maggiori nel periodo autunno-invernale.

PM _{2.5} (µg/m ³) – medie mensili anno 2021												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	30	24	14	8	6	12	11	9	11	13	13	22
AGUCCHI	30	25	14	8	6	10	11	9	11	15	14	24

xx Percentuale dati validi <90%

Tabella 8 – PM_{2.5}: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

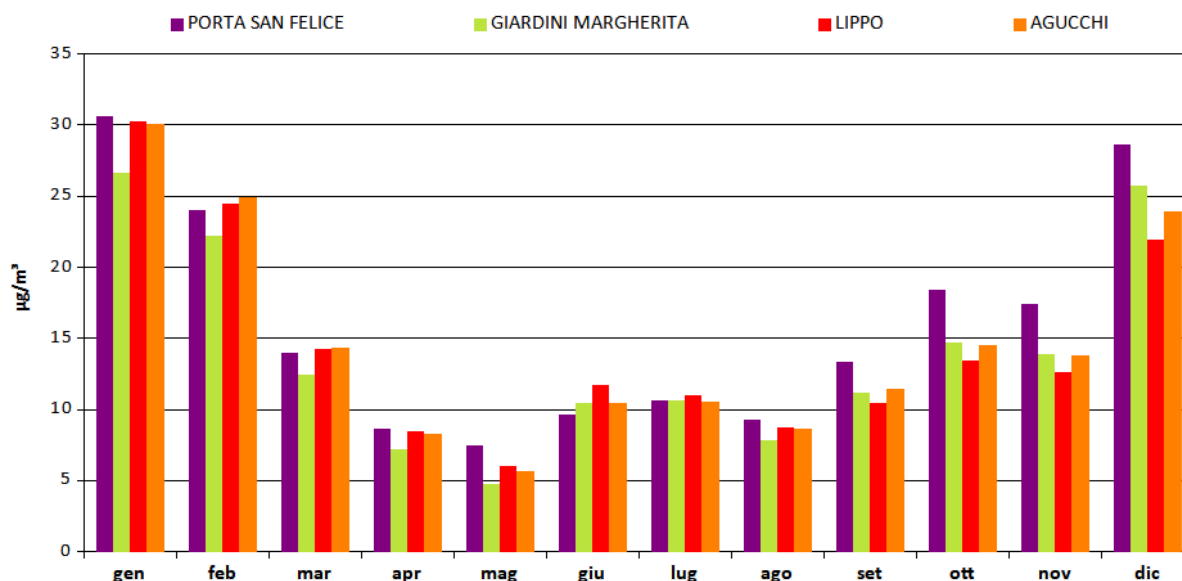


Figura 10 – PM_{2.5}: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

Sia i box plot che gli andamenti delle medie mensili (Figura 10), evidenziano piccoli scostamenti tra le stazioni di monitoraggio dell'aeroporto e quelle della RRQA poste a confronto.

E' stato, infine, valutato il contributo della frazione fine misurata come PM_{2.5} rispetto al totale del PM₁₀, espresso dall'andamento del rapporto medio mensile PM_{2.5}/PM₁₀ su base annuale (Figura 11 e Figura 12). Da questo tipo di analisi emerge la conferma del fatto che la frazione fine riveste una notevole importanza nello studio dell'inquinamento atmosferico, in quanto rappresenta un'elevata componente di tutto il particolato PM₁₀ specie nei mesi critici invernali, quando aumentano sia la componente secondaria sia la produzione di PM_{2.5} da parte di fonti primarie, mentre nei mesi più caldi il rapporto scende a valori compresi tra il 60 e il 50%.

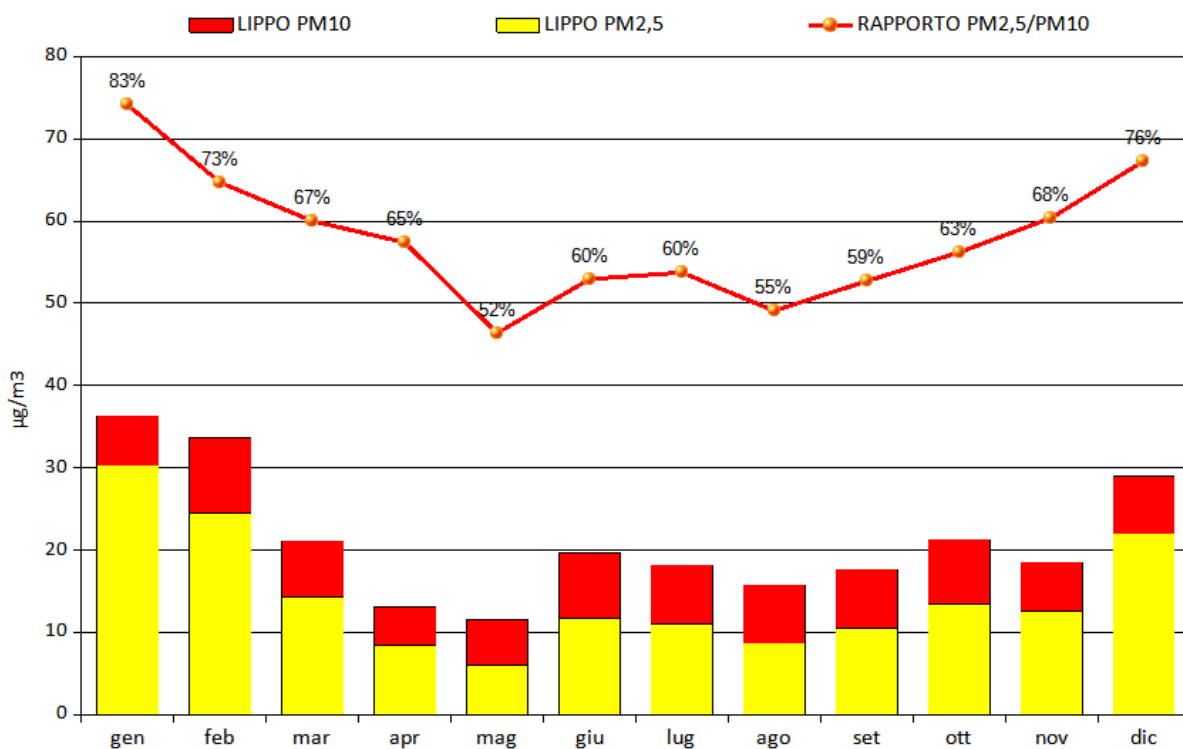


Figura 11 – Rapporto PM_{2,5}/PM₁₀ LIPPO - anno 2021

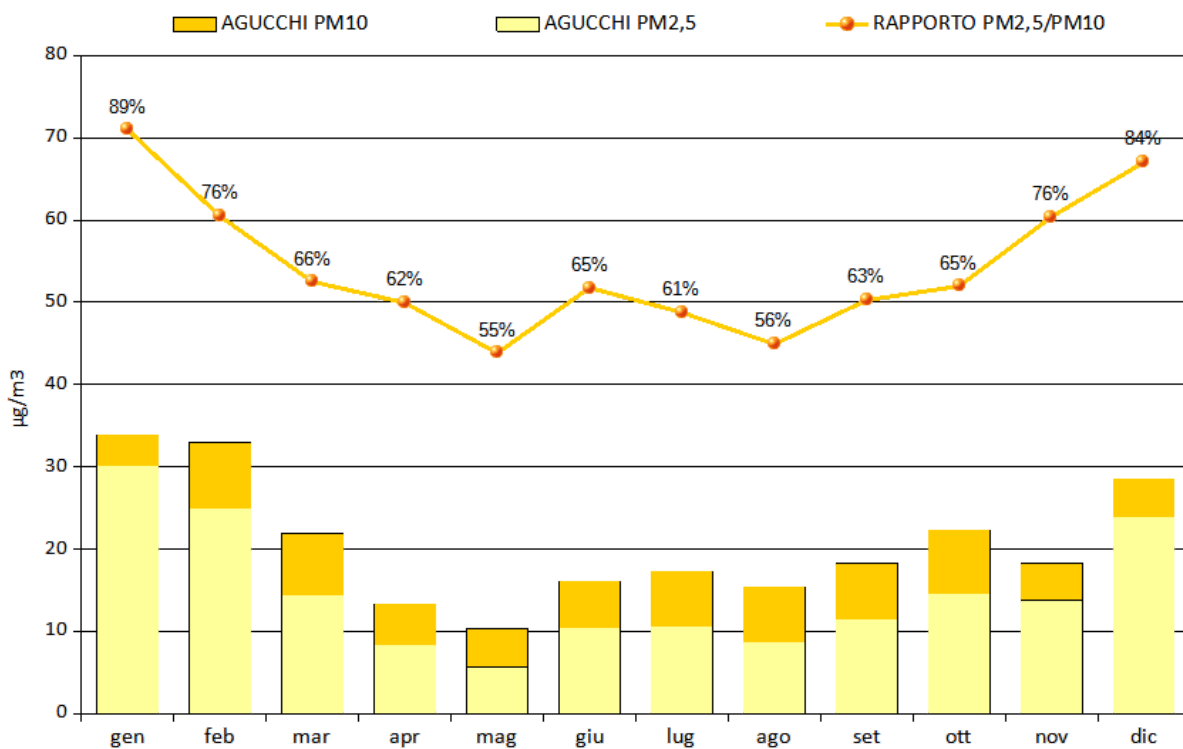


Figura 12 – Rapporto PM_{2,5}/PM₁₀ AGUCCHI - anno 2021

A seguire vengono riportati gli istogrammi di confronto con gli anni precedenti per le concentrazioni medie annuali per le due stazioni: Lippo e Agucchi (Figura 13).

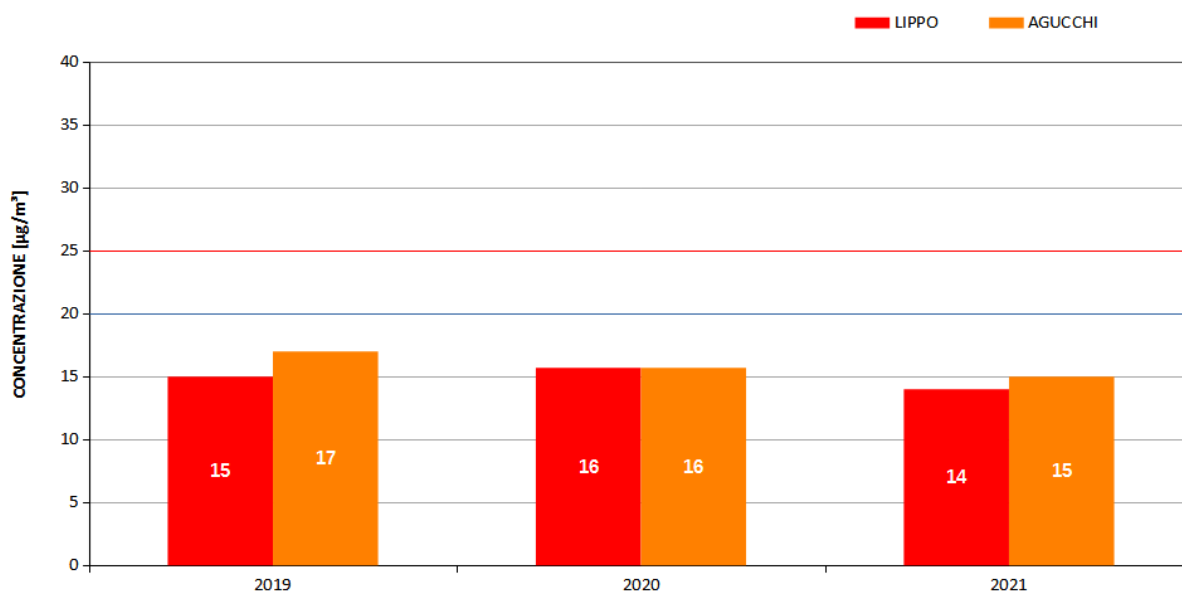


Figura 13 – PM_{2.5}: medie annuali confronto anni 2019-2021

Essenzialmente per il PM_{2.5} non si riscontrano apprezzabili variazioni tra la media annuale del 2021 e quelle degli anni precedenti.

BIOSSIDO D'AZOTO (NO₂)

Il biossido di azoto (NO₂) è un gas reattivo, di colore bruno e di odore acre e pungente. L'esposizione a breve termine all'NO₂ può causare diminuzione della funzionalità polmonare, specie nei gruppi più sensibili della popolazione, mentre l'esposizione a lungo termine può causare effetti più gravi come un aumento della suscettibilità alle infezioni respiratorie. Inoltre determina effetti negativi sugli ecosistemi, contribuendo all'acidificazione e all'eutrofizzazione. E' precursore dell'ozono, del PM₁₀ e del PM_{2.5}.

Le maggiori sorgenti di NO₂ sono i processi di combustione ad alta temperatura (come quelli che avvengono nei motori, specie diesel, o nelle centrali termoelettriche).

I dati di NO₂ rilevati dalle due stazioni oggetto della presente relazione sono stati messi a confronto con le tre stazioni della RRQA presenti sul territorio comunale di Bologna. In tabella 9 vengono riportati i dati statistici delle distribuzioni per il 2021.

NO ₂ anno 2021 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 8	21	24	48	57	68	103
AGUCCHI	< 8	26	29	54	63	72	107

Tabella 9 – Biossido d'azoto: Parametri statistici - anno 2021

Nella successiva figura tramite i box-plot le distribuzioni delle serie di dati delle centraline dell'aeroporto vengono poste a confronto con quelle relative alle stazioni della RRQA.

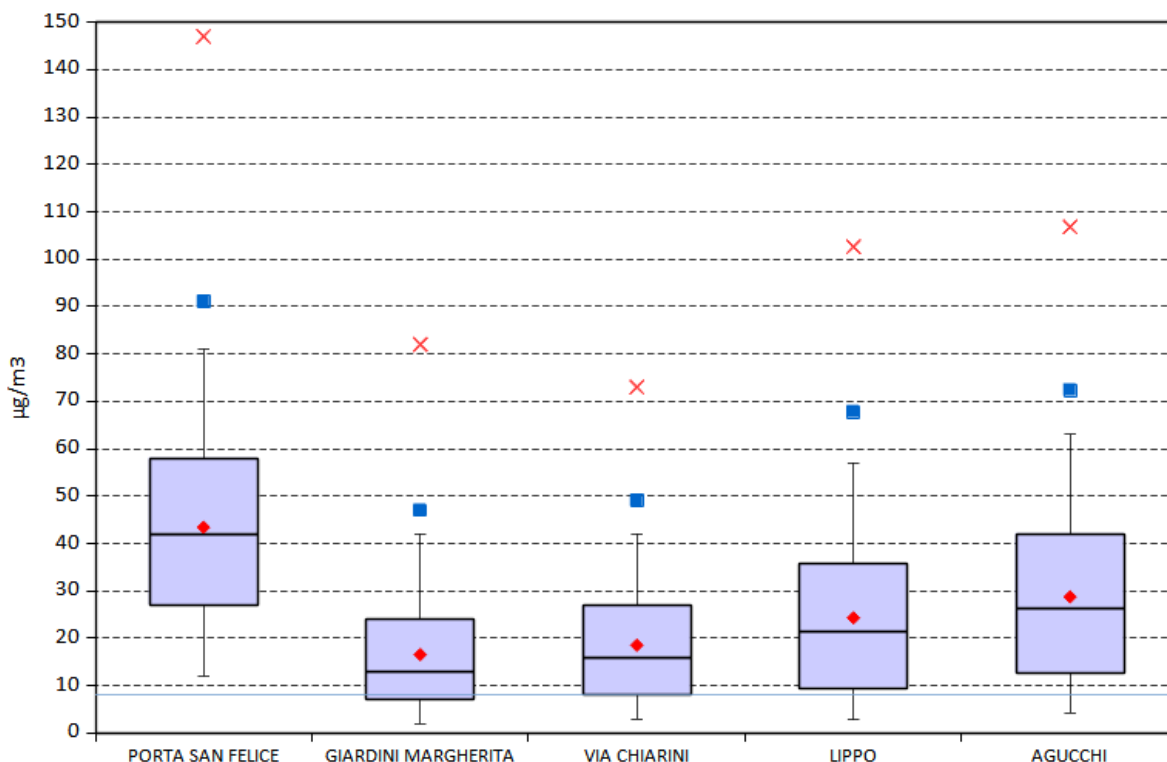


Figura 14 – Biossido di azoto: Box-Plot parametri statistici - anno 2021

Le distribuzioni di Lippo e Agucchi si collocano per somiglianza tra le stazioni della RRQA di fondo urbano e suburbano (Chiarini e Giardini Margherita) e quella da traffico di Porta San Felice.

Analizzando il grafico delle medie mensili per l'anno 2021 (Figura 15 e tabella 10) si osserva per tutte le postazioni un caratteristico andamento stagionale, con valori di concentrazione per il biossido di azoto più elevati nei mesi invernali e più bassi nel periodo estivo. Le medie mensili relative ad Agucchi e Lippo non sono mai superiori a quelle della stazione da traffico di Porta San Felice, mentre superano quelle delle stazioni di fondo della RRQA. Nel solo mese di giugno la media della stazione di Lippo è risultata superiore a quella registrata ad Agucchi; per gli altri mesi dell'anno i valori maggiori sono quelli registrati ad Agucchi.

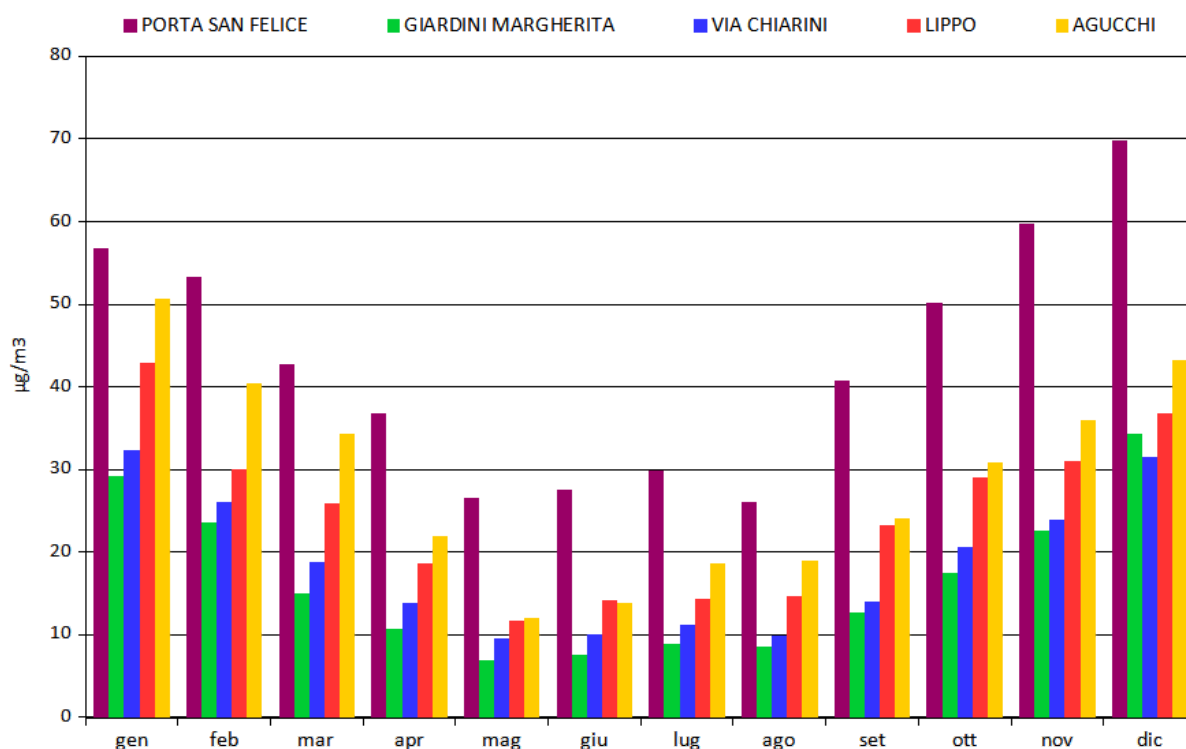


Figura 15 – Biossido di azoto: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

NO ₂ (µg/m ³) – medie mensili anno 2021												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	43	30	26	19	12	14	14	15	23	29	31	37
AGUCCHI	51	40	34	22	12	14	19	19	24	31	36	43

Tabella 10 – Biossido di azoto: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

Per il biossido di azoto la normativa attuale prevede un valore limite orario di concentrazione pari a 200 µg/m³ da non superare per più di 18 volte l'anno. Tale limite non è mai stato raggiunto da nessuna delle stazioni in esame, comprese quelle della RRQA.

Anche il limite di concentrazione media annuale di 40 µg/m³ (vedi tabella 3) non è mai stato raggiunto nelle due stazioni dell'aeroporto, mentre è stato superato presso la stazione da traffico della RRQA di Porta San Felice. La media annuale si attesta su 24 µg/m³ per Lippo e 29 µg/m³ per Agucchi.

Utili informazioni sull'andamento giornaliero del dato orario si possono trarre dall'elaborazione del giorno tipo ripartito tra la stagione invernale e quella estiva, calcolato mediando sul periodo considerato i valori di concentrazione rilevati alla stessa ora del giorno (Figura 16).

In inverno (gennaio, febbraio, dicembre dello stesso anno) l'andamento delle stazioni di Lippo e Agucchi, mostra i due picchi tipici dell'andamento orario di questo inquinante, vicini ai valori di Porta San Felice, in particolare quelli della stazione di Agucchi.

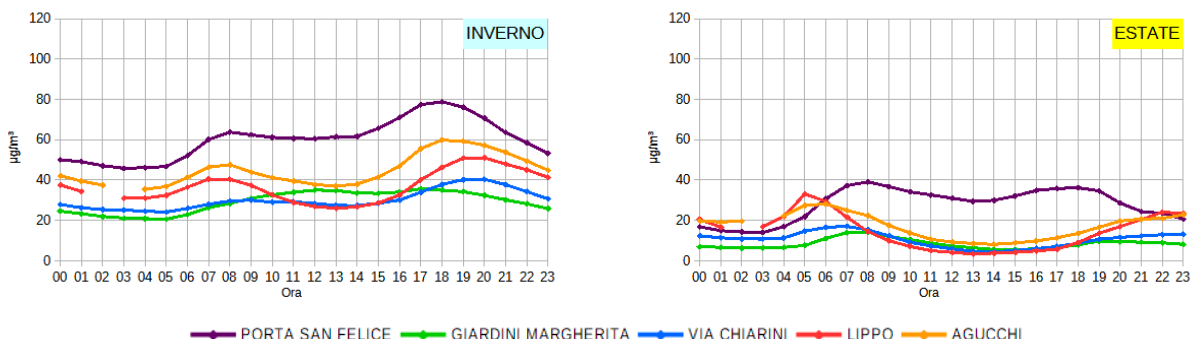


Figura 16 – Biossido di azoto: giorno tipo stagionale (inverno-estate) - anno 2021

In estate (giugno, luglio, agosto) tutti gli andamenti sono molto più bassi; si osserva che le stazioni di Lippo ed Agucchi pur sovrapponendosi per la maggior parte con gli andamenti delle stazioni di fondo urbano, mantengono comunque due picchi evidenti ma non più sincroni con l'andamento di Porta San Felice.

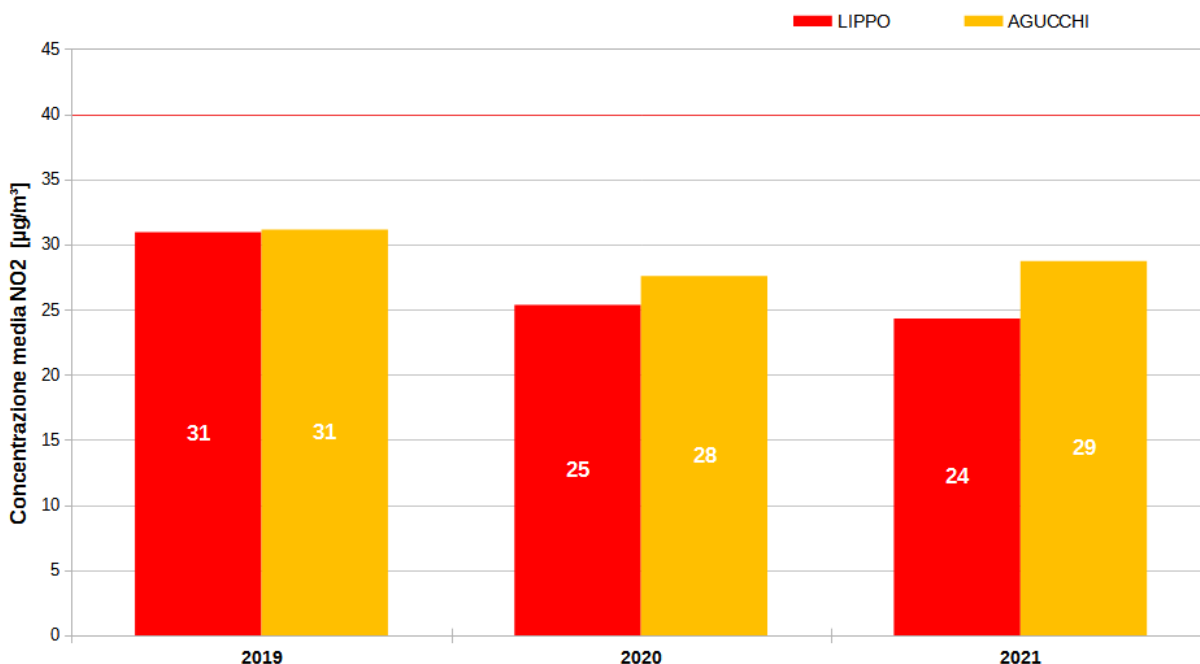


Figura 17 – Biossido di azoto: medie annuali confronto anni 2019-2021

Il confronto tra le medie annuali del 2021 con gli anni precedenti (Figura 17) mostra una lieve diminuzione delle concentrazioni di NO₂ per la stazione di Lippo mentre presenta un modesto incremento per Agucchi, mantenendo complessivamente invariata la situazione rispetto all'anno precedente.

BENZENE (C₆H₆)

Il benzene (C₆H₆) è una sostanza chimica liquida e incolore dal caratteristico odore aromatico pungente. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I.

La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nell'industria chimica, per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri e adesivi. Il benzene è inoltre contenuto nelle benzine.

C ₆ H ₆ anno 2021 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 0,1	0,3	0,5	1,3	1,8	2,3	5,8
AGUCCHI	< 0,1	0,3	0,5	1,0	1,3	1,7	7,3

Tabella 11 – Benzene: Parametri statistici - anno 2021

Come presentato in tabella 11, i valori medi annuali misurati presso tutte le stazioni risultano significativamente inferiori al valore limite di 5 µg/m³. La distribuzione dei dati delle due stazioni presenta valori entro il 98° percentile inferiori al limite annuale come del resto anche per la distribuzione della stazione da traffico urbana di Porta San Felice (Figura 18).

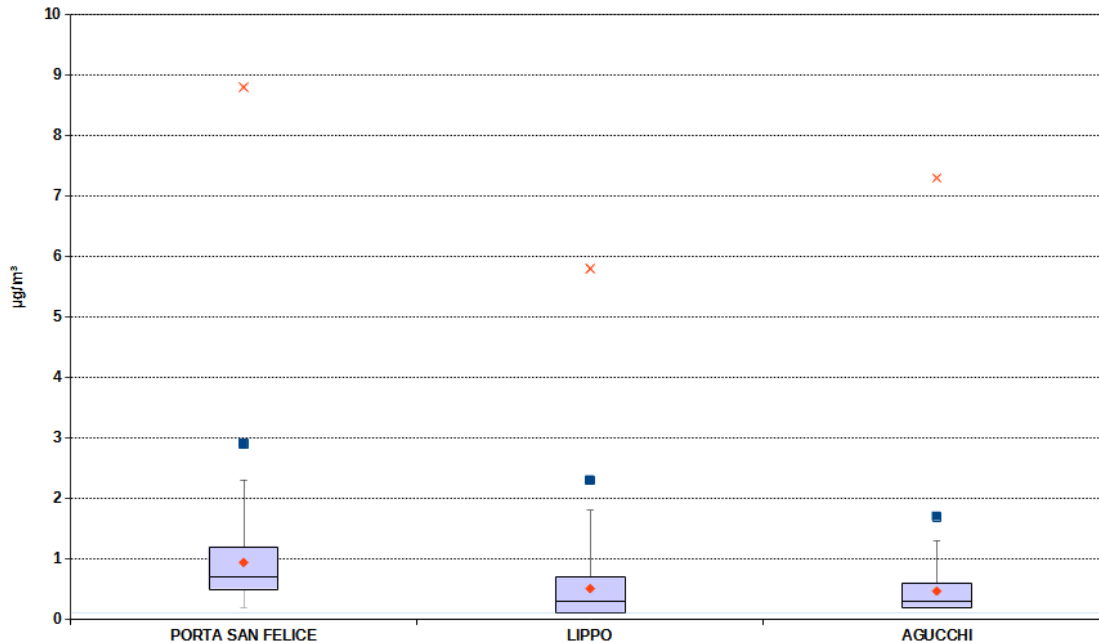


Figura 18 – Benzene: Box-Plot parametri statistici - anno 2021

Nella Tabella 12 e nel grafico di Figura 19 sono riportate le concentrazioni medie mensili. Risulta evidente anche per questo inquinante l'andamento stagionale, che vede una forte riduzione nel periodo estivo e una ripresa nel periodo autunno-invernale.

C ₆ H ₆ (µg/m ³) – medie mensili anno 2021												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	1,3	0,8	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,7	1,4
AGUCCHI	1,1	0,7	0,4	0,3	0,1	0,1	-	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0

- Percentuale dati validi <75%

Tabella 12 – Benzene: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

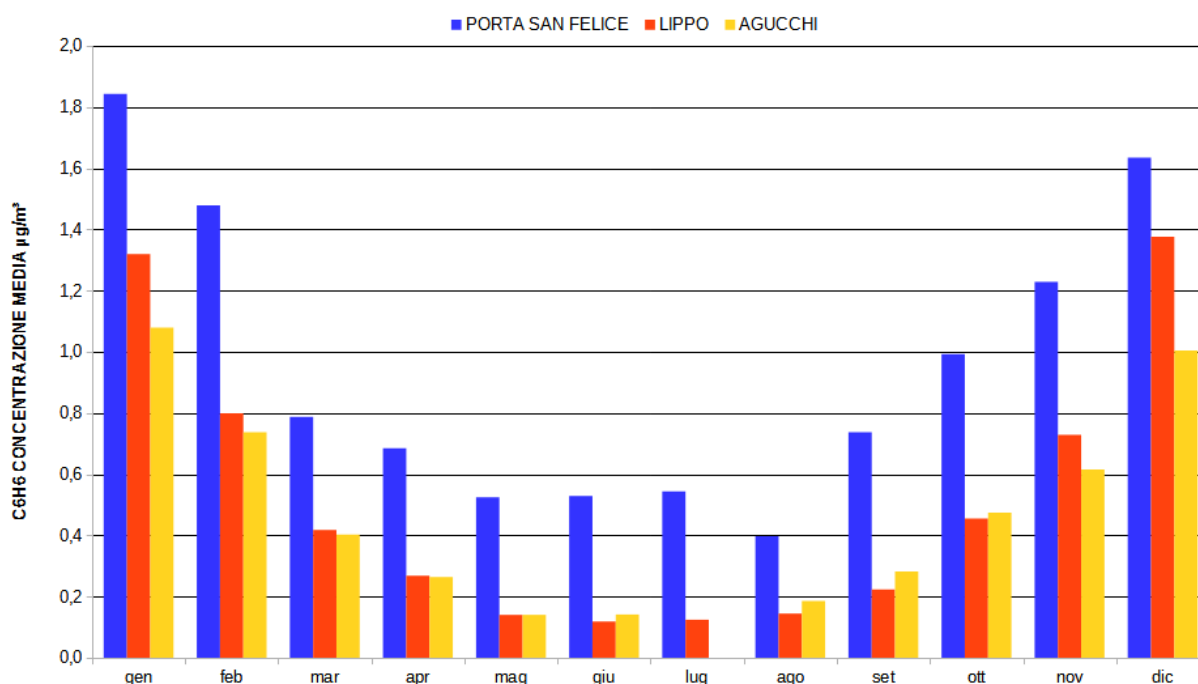


Figura 19 – Benzene: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

Le due stazioni dell'aeroporto risultano sempre avere valori di concentrazione inferiori a quelli registrati nella stazione da traffico della RRQA.

I grafici successivi (Figura 20) illustrano il giorno tipo invernale ed estivo per le stazioni considerate.

Gli andamenti evidenziano massimi orari nelle ore di punta del traffico diurne e serali; accentuati d'inverno e più evidenti nella stazione di Porta San Felice.

In estate i valori diminuiscono in tutte le stazioni presentando un andamento più costante durante l'arco della giornata. Per le due stazioni dell'aeroporto c'è un sostanziale appiattimento della curva sul minimo valore rilevabile strumentalmente.

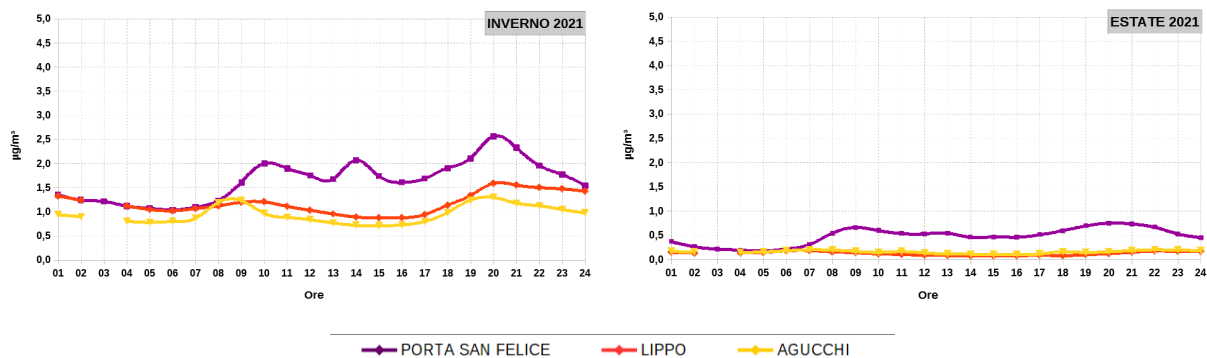


Figura 20 – Benzene: giorno tipo stagionale (inverno-estate) - anno 2021

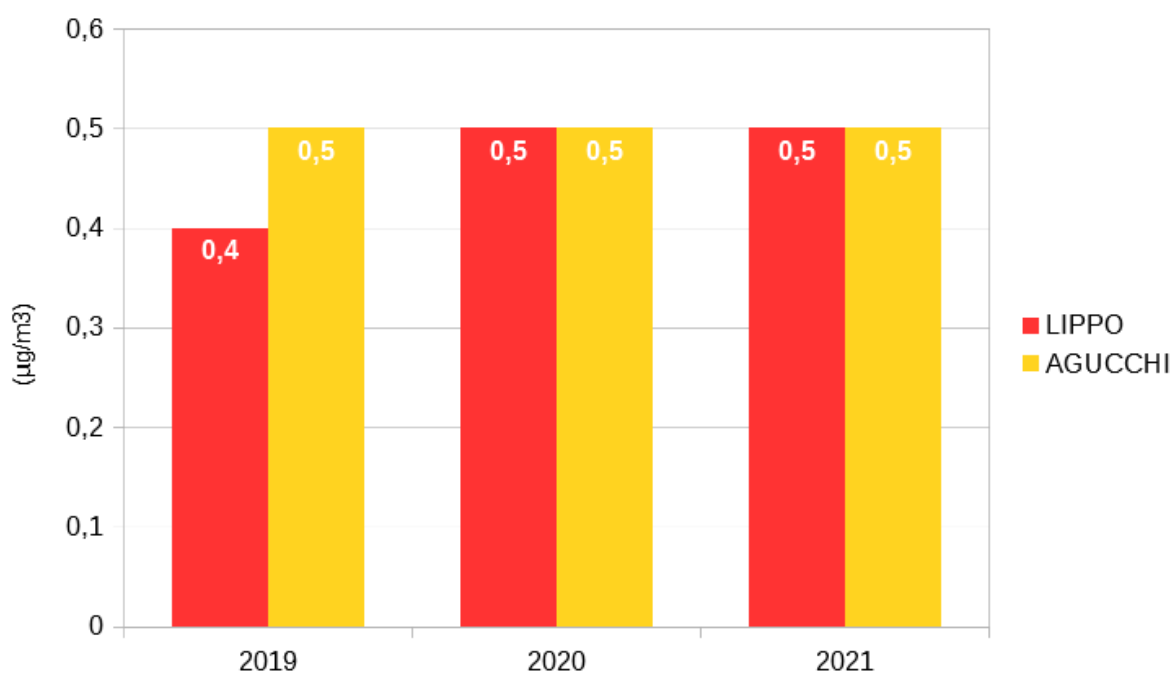


Figura 21 – Benzene: medie annuali confronto anni 2019-2021

Anche per il benzene, il confronto tra le medie annuali 2019, 2020 e 2021 (Figura 21) non rivela sorprese. I valori restano pressoché invariati tra il 2020 e il 2021.

OZONO (O₃)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo. Negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla Terra, creando uno scudo che filtra i raggi ultravioletti del Sole. Invece negli strati bassi dell'atmosfera terrestre (troposfera) è presente in concentrazioni elevate a seguito di situazioni d'inquinamento e provoca disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione.

Oltre che in modo naturale, per effetto di reazioni chimiche che coinvolgono i composti organici emessi in natura, ossidi di azoto e ossigeno sotto l'irraggiamento solare, l'ozono si produce anche per effetto dell'immissione di composti organici e ossidi di azoto dalle attività umane. L'immissione di inquinanti primari (prodotti dal traffico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti etc.) favorisce quindi la produzione di un eccesso di ozono rispetto alle quantità altrimenti presenti in natura durante i mesi estivi.

O ₃ anno 2021 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° ^o %ile	Media	90° ^o %ile	95° ^o %ile	98° ^o %ile	Massimo
LIPPO	< 8	37	42	88	104	119	145

Tabella 13 – Ozono: Parametri statistici - anno 2021

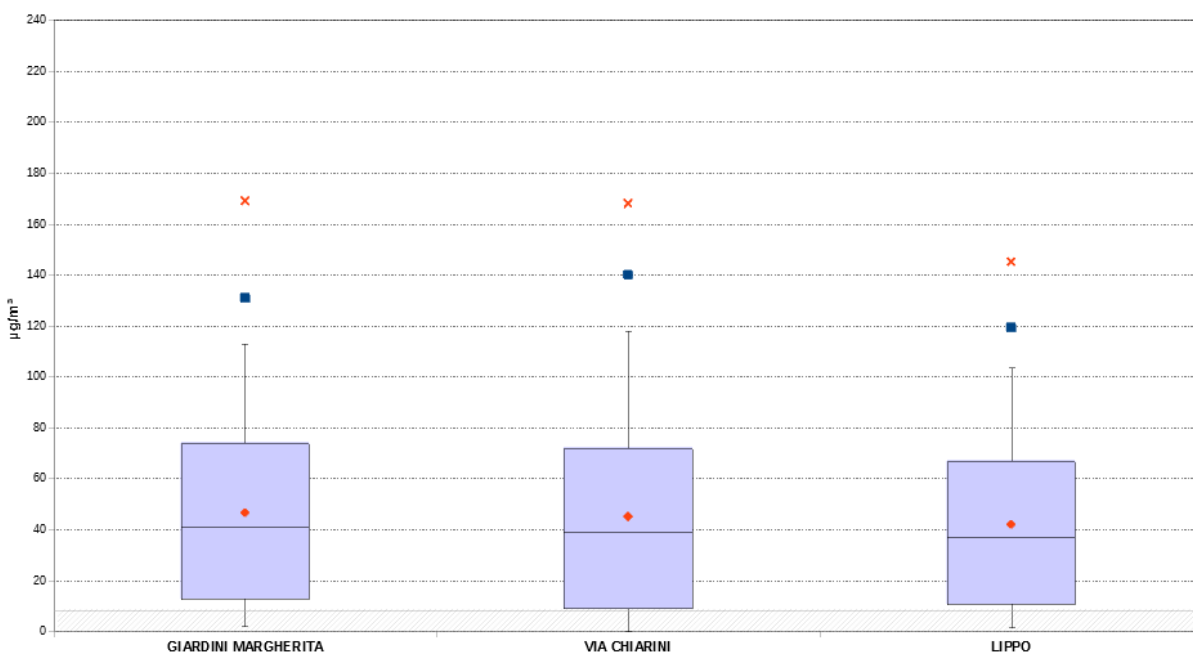


Figura 22 – Ozono: Box-Plot parametri statistici - anno 2021

La distribuzione dei dati della stazione di Lippo è posta a confronto con le distribuzioni della RRQA delle stazioni di fondo di Giardini Margherita e via Chiarini, dove sono collocati gli analizzatori di ozono.

Il box plot (Figura 22) evidenzia per tutte le distribuzioni dei dati una certa omogeneità. Si osservano valori medi e percentili molto simili tra loro, con una più ampia differenza per quanto riguarda il valore massimo registrato, che per la stazione di Lippo è stato il più basso delle tre con un valore di concentrazione pari a 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dall'analisi delle concentrazioni medie mensili calcolate per l'anno 2021 (Figura 23 e Tabella 14) è possibile mettere in evidenza l'andamento stagionale dell'ozono, concorde in tutte le stazioni in cui questo parametro è stato rilevato. I valori medi mensili più elevati sono stati registrati tra giugno e luglio, con una crescita più graduale nella transizione inverno-estate ed un più rapido calo nel passaggio estate-inverno.

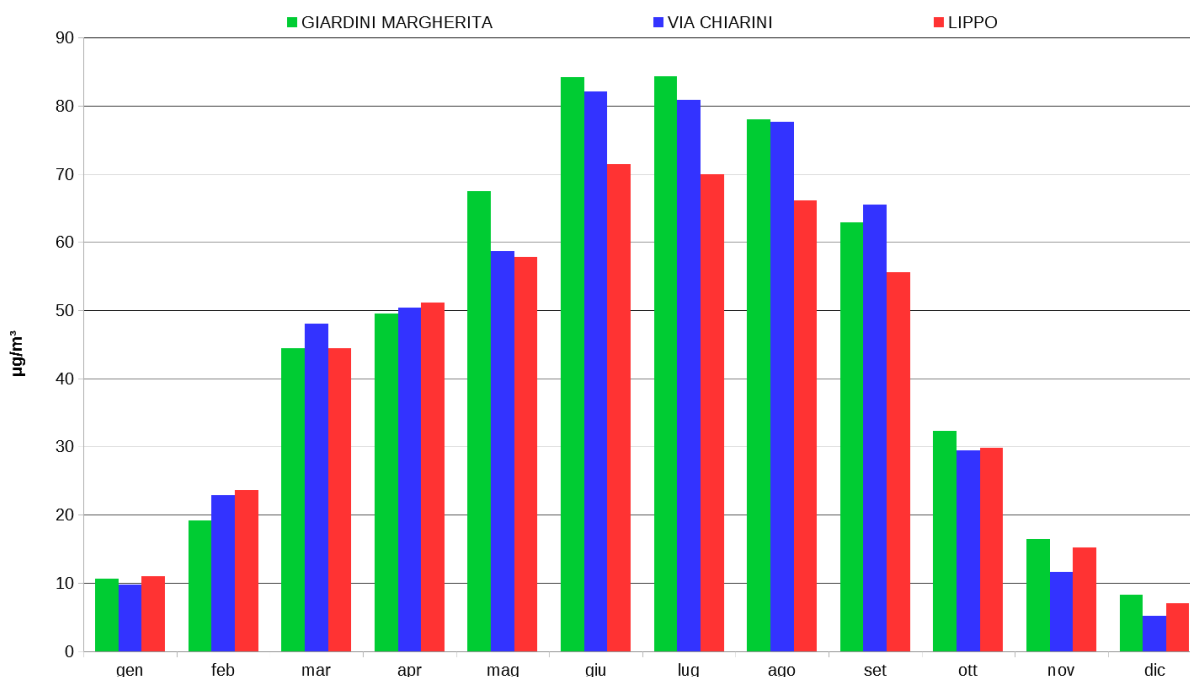


Figura 23 – Ozono: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – medie mensili anno 2021												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	11	24	44	51	58	71	70	66	56	30	15	< 8

Tabella 14 – Ozono: Concentrazioni medie mensili - anno 2021

Per quanto attiene all'ozono troposferico, i limiti da rispettare, stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione della salute umana, sono riferiti sia al breve periodo sia al medio-lungo periodo.

Per il breve periodo sono definite 2 soglie di concentrazione limite:

- la "soglia di informazione", pari a 180 µg/m³ di ozono misurato in aria come media oraria;
- la "soglia di allarme", pari a 240 µg/m³ di ozono misurato in aria come media oraria.

Secondo normativa il calcolo del numero di superamenti nell'anno richiede una percentuale del 90% di dati validi per cinque mesi su sei nella stagione estiva (da aprile a settembre), condizione verificatasi anche per la stazione di Lippo.

In Tabella 15 sono riportate le ore di superamento per la soglia di informazione con un dettaglio mensile.

O ₃ anno 2021 – numero ore di superamento soglia di informazione (180 µg/m ³)													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2021
LIPPO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 15 – Ozono: Superamenti soglia di informazione mensili - anno 2021

Ovviamente anche per quanto riguarda la soglia di allarme non sono stati registrati superamenti in nessuna delle stazioni in esame.

Per la protezione della salute umana sul medio e lungo periodo il decreto prevede:

- il valore obiettivo pari a 120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni . Se non è possibile determinare le medie su tre anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a un anno;
- l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana è calcolato come media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile, pari a 120 µg/m³.

I numeri di superamenti mensili riferiti all'ultimo anno sono quelli riportati in Tabella 16.

O ₃ anno 2021 – numero giorni di superamento obiettivo a lungo termine (120 µg/m ³)													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2021
LIPPO	0	0	0	0	0	4	5	4	3	0	0	0	16

Tabella 16 – Ozono: Superamenti obiettivo lungo termine mensili - anno 2021

In Tabella 17 è riportato il numero di superamenti del valore obiettivo per l'anno considerato per la stazione di Lippo e si è ritenuto opportuno riportare anche il dato degli anni precedenti.

Nel 2021 non c'è stato superamento normativo di questo indicatore (25 superamenti come media in tre anni, Tabella 3).

O ₃ anni 2019-2021 numero giorni di superamento valore obiettivo (120 µg/m ³)			
Stazione	Periodo riferimento		Valore
LIPPO	2019		42
	2020		12
	2021		16
	giorni superamento obiettivo	media	23

Tabella 17 – Ozono: Superamenti obiettivo - anni 2019-2021 e media tre anni

Le rappresentazioni del giorno tipo stagionale (Figura 24) evidenziano per la stagione estiva (significativa per questo inquinante) un andamento che segue il processo di formazione dell'ozono: le concentrazioni risultano più elevate nelle ore centrali della giornata, caratterizzate da maggiore intensità della radiazione solare. Per stagione estiva viene convenzionalmente inteso il periodo che va dal 1 giugno al 31 agosto.

Gli andamenti orari delle stazioni sono concordi senza particolari differenze se non per i valori moderatamente più elevati rilevati tra le 10 e le 19 dalla centralina di Chiarini. L'andamento della stazione di Lippo risulta leggermente inferiore rispetto alle stazioni di confronto della RRQA.

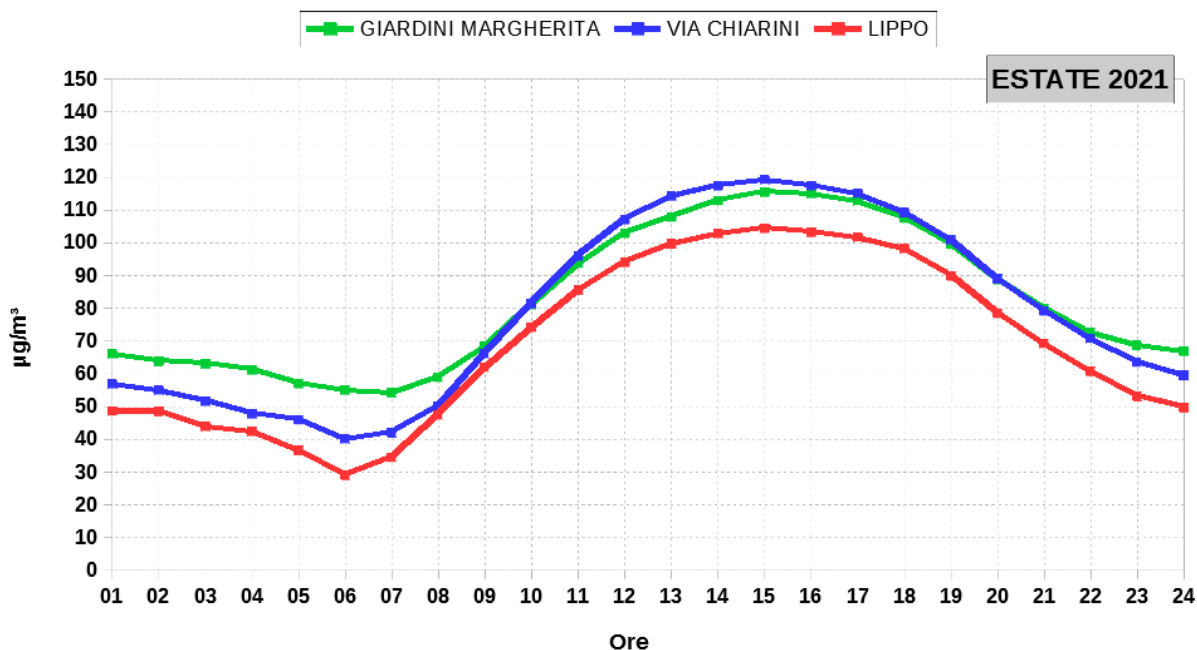


Figura 24 – Ozono: giorno tipo stagionale (estate) - anno 2021

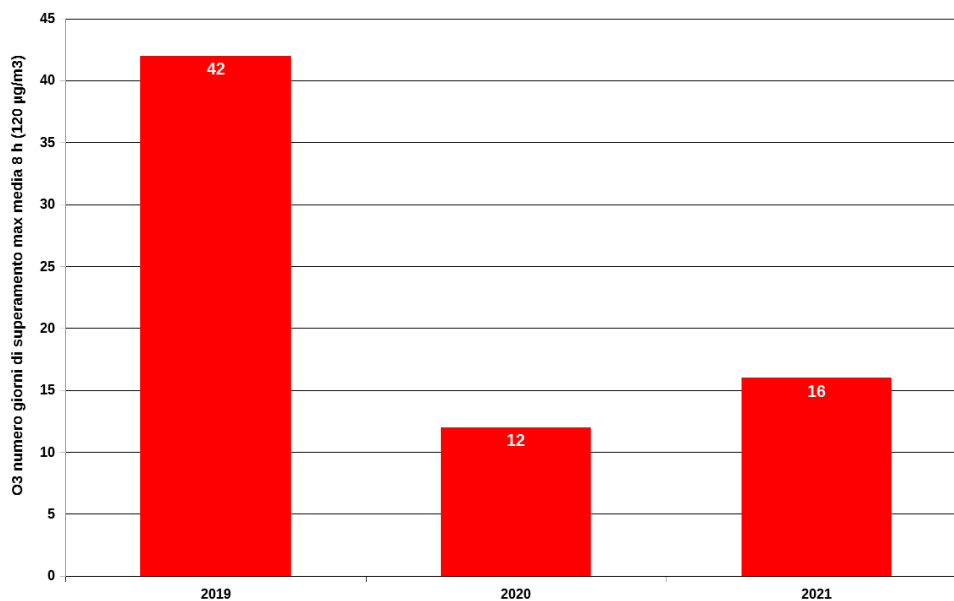


Figura 25– Ozono: numero giorni di superamento confronto anni 2019-2021

Il confronto tra i tre anni di operatività della stazione di Lippo per le concentrazioni medie di ozono non risulterebbe corretto poichè l'analizzatore è entrato in funzione solo dal mese di maggio del 2019. Il confronto può comunque essere fatto con i giorni di superamento (Figura 25) dove risulta evidente il drastico calo della criticità di questo inquinante nel 2020, sostanzialmente confermato nel 2021.

METEOROLOGIA LOCALE

A completamento della valutazione dei dati di qualità dell'aria, si riporta di seguito l'analisi dei principali parametri meteorologici rilevati dalle due centraline di Lippo e Agucchi nell'anno 2021. La meteorologia influisce profondamente sui complessi meccanismi di trasporto e rimescolamento delle sostanze inquinanti in atmosfera, nonché sulla loro trasformazione e rimozione. Ricordiamo che presso le due centraline di Lippo e Agucchi sono attualmente installati sensori di velocità e direzione vento, temperatura, umidità e pressione atmosferica.

VENTILAZIONE

Il vento entra in gioco nei processi di trasporto degli inquinanti e può fornire indicazioni circa l'efficacia dei meccanismi di dispersione o viceversa di accumulo.

La rosa dei venti è una rappresentazione grafica sintetica della distribuzione e della frequenza delle classi di velocità per direzione di provenienza. I dati acquisiti dalle centraline sono stati raggruppati in questa forma grafica per evidenziare le caratteristiche stagionali dell'anno in esame (figura 26a e figura 26b) .

Va considerato che pur non essendo le due centraline molto distanti tra loro (circa 2 km), le caratteristiche dei siti di posizionamento delle centraline sono diverse: mentre la stazione di

Lippo è posizionata in un'area più aperta con pochi edifici da uno o due piani, la centralina posizionata in via Agucchi si trova inserita in un contesto più urbanizzato, con edifici limitrofi che condizionano in modo evidente la circolazione della ventilazione. Questo spiega in buona parte le differenze piuttosto marcate tra le rose dei venti delle due stazioni sia nell'intensità che nella direzione.

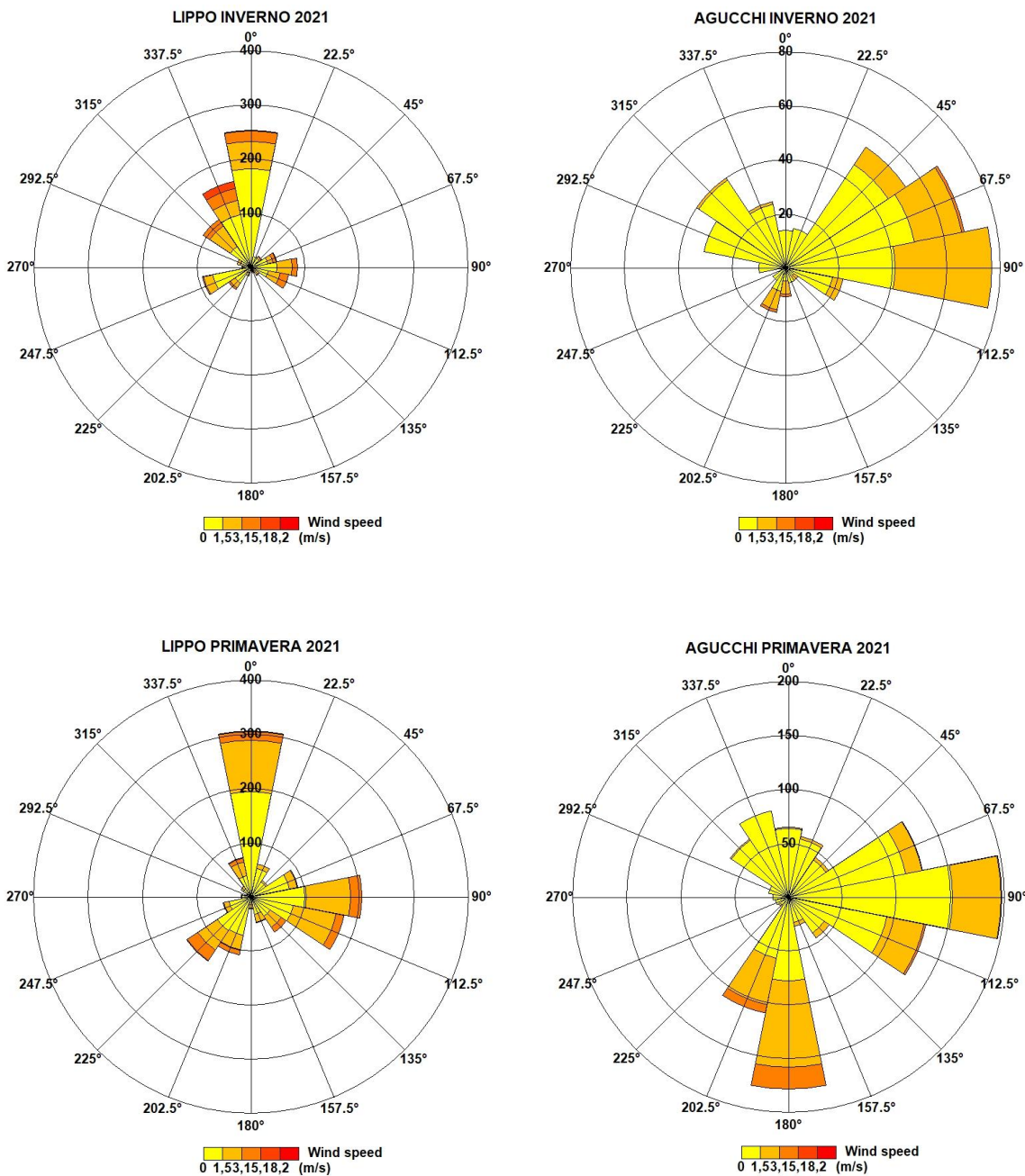


Figura 26a – rose dei venti: ripartizione stagionale inverno - primavera 2021

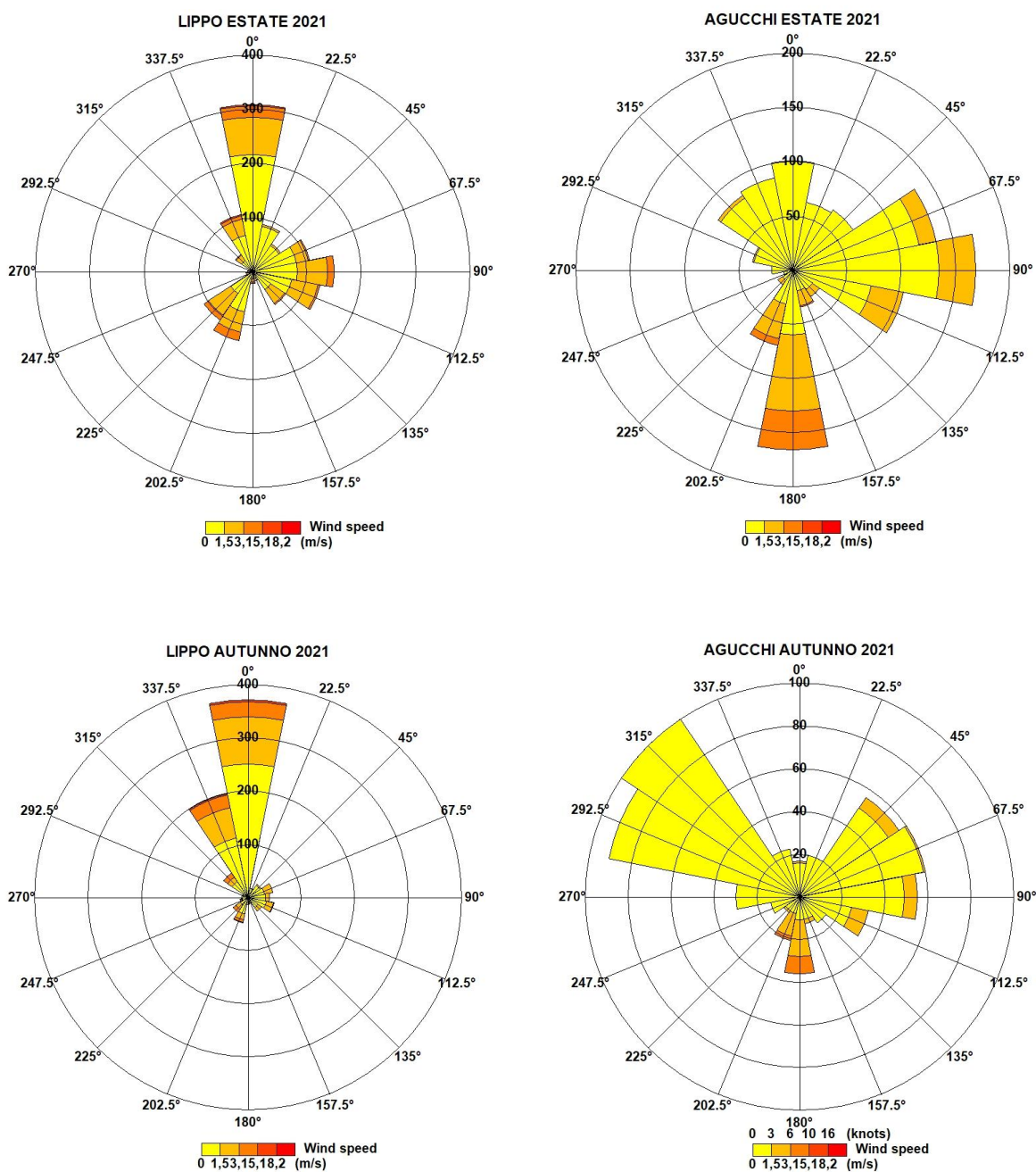


Figura 26b – rose dei venti: ripartizione stagionale estate - autunno 2021

Nel successivo grafico (figura 27) viene rappresentato l'andamento delle velocità medie mensili; la stazione di Lippo ha sempre medie superiori rispetto alla stazione di Agucchi. Settembre risulta il mese con l'intensità di ventilazione più bassa per Lippo mentre dicembre rappresenta il mese con velocità media più bassa per Agucchi. Maggio è il mese con intensità media più elevata per entrambe le stazioni.

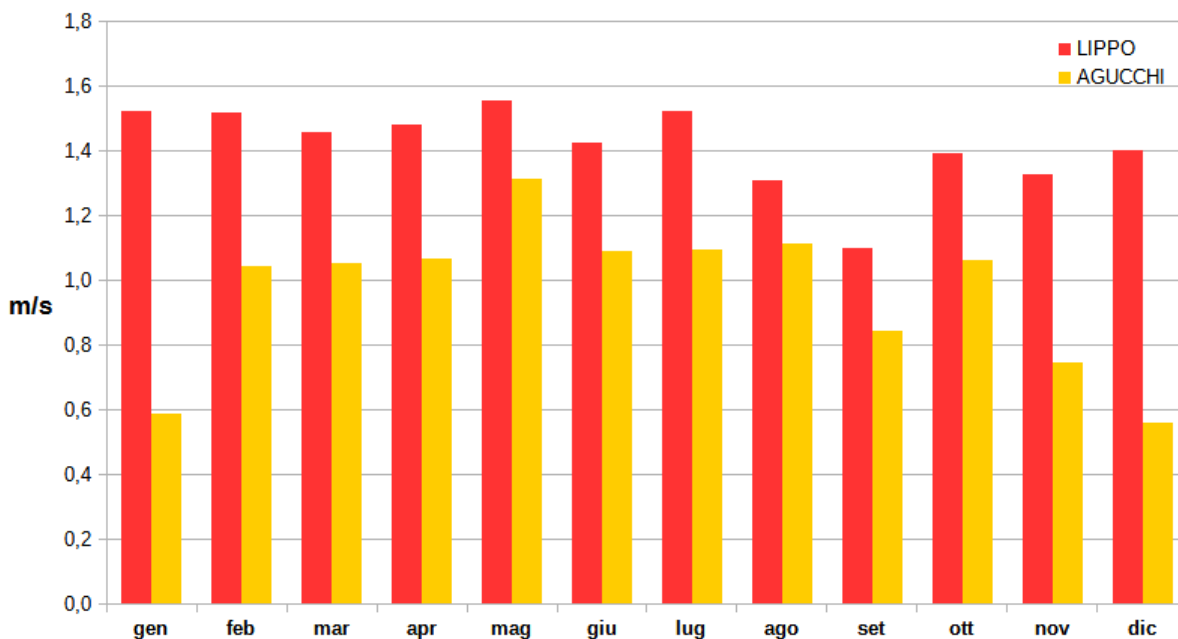


Figura 27 – Velocità del vento: medie mensili Lippo/Agucchi - anno 2021

Nelle successive tabelle (tabella 18a e tabella 18b) sono riportate le suddivisioni secondo la scala Beaufort dei dati medi orari di velocità del vento rilevati dalla stazione di Lippo e da quella di Agucchi.

In generale, nel 2021 la velocità del vento presso la stazione di Lippo (tabella 18a) risulta prevalentemente distribuita fino a classi di “calma di vento” e “brezza leggera” con oltre il 97% dei valori compresi tra i valori 0 e 5,4 m/s.

Presso la stazione di Agucchi (tabella 18b), i dati sono distribuiti su classi con intensità più bassa, con oltre il 99% dei dati compresi tra 0 e 3,3 m/s.

Termini descrittivi	Calma	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento moderato	Vento teso	Vento fresco	Vento forte	(omissis)
Grado Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	...
m/s	0.0 - 0.2	0.3 - 1.5	1.6 - 3.3	3.4 - 5.4	5.5 - 7.9	8.0 - 10.7	10.8 - 13.8	13.9 - 17.1	...
GEN	57,3%	27,4%	11,2%	3,5%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	...
FEB	48,8%	32,3%	13,8%	4,8%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAR	39,4%	37,9%	19,1%	3,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	...
APR	38,1%	39,6%	18,2%	3,9%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAG	28,1%	41,1%	26,6%	4,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	...
GIU	37,8%	37,9%	21,7%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
LUG	31,5%	41,7%	23,1%	3,4%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	...
AGO	39,0%	40,5%	19,2%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
SET	49,7%	40,0%	9,4%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
OTT	54,6%	30,5%	12,4%	2,4%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	...
NOV	52,9%	31,8%	14,2%	1,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	...
DIC	58,7%	28,6%	8,9%	3,6%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	...
ANNO	44,6%	35,8%	16,5%	2,9%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	...




frequenza percentuale:  0-5%  5-45%  > 45%

Tabella 18a – Scala Beaufort: ventilazione Lippo - anno 2021

Termini descrittivi	Calma	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento moderato	Vento teso	Vento fresco	Vento forte	(omissis)
Grado Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	...
m/s	0.0 - 0.2	0.3 - 1.5	1.6 - 3.3	3.4 - 5.4	5.5 - 7.9	8.0 - 10.7	10.8 - 13.8	13.9 - 17.1	...
GEN	93,3%	6,5%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
FEB	75,4%	18,5%	6,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAR	59,5%	32,0%	8,2%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
APR	50,4%	38,9%	10,4%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAG	36,4%	44,5%	16,8%	2,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
GIU	47,8%	41,3%	8,9%	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
LUG	42,1%	44,9%	12,6%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
AGO	45,3%	44,2%	9,1%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
SET	58,5%	36,5%	5,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
OTT	69,8%	24,5%	5,1%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
NOV	70,7%	26,7%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
DIC	88,0%	12,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
ANNO	61,4%	30,9%	7,1%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...




frequenza percentuale:  0-5%  5-45%  > 45%

Tabella 18b – Scala Beaufort: ventilazione Agucchi- anno 2021

TEMPERATURA-UMIDITÀ-PRESSIONE

Per quanto riguarda temperatura, umidità e pressione atmosferica, la diversa collocazione sul territorio ha scarsa influenza e pertanto l'analisi di questi parametri è stata condotta mediando i valori orari tra le due stazioni. Si ottiene in questa maniera un unico grafico per ogni parametro (figura 28).

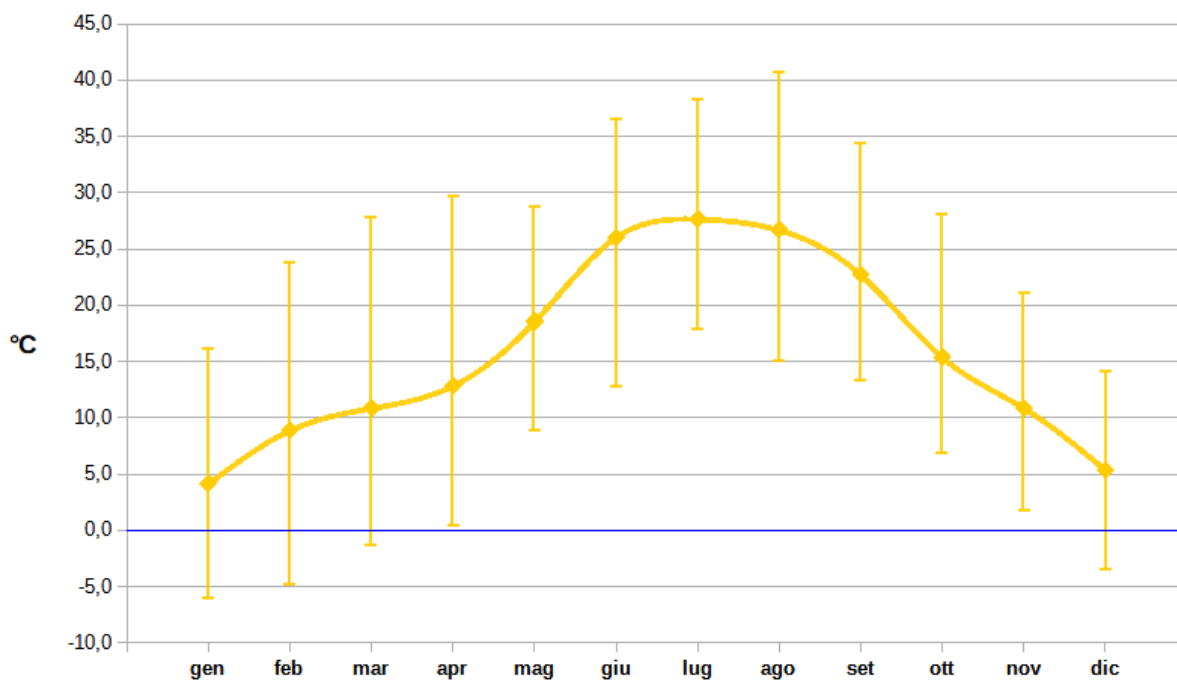


Figura 28 – Temperature:valore minimo, medio e massimo mensile Lippo/Agucchi-2021

L'andamento mensile delle temperature (figura 28) registrate nel 2021 presenta un valore minimo di $-6,1^{\circ}\text{C}$ registrato in gennaio ed un valore massimo di $40,6^{\circ}\text{C}$ registrato nel mese di agosto.

L'umidità relativa percentuale (figura 29) si mantiene mediamente elevata in particolare nei mesi più freddi dell'anno.

Infine la pressione atmosferica (figura 30), registrata presso le due centraline, presenta valori più bassi nel periodo invernale.

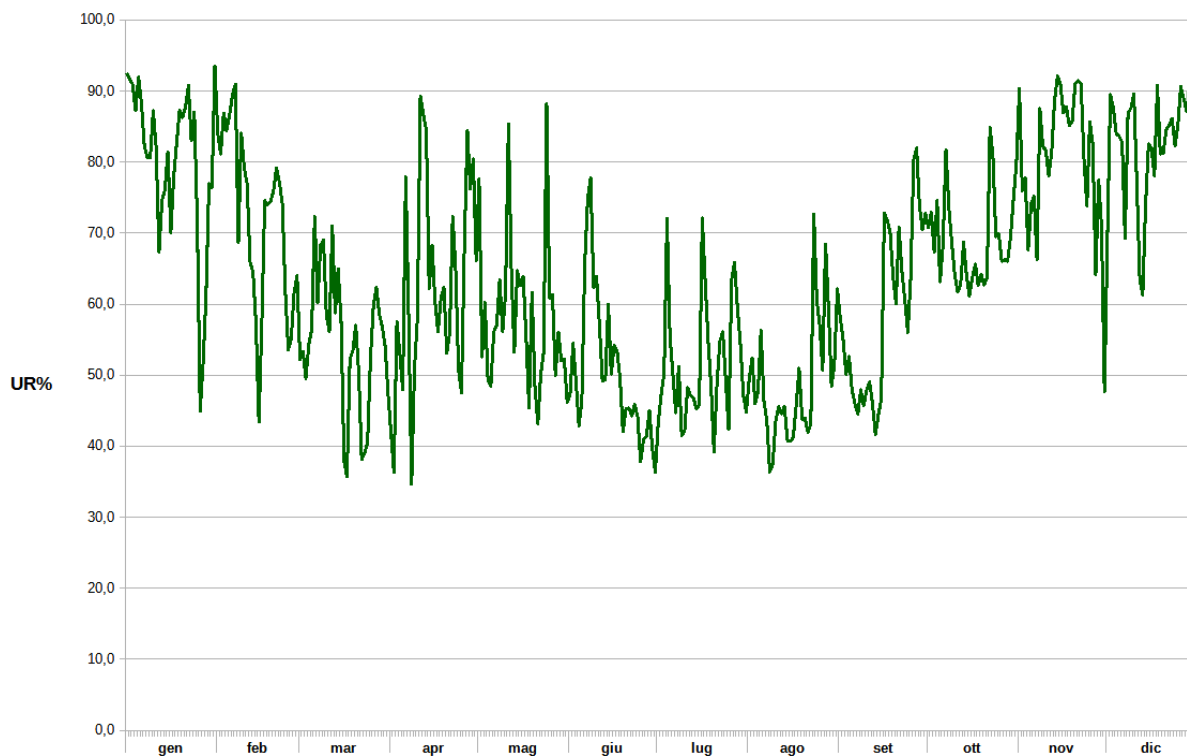


Figura 29 – Umidità relativa: Lippo/Agucchi-2021

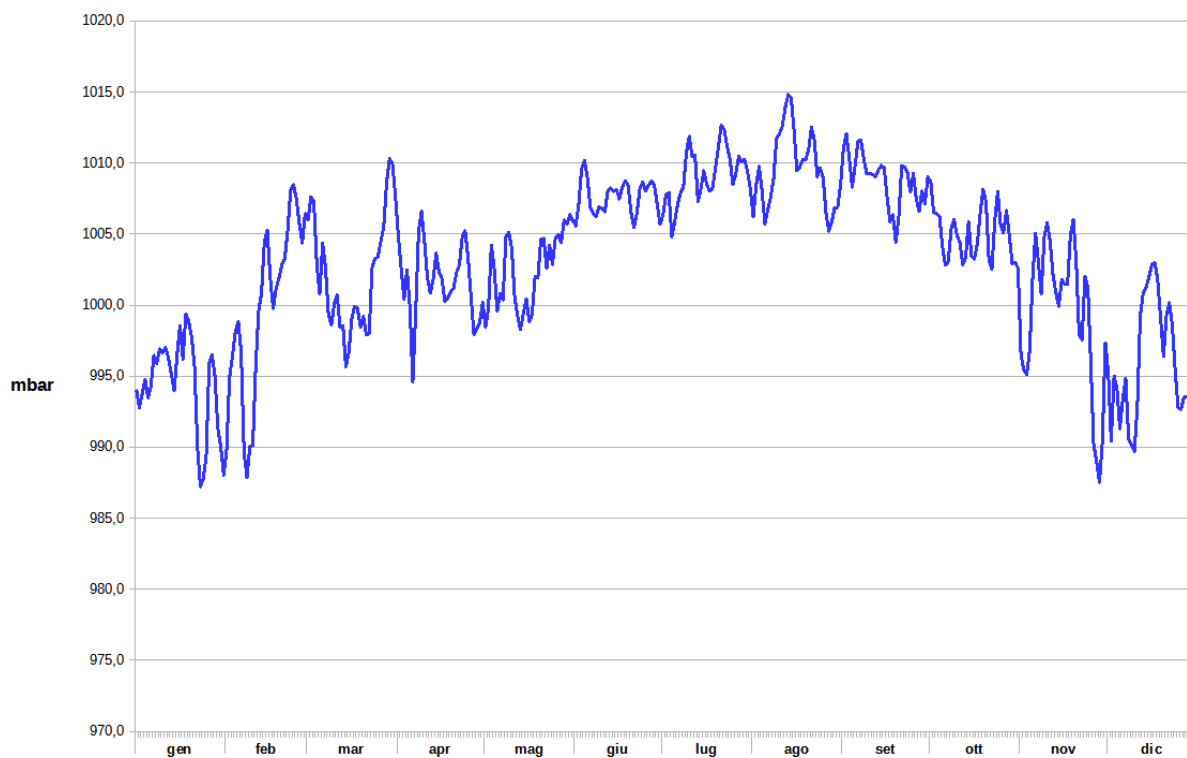


Figura 30 – Pressione atmosferica: Lippo/Agucchi-2021

TRAFFICO AEROPORTUALE E INQUINANTI

I dati di traffico aeroportuale forniti permettono una aggregazione temporale mensile suddivisa per atterraggi e decolli. Sono stati tralasciati i sorvoli dell'area aeroportuale. Considerando la peculiarità dell'anno 2020 e 2021, durante il quale a causa della pandemia di Sars Cov2 si sono avuti forti impatti sul traffico aeroportuale, viene proposta una analisi di comparazione per i principali inquinanti degli ultimi tre anni sovrapponendo gli andamenti al numero di voli su base mensile. La figura 31 mostra il confronto dei dati di traffico¹ tra il 2019, 2020 e 2021.

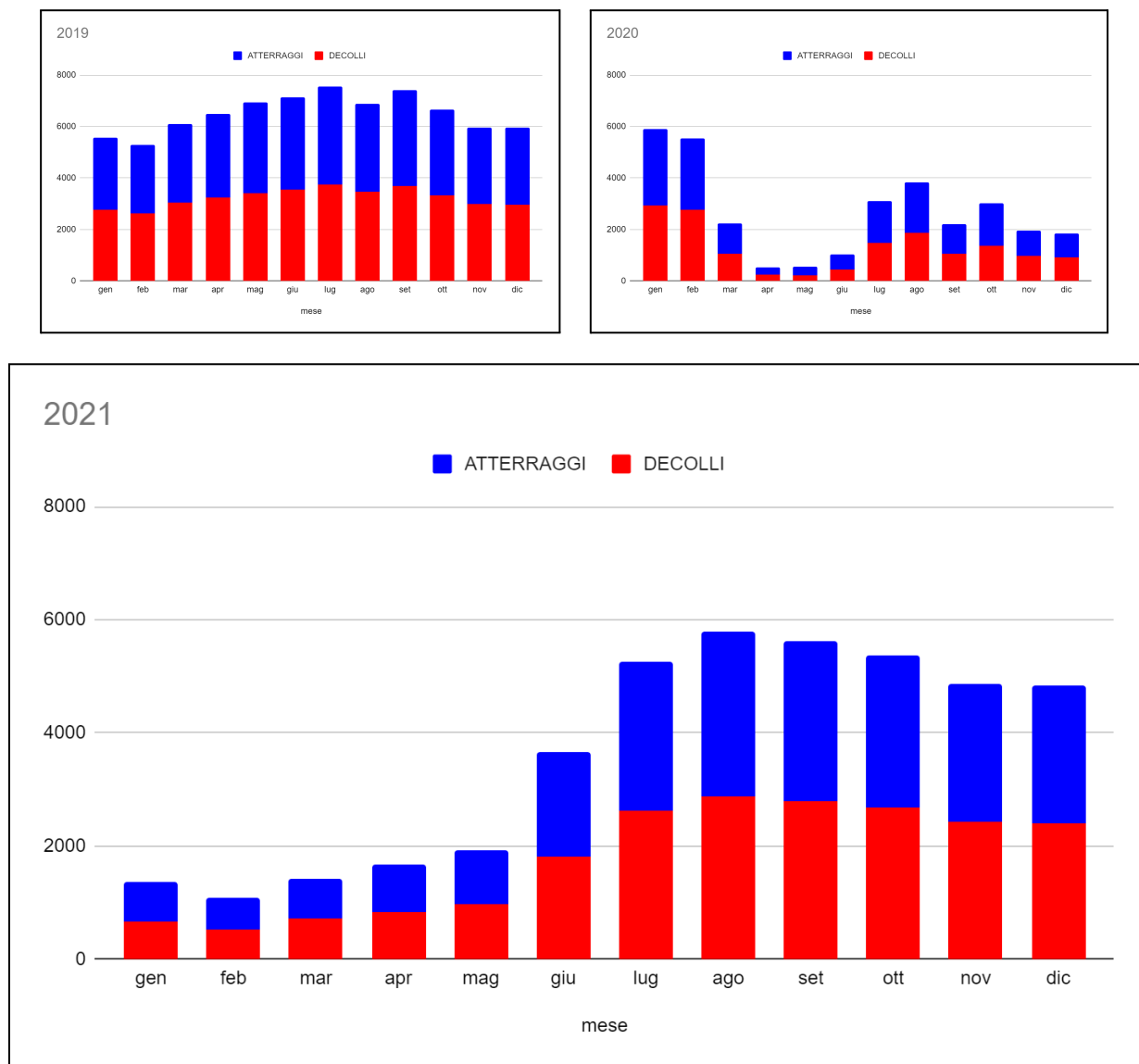


Figura 31 - Atterraggi e decolli mensili confronto anni 2019-2020-2021

¹ Dati di traffico aeroportuale forniti da Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna S.p.A

La rappresentazione grafica di Figura 32 mostra il confronto tra gli andamenti stagionali delle concentrazioni medie mensili di NO₂.



Figura 32 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni NO₂ mensili 2019-2020-2021

In tutte le stazioni per le concentrazioni medie mensili di NO₂ nonostante alcune fluttuazioni, prevale sempre l'andamento stagionale caratteristico di questo inquinante. Gli andamenti di Lippo e Agucchi restano sempre compresi tra quelli di Porta San Felice e Chiarini.

Rispetto all'andamento del 2019, le concentrazioni delle stazioni dell'aeroporto presentano valori apprezzabilmente più bassi nei mesi centrali dell'anno per il 2020 e 2021, mentre nei mesi più freddi i valori tendono ad essere gli stessi in tutte le distribuzioni indipendentemente dal traffico aeroportuale.

In figura 33 viene mostrata la comparazione per il PM₁₀ nei tre anni.

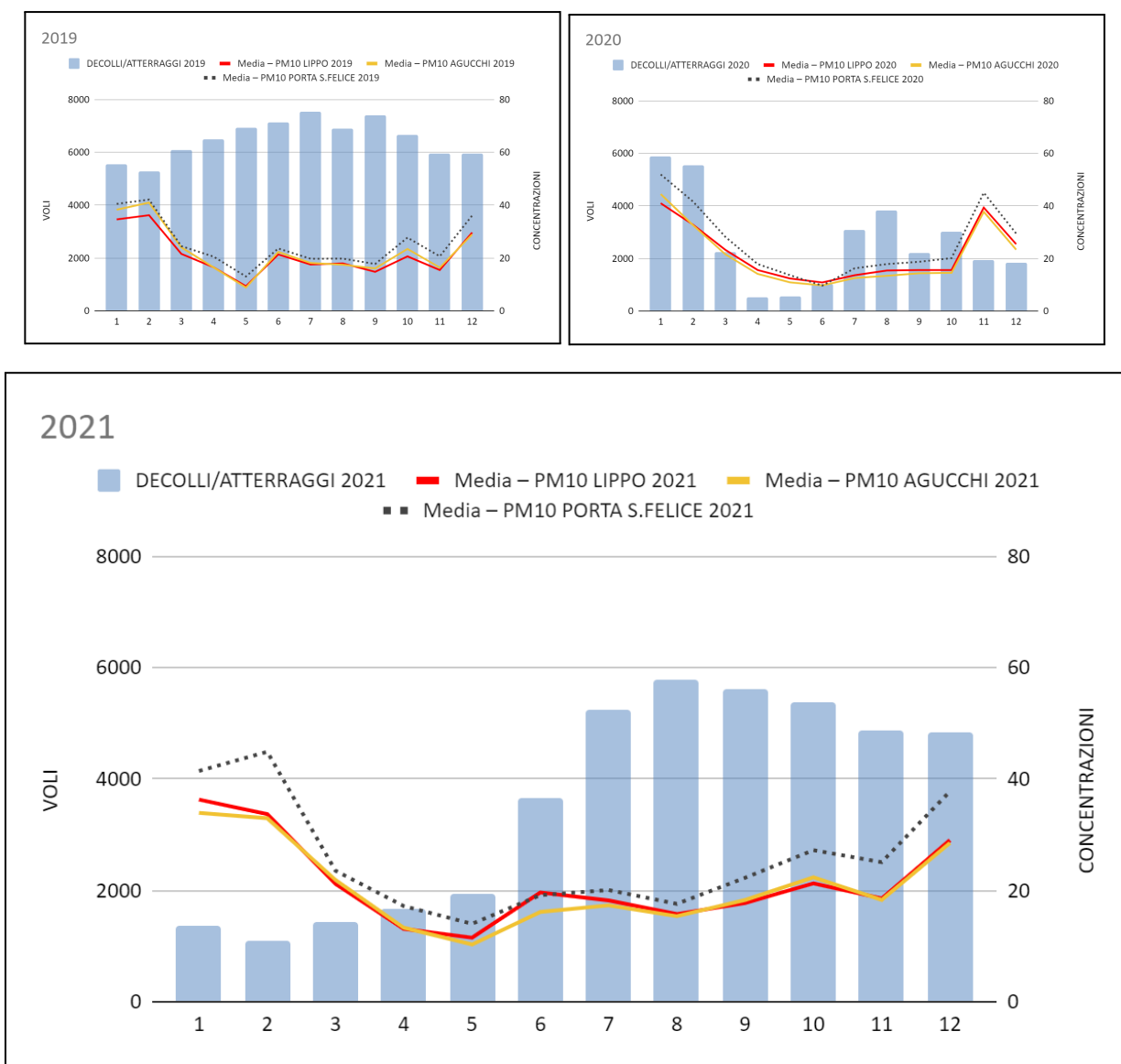


Figura 33 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni PM₁₀ mensili 2019-2020-2021

L'andamento del PM₁₀ su scala mensile delle stazioni dell'aeroporto segue in maniera quasi sovrapponibile quello di Porta San Felice, pur mantenendosi quest'ultima sempre leggermente superiore in termini di concentrazione. Confrontando le medie con l'anno precedente, i valori di concentrazione media mensile non sembrano risentire particolarmente delle misure di lockdown in termini di riduzione di traffico, quanto piuttosto di altri fattori, tra cui probabilmente quello meteorologico è preponderante, come si può evincere anche dal valore anomalo di novembre 2020 rispetto alla curva stagionale.

Il confronto con le concentrazioni di ozono è il tema di Figura 34:

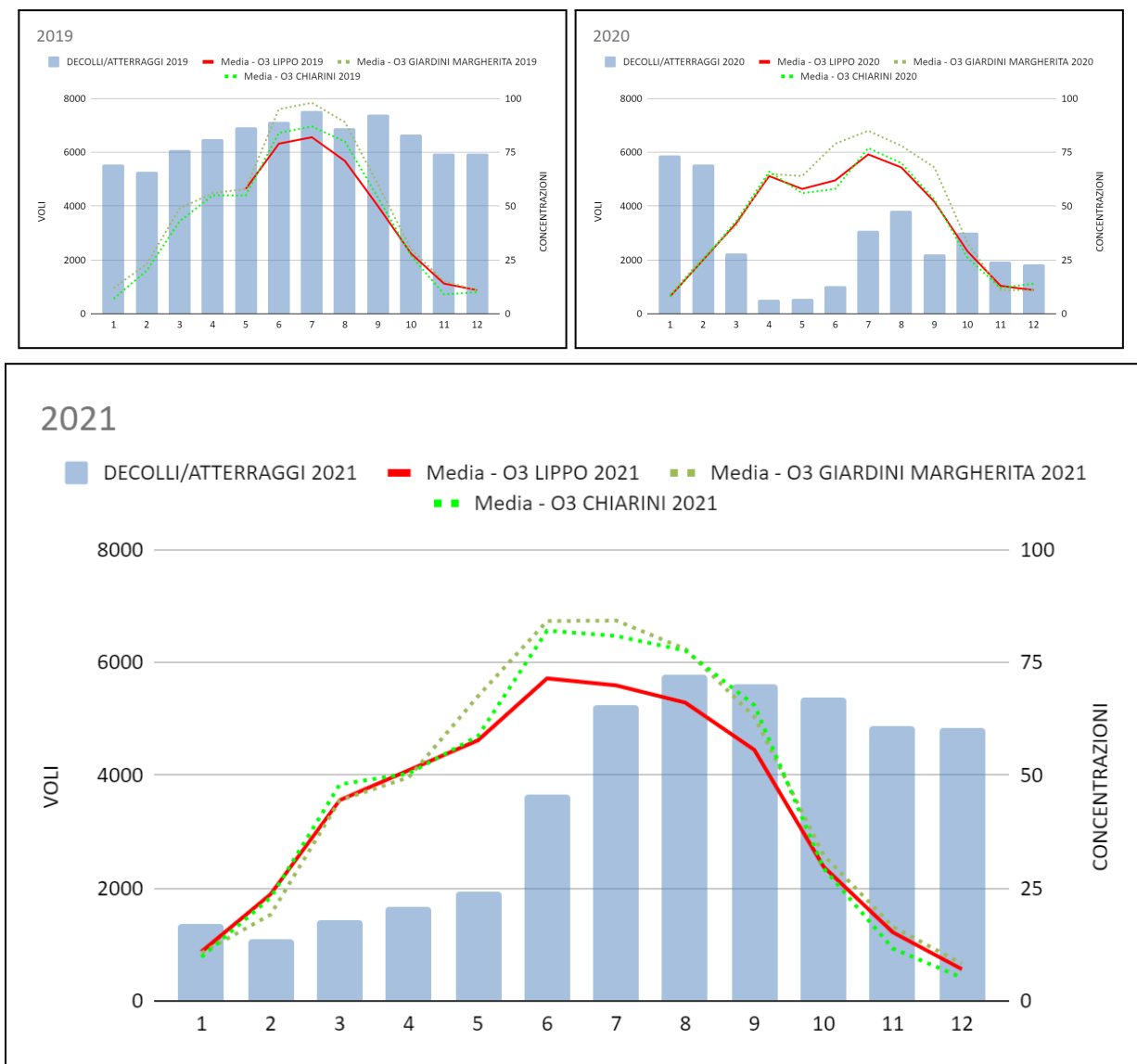


Figura 34 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni O₃ mensili 2019-2020-2021

La diminuzione delle concentrazioni specialmente nel periodo estivo risulta evidente nel confronto tra il 2019 e i due anni successivi. Risulta particolare la zona appiattita tra aprile e giugno che precede il massimo del 2020 rispetto gli altri anni. Occorre mettere in evidenza che, anche in questo caso, come nei precedenti, gli andamenti siano correlabili con quelli delle stazioni della rete in ambito urbano, in particolare della stazione di Chiarini. Nel 2021 l'andamento di Lippo nei mesi estivi è risultato più basso rispetto alle due stazioni di confronto di Chiarini e Giardini Margherita.

Infine viene proposto il confronto con l'andamento del benzene (Figura 35).



Figura 35 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni C₆H₆ mensili 2019-2020-2021

Oltre al tipico andamento stagionale di questo inquinante, si osserva come in tutti gli anni considerati le distribuzioni delle due stazioni dell'aeroporto siano molto concordi tra loro e sempre inferiori alla stazione di confronto di Porta San Felice, la quale a sua volta è ben lontana dal superare il limite normativo.

Valori dello stesso ordine di grandezza e andamento simile nel tempo evidenziano come non vi sia una correlazione apprezzabile con le variazioni di traffico aeroportuale.

EFFICIENZA DELLA STRUMENTAZIONE

In questo paragrafo verranno elencati i parametri più significativi dello stato di efficienza della dotazione strumentale delle stazioni dell'aeroporto. Nelle tabelle 20 e 21 sono indicati mensilmente e riepilogati per l'anno in esame i rendimenti degli strumenti intesi come rapporto percentuale tra i dati validi ottenuti e i dati attesi nei periodi indicati. La sensoristica meteo è stata raggruppata per brevità in un'unica voce.

I valori inferiori al 75%, che quindi pregiudicano l'utilizzo dei dati ai fini della reportistica statistica, hanno riguardato solo il campionatore benzene di Agucchi nel mese di luglio.

RENDIMENTO DELLA STRUMENTAZIONE MENSILE (DATI VALIDI/DATI ATTESI) - LIPPO													
Strumento	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2021
CAMP. PM10	97%	96%	100%	87%	100%	100%	97%	100%	97%	100%	100%	97%	98%
CAMP. PM2,5	97%	100%	97%	97%	100%	100%	97%	97%	97%	100%	100%	100%	98%
AN. NOX	95%	96%	96%	95%	96%	96%	95%	96%	96%	93%	89%	96%	95%
AN. C6H6	95%	96%	96%	93%	96%	96%	95%	96%	96%	96%	96%	96%	95%
AN. O3	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
SENSORI METEO	96%	97%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	94%	93%	98%

Tabella 20 – Rendimento della strumentazione: Lippo - anno 2021

RENDIMENTO DELLA STRUMENTAZIONE MENSILE (DATI VALIDI/DATI ATTESI) - AGUCCHI													
Strumento	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2021
CAMP. PM10	97%	100%	100%	93%	100%	97%	97%	100%	93%	100%	100%	100%	98%
CAMP. PM2,5	97%	100%	100%	97%	100%	100%	97%	100%	96%	100%	100%	97%	99%
AN. NOX	95%	96%	96%	95%	96%	96%	95%	96%	95%	96%	96%	96%	96%
AN. C6H6	95%	96%	96%	95%	96%	96%	58%	91%	95%	96%	96%	96%	92%
SENSORI METEO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 21 – Rendimento della strumentazione: Agucchi - anno 2021

La tabella 22 e i grafici di figura 35 e 36 rappresentano le segnalazioni di problemi riguardanti la strumentazione agli addetti alla manutenzione da parte dei tecnici di Arpa. Nei due grafici viene fatta la ripartizione percentuale per stazione e per tipologia di strumento interessato.

Durante tutto il 2021 non sono mai stati installati strumenti sostitutivi presso le due centraline in esame.

NUMERO DI APERTURE SEGNALAZIONI/TICKET													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2021
LIPPO	4	0	1	2	0	0	1	1	2	0	4	1	16
AGUCCHI	2	0	0	0	0	1	2	0	1	2	4	1	13

Tabella 22 – Numero di ticket manutenzione straordinaria - anno 2021

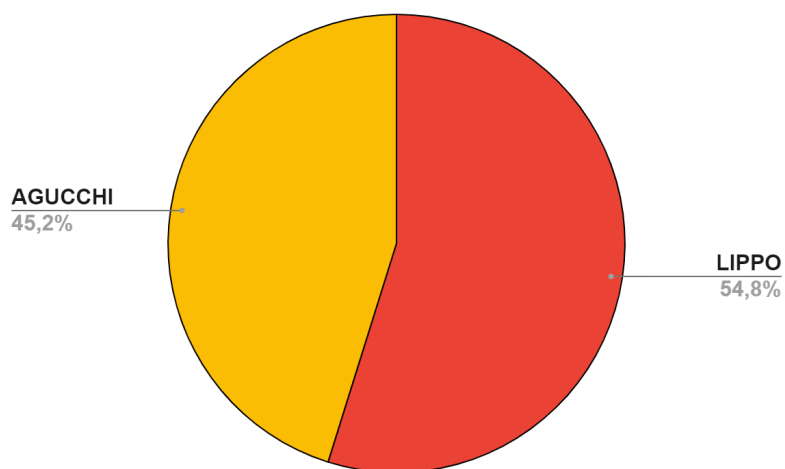


Figura 36- Ripartizione ticket manutenzione per stazione - anno 2021

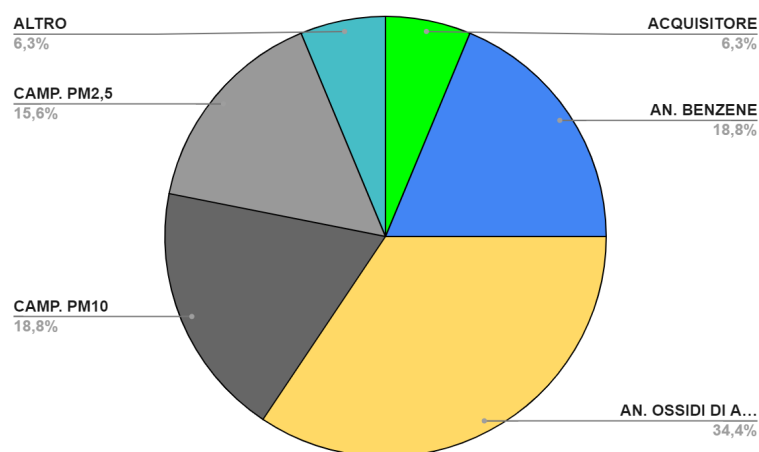


Figura 37 - Ripartizione ticket manutenzione per tipologia di strumento - anno 2021

SINTESI FINALE

Il 2021 e il 2020 descrivono anni particolari da un punto di vista delle abitudini comportamentali derivate dall'epidemia di coronavirus, che hanno avuto evidente impatto sui trasporti e in particolare sul traffico aereo. In questa relazione tecnica si vogliono trarre alcune considerazioni di carattere locale, a seguito del monitoraggio sulla qualità dell'aria effettuato presso le stazioni di Lippo e Agucchi in dotazione all'Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna nel corso dell'anno 2021 e del confronto dei dati ottenuti con quelli registrati dalle stazioni della Rete Regionale per la Qualità dell'Aria (RRQA). I parametri monitorati, previsti dalle prescrizioni e dalla normativa, sono inquinanti prodotti sia a breve che a larga scala da tutte le sorgenti urbane di inquinamento, quali in particolare il traffico veicolare e il riscaldamento, e tra queste ovviamente anche le attività aeroportuali;

Di seguito viene esposta una breve sintesi di quanto riscontrato.

Particolato PM₁₀

Le due centraline oggetto di studio sono confrontabili con quelle della RRQA sia come distribuzione dei dati sia come andamento delle medie mensili registrate nel 2021, sulle quali si riscontra l'influenza della stagionalità per il PM₁₀ con valori più alti nei mesi invernali.

Il massimo valore di concentrazione giornaliera nel corso dell'anno, pari a 102 µg/m³, è stato registrato presso la stazione di Lippo in gennaio. Il numero di superamenti del limite normativo giornaliero di 50 µg/m³ è stato di 17 per la stazione di Lippo e 15 per la stazione di Agucchi (inferiori all'anno precedente e ampiamente inferiore al limite normativo di 35 giorni). La media annuale è stata di 21 µg/m³ sia a Lippo che ad Agucchi (anche in questo caso inferiore al limite normativo di 40 µg/m³).

Presso la stazione da traffico di Porta San Felice a Bologna si è registrata nel 2021 una media un pò più elevata, pari a 26 µg/m³ ed un numero di superamenti del limite normativo giornaliero di 29.

Per quanto riguarda gli impatti correlabili al traffico aereo, facendo un raffronto con la situazione degli anni precedenti, non si registrano differenze rispetto a quanto riscontrato presso le altre stazioni della RRQA: questo inquinante sembra essere stato più influenzato da fluttuazioni meteorologiche che non dalle restrizioni alla mobilità introdotte con i provvedimenti nazionali in occasione della pandemia. Più in generale le concentrazioni medie mensili risultano seguire il tipico andamento stagionale piuttosto che apparire correlate alle variazioni del numero di atterraggi e decolli presso l'aeroporto Marconi.

Particolato PM_{2.5}

Anche per questo inquinante le medie mensili presentano un andamento stagionale analogo a quello del PM₁₀. I valori relativi al 2021 per le due stazioni sono in gran parte confrontabili sia tra loro che con quelli delle stazioni della RRQA considerate, collocate nell'area del Comune di Bologna: ciò dipende dall'origine prevalentemente secondaria di questo inquinante che lo rende ubiquitario su vasta scala.

Come per gli anni precedenti, sia per le stazioni dell'aeroporto che per quelle della RRQA le medie annuali risultano sensibilmente inferiori al corrispondente valore limite di 25 µg/m³.

L'analisi del rapporto percentuale tra le due frazioni del particolato conferma l'importanza del $PM_{2.5}$ in quanto significativa componente sul totale in massa del PM_{10} , in particolare nei mesi invernali, quando aumentano sia la componente secondaria sia la produzione di $PM_{2.5}$ da parte di fonti primarie.

Biossido di azoto NO_2

Analizzando il grafico delle medie mensili per l'anno 2021 si osserva per tutte le postazioni un caratteristico andamento stagionale, con valori di concentrazione per il biossido di azoto più elevati nei mesi invernali e più bassi nel periodo estivo.

Tuttavia per questo inquinante si è riscontrata complessivamente una diminuzione nel 2020, confermata nel 2021, rispetto al 2019 per le stazioni monitorate dell'aeroporto ma non per la stazione da traffico urbano di Porta San Felice, dove nel 2021 si è registrato il superamento del limite di concentrazione media annuale di $40 \mu g/m^3$

L'andamento delle concentrazioni mensili misurate a Lippo ed Agucchi non appare direttamente correlabile con il solo traffico aeroportuale e le distribuzioni delle concentrazioni si collocano per somiglianza tra le stazioni della RRQA di fondo suburbano e urbano (Chiarini e Giardini Margherita) e quella da traffico di Porta San Felice.

Per tutte le postazioni monitorate, il valore limite sulla media oraria di $200 \mu g/m^3$, da non superare per più di 18 ore nel corso di un anno, non è mai stato raggiunto da nessuna delle centraline considerate.

Conseguentemente, anche per il 2021 la soglia di allarme di $400 \mu g/m^3$ non è mai stata raggiunta da nessuna centralina, a conferma che gli episodi acuti legati a concentrazioni orarie elevate di NO_2 , non rappresentino più un elemento di criticità.

Benzene C_6H_6

Questo inquinante presenta anch'esso il tipico andamento annuale legato alla stagionalità. I valori di concentrazione medi annuali delle due postazioni differiscono poco tra loro e sono ampiamente sotto il limite normativo. Le medie mensili di entrambe le centraline risultano, inoltre, sempre inferiori ai valori registrati presso Porta San Felice a Bologna, dove anche in questo caso il limite normativo annuale viene ampiamente rispettato.

Ozono O_3

L'ozono è un inquinante secondario, che presenta un andamento stagionale tendenzialmente opposto rispetto al biossido di azoto, con concentrazioni significative e più elevate nel periodo più caldo dell'anno (tra aprile e settembre).

Per questo inquinante, nel 2021, rispetto al 2019 si conferma una apprezzabile e generalizzata diminuzione dei valori medi e soprattutto dei superamenti dei diversi limiti normativi.

La distribuzione dei dati registrati presso la stazione di Lippo (dove è installato l'analizzatore di O_3) è confrontabile con quanto ottenuto presso le stazioni di confronto della RRQA. In particolare, nel periodo estivo i valori medi registrati a Lippo sono risultati inferiori rispetto alle due postazioni di confronto della RRQA di Chiarini e Giardini Margherita

Durante il 2021 presso la stazione di Lippo, non si è registrato nessun superamento né della soglia di allarme, né della soglia di informazione.

Considerando la media dei tre anni dal 2019 al 2021, non si è avuto il superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana, registrando una media di 23 superamenti del valore di 120 µg/m³ calcolato come media massima giornaliera su 8 ore.

In conclusione, i dati del triennio 2019-2020-2021 ad oggi disponibili per le due stazioni dell'aeroporto non hanno evidenziato criticità rispetto alla situazione del restante contesto urbano e suburbano. Inoltre, allo stato attuale nel periodo di monitoraggio non si è rilevato un contributo particolare della sorgente aeroporto distinguibile dalle altre fonti di emissioni presenti sul territorio.

