

CITTA' DI
VENEZIA



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

LA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI VENEZIA

ANNO 2022

QUALITA' DELL'ARIA ANNO - 2022

Monitoraggio della qualità dell'aria

La rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria presente sul territorio del Comune di Venezia è attiva dal 1999, anno in cui le stazioni fisse di monitoraggio, prima di proprietà dell'Amministrazione Comunale e Provinciale, sono state trasferite ad ARPAV in adempimento a quanto previsto dalla L.R. 1.10.96 n. 32.

Le stazioni sono classificate in stazioni di fondo o background (F), stazioni di traffico o hot spot (T) e stazioni industriali (I), secondo i criteri per la realizzazione della Rete Europea di Rilevamento della Qualità dell'Aria (Criteria for Euroairnet, 1999).

La rete regionale, realizzata secondo i criteri dettati dal D.Lgs. 155/10, per il 2022 risulta composta in provincia di Venezia da sei stazioni di rilevamento fisse e da un laboratorio mobile.

Di questa rete, nel territorio del Comune di Venezia sono presenti cinque stazioni fisse; in aggiunta a tali stazioni della rete regionale:

- l'Amministrazione comunale ha finanziato per il nono anno consecutivo la gestione della stazione di traffico urbano di Marghera – via Beccaria;
- il 1° gennaio 2021 è stata attivata la stazione industriale suburbana di Venezia – Punta Fusina, prevista da una specifica Convenzione tra ARPAV e l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale (Figura 1).

Il laboratorio mobile viene utilizzato per compiere monitoraggi temporanei su aree del territorio non servite dalle centraline o per indagare problematiche particolari anche su indicazione della popolazione.

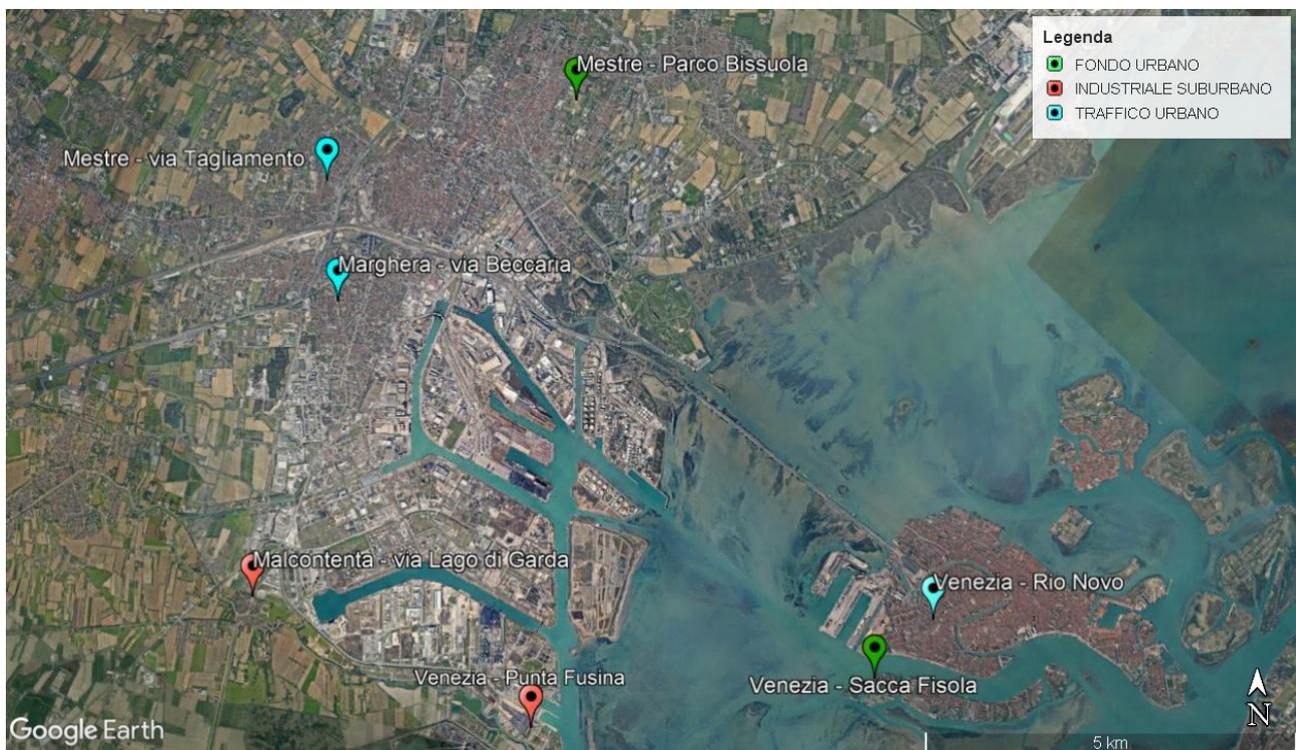


Figura 1. Mappa del territorio comunale veneziano con la dislocazione delle stazioni fisse di monitoraggio al 31.12.2022

Stazione	Tipo	INQUINANTI											
		SO2	NOX	CO	O3	BTEX a	PM2.5 m	PM2.5 a	PM10 m	PM10 a	IPA	Metalli	
Parco Bissuola - Mestre	FU	○	○		○	○	○				○	○	○
Sacca Fisola - Venezia	FU	○	○		○						○		○
Via Tagliamento - Mestre	TU		○	○							○		
Via Beccaria - Marghera	TU		○	○	○						○		
Via Lago di Garda - Malcontenta	IS	○	○					○			○	○	○
Rio Novo - Venezia	TU		○	○	○		○				○		
Punta Fusina - Venezia	IS	○	○					○			○	○	○

Legenda:

a = metodo automatico

m = metodo manuale

Tabella 1. Dotazione strumentale della rete ARPAV in Comune di Venezia – anno 2022

Il D.Lgs. 155/10 sancisce la possibilità di ridurre la frequenza di campionamento dal 50% al 14% o di dismettere alcuni analizzatori in punti di campionamento in cui un certo parametro non ha superato la soglia di valutazione inferiore per almeno 3 su 5 anni di campionamento, riducendo quindi monitoraggi ridondanti. Pertanto nel 2015 è stata ridotta la frequenza di campionamento dei metalli a Malcontenta ed è stato dismesso in alcune stazioni il monitoraggio di monossido di carbonio e di biossido di zolfo.

La valutazione dei dati delle stazioni fisse di monitoraggio e il loro andamento negli ultimi anni forniscono un'indicazione dello stato della qualità dell'aria, simbolicamente e sinteticamente rappresentato nella Tabella 2.

Parametro	Anni considerati	Trend	Criticità 2021
Biossido di zolfo (SO ₂)	2003-2022		
Monossido di carbonio (CO)	2003-2022		
Biossido di azoto (NO ₂)	2003-2022		
Ozono (O ₃)	2003-2022		
Benzene (C ₆ H ₆)	2003-2022		
Benzo(a)pirene	2003-2022		
Particolato atmosferico (PM10 e PM2.5)	2003-2022		
Metalli pesanti (Pb, As, Cd, Ni)	2003-2022		

Legenda

Tendenza nel tempo		Criticità	
In miglioramento		Criticità assente, situazione positiva	
Stabile o oscillante		Criticità moderata o situazione incerta	
In peggioramento		Criticità elevata	

Tabella 2. Trend e criticità al 2022 degli inquinanti monitorati

Per ogni inquinante considerato viene fornita di seguito anche un'analisi più dettagliata di confronto con i valori limite imposti dalla normativa (Tabella 3) ed in particolare dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Qualità dell'aria ambiente - Attuazione della Direttiva 2008/50/CE", in vigore dal 1 ottobre 2010, che ha abrogato i decreti precedenti e ha istituito un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO ₂	Soglia di allarme*	Media 1 h	500 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
	Limite di 24 h per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³
NO ₂	Soglia di allarme*	Media 1 h	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
NO _x	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
PM10	Limite di 24 h per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM2.5	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³
CO	Limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m ³
B(a)p	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m ³
C ₆ H ₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m ³
O ₃	Soglia di informazione	Media 1 h	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	Media 1 h	240 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	120 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio**	6000 µg/m ³ h
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio**	18000 µg/m ³ h da calcolare come media su 5 anni
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6.0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5.0 ng/m ³
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20.0 ng/m ³

* Il superamento della soglia deve essere misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

** Per AOT40 (espresso in µg/m³ h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale.

Tabella 3. Valori limite per la protezione della salute umana, degli ecosistemi, della vegetazione e valori obiettivo secondo la normativa vigente (D.Lgs. 155/2010 s.m.i.)

INQUINANTE

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
<p>Gli ossidi di zolfo sono costituiti essenzialmente da biossido di zolfo (SO₂) e in minima parte da anidride solforica (SO₃).</p> <p>Il biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dal caratteristico odore pungente.</p> <p>Il biossido di zolfo è indicato come tossico: è fortemente irritante per gli occhi e per il tratto respiratorio. Per inalazione può causare edema polmonare ed una prolungata esposizione può portare alla morte.</p> <p>Gli ossidi di zolfo contribuiscono alla formazione di particolato secondario.</p>	<p>Gli ossidi di zolfo rappresentano i tipici inquinanti delle aree urbane e industriali, dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo, soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria. Le situazioni più critiche sono spesso riscontrate nei periodi invernali, ove alle normali fonti di combustione si aggiunge il contributo del riscaldamento domestico.</p> <p>Il biossido di zolfo si forma prevalentemente durante i processi di combustione di combustibili solidi e liquidi per la presenza di zolfo sia come impurezza che come costituente nella formulazione molecolare del combustibile stesso.</p> <p>A livello regionale le fonti di emissione principale sono la combustione nell'industria, la produzione di energia e trasformazione combustibili, la combustione non industriale, i processi produttivi.</p> <p>Nell'arco della giornata le concentrazioni di SO₂ raggiungono generalmente il massimo nelle ore centrali.</p>
Indicatori	
<ol style="list-style-type: none"> 1. soglia di allarme di 500 µg/m³ (D.Lgs. 155/10); 2. numero di superamenti del valore limite orario di 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte all'anno (D.Lgs. 155/10); 3. numero di superamenti del valore limite giornaliero di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte all'anno (D.Lgs. 155/10). 	
Sintesi dei dati	
<p>Dall'anno 2003 all'anno 2022 le concentrazioni di biossido di zolfo misurate in Comune di Venezia hanno sempre rispettato la soglia di allarme ed i valori limite orario e giornaliero, ad eccezione di 2 ore di superamento del valore limite orario di 350 µg/m³ (da non superare più di 24 volte all'anno) rilevate in via Bottenigo a Marghera nel 2005.</p> <p>La tendenza della serie storica è verso la stabilizzazione dei valori medi ambientali su concentrazioni inferiori a 10 µg/m³, confermando il fatto che il biossido di zolfo non costituisce un inquinante primario critico.</p> <p>La sostituzione dei combustibili, quali gasolio o olio, con gas metano, unitamente alla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili, hanno contribuito a ridurre le emissioni di questo gas a valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.</p>	

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
<p>Gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore, incolore e insapore, viene prodotto dalla combustione incompleta dei combustibili organici (carbone, olio, legno, carburanti).</p> <p>Il monossido di carbonio è indicato come molto tossico, perché legandosi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina del sangue forma un complesso molto più stabile di quello formato dall'ossigeno. L'intossicazione da monossido di carbonio conduce ad uno stato di incoscienza (il cervello riceve via via meno ossigeno) e quindi alla morte per asfissia.</p>	<p>A livello regionale le fonti antropiche sono costituite principalmente dalla combustione non industriale, seguono i trasporti su strada.</p> <p>La concentrazione in aria ambiente nell'arco della giornata è collegata principalmente ai flussi di traffico presenti.</p>
Indicatori	
<p>1. limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m³ come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore (D.Lgs. 155/10).</p>	
Sintesi dei dati	
<p>Dall'anno 2003 all'anno 2022 le concentrazioni di monossido di carbonio misurate in Comune di Venezia hanno sempre rispettato il valore limite di 10 mg/m³.</p> <p>La tendenza della serie storica per l'area urbana di Venezia è verso la stabilizzazione dei valori monitorati su concentrazioni medie inferiori a 1 mg/m³. Ad oggi il monossido di carbonio rappresenta un inquinante che non desta preoccupazione.</p>	

BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂)	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
<p>E' un gas di colore rosso-bruno e, se presente ad alte concentrazioni, a temperatura ambiente è caratterizzato da un odore pungente e soffocante. Il biossido di azoto è indicato come molto tossico: è un forte irritante delle vie polmonari; già a moderate concentrazioni in aria provoca tosse acuta, dolori al torace, convulsioni e insufficienza circolatoria. Può inoltre provocare danni irreversibili ai polmoni che possono manifestarsi anche molti mesi dopo l'attacco. È un forte agente ossidante e contribuisce alla formazione di particolato secondario e di ozono.</p>	<p>Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, comprendono principalmente i trasporti su strada, il comparto industriale, altri trasporti (es porto, aeroporto) e la combustione residenziale. La concentrazione in aria ambiente nell'arco della giornata dipende da diversi parametri: flussi di traffico presenti, caratteristiche di dispersione dell'atmosfera e reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera.</p>
Indicatori	
<ol style="list-style-type: none"> 1. numero di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte all'anno, valido dal 2010 (D.Lgs. 155/10); 2. limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³, valido dal 2010 (D.Lgs. 155/10). 	

Sintesi dei dati

Con riferimento al primo indicatore, la serie storica riportata in Figura 2 evidenzia alcuni superamenti del **valore limite di 200 µg/m³**, valido dal 2010 e prima con un margine di tolleranza; si è trattato tuttavia solo di eventi sporadici e comunque sempre in numero inferiore o uguale al limite massimo consentito dal D.Lgs. 155/10. Nel 2009 e nel 2010 non sono stati registrati superamenti. Nel 2011 sono state misurate due ore di superamento presso la stazione di via Tagliamento. Dal 2012 al 2018 sono state misurate alcune ore di superamento presso la stazione di via Beccaria a Marghera (nel 2016 sono state registrate diciotto ore di superamento del valore limite orario di 200 µg/m³, che corrispondono al numero massimo di ore di superamento consentite per anno). Nel 2018 e nel 2019 sono state registrate rispettivamente 4 e 6 ore di superamento presso la stazione di Rio Novo a Venezia, attiva da settembre 2017. Dal 2020 al 2022 non sono stati registrati superamenti, situazione che non si verificava dal 2010.

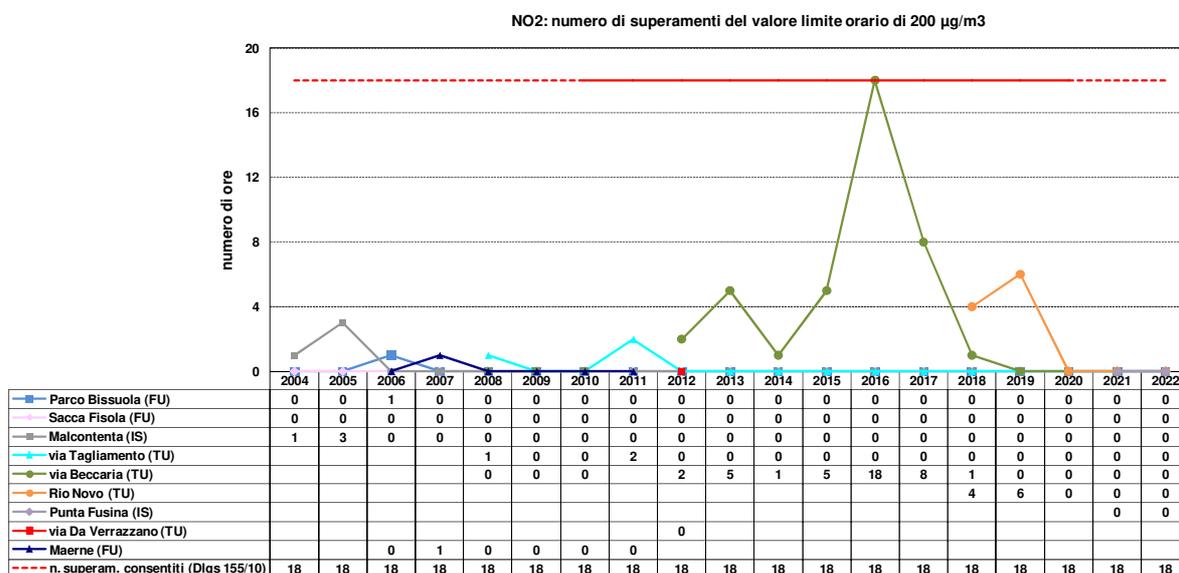


Figura 2. Numero di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ per NO₂ nelle stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia. Dal 2004 al 2010 il numero di superamenti consentiti (18) è stato indicato con una linea tratteggiata poiché il valore limite orario, entrato in vigore dal 2010, era aumentato di un margine di tolleranza (D.Lgs. 155/10)

Dal confronto, invece, delle **concentrazioni medie annuali di NO₂**, registrate dal 2004 al 2022, si notano in Figura 3 alcuni valori superiori al limite annuale di 40 µg/m³ (aumentato del margine di tolleranza) presso le stazioni di traffico. Il superamento del limite annuale, aumentato del margine di tolleranza, è stato costantemente registrato presso la stazione di traffico urbano di via Tagliamento dal 2008 al 2012. Dal 2013 al 2015 tale limite è stato superato solo in via Beccaria a Marghera mentre nel 2016 e nel 2017 si è verificato nuovamente anche in via Tagliamento. Nel 2018 entrambe queste stazioni di traffico hanno misurato valori medi inferiori al valore limite annuale; al contrario la stazione di traffico acqueo di Rio Novo a Venezia (attiva dal 1° settembre 2017) ha fatto registrare una concentrazione media di 51 µg/m³, superiore al valore limite di 40 µg/m³. La stessa situazione si è verificata nel 2019. Le medie annuali dal 2020 al 2022 sono ovunque inferiori al valore limite annuale.

Analizzando il trend delle medie annuali, nel 2014 si erano registrate medie annuali piuttosto basse rispetto agli anni precedenti; in controtendenza le medie annuali di NO₂ del 2015, ovunque superiori di 5 - 8 µg/m³ rispetto a quelle del 2014. Nel 2016 è stato rilevato un nuovo decremento delle concentrazioni medie presso quasi tutte le stazioni monitorate. Nel 2017 le concentrazioni medie di NO₂ sono rimaste

complessivamente piuttosto stazionarie rispetto all'anno precedente. Nel 2018 il decremento delle concentrazioni medie è stato marcato (fino a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Sacca Fisola e via Tagliamento e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in via Beccaria) e generalizzato; l'unica stazione di misura con una concentrazione media annuale superiore al valore limite è stata Venezia, Rio Novo. Nel 2019 la situazione è rimasta sostanzialmente stazionaria con un incremento di 1 o $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso tutte le stazioni di misura, tranne via Beccaria e Rio Novo. Nel 2020 il decremento delle concentrazioni è stato piuttosto marcato (fino a $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di Rio Novo a Venezia) e generalizzato, portando tutte le medie ai valori minimi registrati negli ultimi diciassette anni. Nel 2021 la situazione resta sostanzialmente stazionaria rispetto all'anno precedente, con variazioni massime di $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel 2022, fatta eccezione per la stazione di Venezia Rio Novo, dove la media annuale aumenta di $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto all'anno precedente, le concentrazioni sono state generalmente confrontabili con il 2020 ed il 2021.

In tutte le stazioni i valori minimi della serie storica sono raggiunti nel triennio 2020-2022.

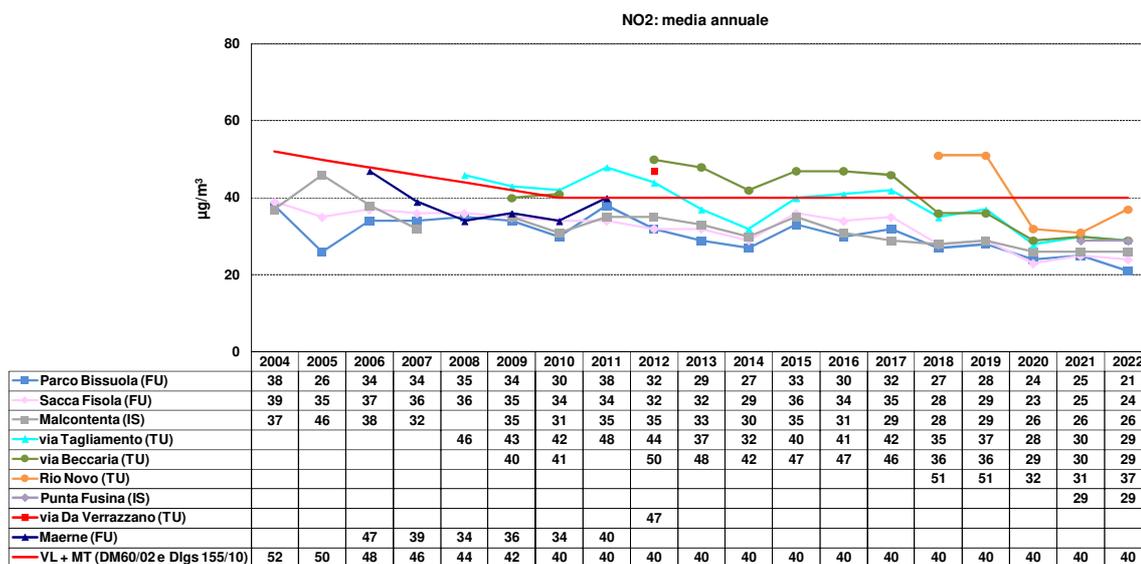


Figura 3. Confronto tra le concentrazioni medie annuali di NO₂, in riferimento al valore limite di protezione della salute di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aumentato del margine di tolleranza (VL+MT)

OZONO (O₃)	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
<p>E' un gas bluastrò dall'odore leggermente pungente, fortemente irritante per le mucose. L'ozono è un energico ossidante e per gli esseri viventi è un gas altamente velenoso.</p>	<p>E' un tipico inquinante secondario, che non viene direttamente prodotto dalle attività antropiche; si forma nell'atmosfera a seguito delle reazioni fotochimiche che interessano alcuni inquinanti precursori, prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O₃ tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali, con il diminuire della radiazione solare.</p>
Indicatori	
<ol style="list-style-type: none"> 1. numero di giorni di superamento della soglia di informazione oraria di 180 µg/m³ (D.Lgs. 155/10); 2. numero di giorni di superamento della soglia di allarme oraria di 240 µg/m³ (D.Lgs. 155/10); 3. numero di giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana di 120 µg/m³, come massimo giornaliero delle medie mobili su 8 ore, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni (D.Lgs. 155/10). 	
Sintesi dei dati	
<p>Con riferimento al primo indicatore, in Figura 4 si riporta l'andamento dei giorni di superamento della soglia di informazione per gli anni compresi tra il 2004 ed il 2022, per 5 stazioni di monitoraggio. Presso la stazione di via Beccaria a Marghera il monitoraggio dell'ozono è stato attivato nel 2016 e, come già detto, la stazione di Rio Novo è attiva dal 1° settembre 2017. La stazione di Maerne, pur non appartenendo dal punto di vista amministrativo alla rete comunale veneziana, storicamente rappresentava la stazione di riferimento del Comune di Venezia nella valutazione dell'andamento di questo inquinante.</p> <p>Dal 2004 al 2022 si conferma un andamento variabile, dovuto principalmente all'effetto indotto dalle stagioni estive più o meno calde e ventose.</p> <p>Nei mesi estivi (giugno, luglio e agosto 2022), il rimescolamento termoconvettivo, che raggiunge i suoi valori massimi proprio in questa stagione, e il verificarsi di alcuni episodi di instabilità, soprattutto in giugno ed agosto, hanno mantenuto su livelli bassi le concentrazioni di ozono. La prevalenza di condizioni anticicloniche e le temperature elevate, soprattutto in luglio, hanno invece portato in molte giornate fattori meteo-climatici tali da incentivare la formazione di ozono.</p> <p>Complessivamente in Comune di Venezia nel 2022 sono stati registrati i seguenti superamenti della soglia di informazione: tre giornate a Parco Bissuola (il 29 luglio alle 13:00, con concentrazione pari a 196 µg/m³, il 4 agosto alle 13:00, con concentrazione pari a 182 µg/m³ e il 5 agosto alle 12:00, con concentrazione pari a 198 µg/m³); due giornate a Sacca Fisola (il 3 luglio alle ore 18:00, con concentrazione pari a 188 µg/m³ e il 4 agosto dalle 12:00 alle 14:00, con concentrazione massima pari a 218 µg/m³); una giornata a Rio Novo (il 4 agosto dalle 12:00 alle 13:00, con concentrazione massima pari a 185 µg/m³).</p> <p>La soglia di allarme oraria, secondo indicatore individuato, è stata superata nel mese di luglio del 2006 a Sacca Fisola (2 giorni) e nel mese di luglio del 2007 in via Bottenigo (1 giorno) e a Maerne (1 giorno). Tale soglia non è più stata superata negli anni successivi fino al 2015, anno in cui si è registrata un'ora di superamento presso la stazione di Parco Bissuola il giorno 21 luglio alle ore 17:00 (296 µg/m³). Dal 2016 al</p>	

2022 non si sono verificati superamenti della soglia di allarme.

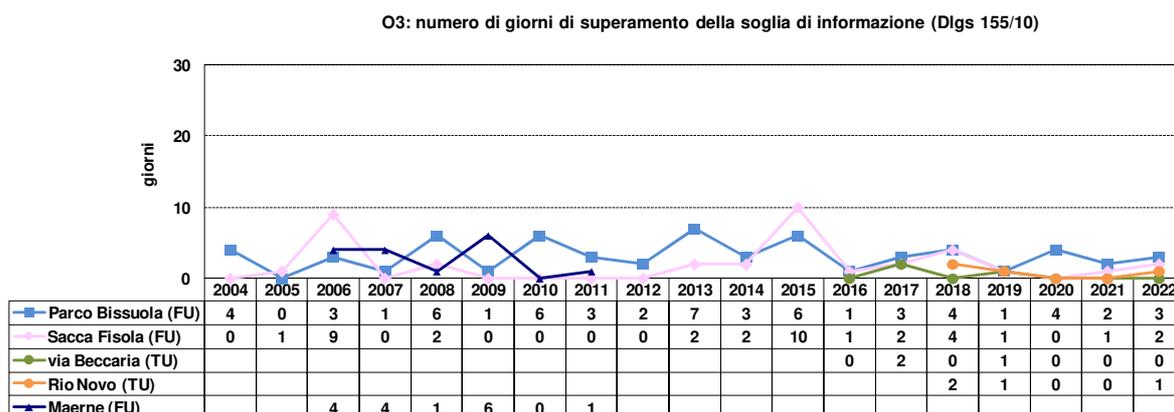


Figura 4. Numero di giorni di superamento della soglia di informazione per l'O₃ di 180 µg/m³ nelle stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia

Con riferimento al **valore obiettivo per la protezione della salute umana** di 120 µg/m³ (Figura 5), dal 2020 al 2022 è stato superato più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni sia presso la stazione di Parco Bissuola che presso la stazione di Sacca Fisola (media nel triennio, rispettivamente, pari a 48 e 38 superamenti). Queste due stazioni dal 2014 al 2019 hanno presentato un trend molto simile.

Nel 2020 tutte le stazioni registrano un aumento dei giorni di superamento, tranne Sacca Fisola.

Nel 2021 continua l'aumento in tutte le stazioni, ad eccezione di Rio Novo.

Nel 2022 i giorni di superamento diminuiscono in tutte le stazioni, ad eccezione di Parco Bissuola.

I frequenti superamenti del valore obiettivo di 120 µg/m³ pongono l'ozono tra gli inquinanti critici. E' necessario quindi agire riducendo le fonti emittive dei suoi precursori.

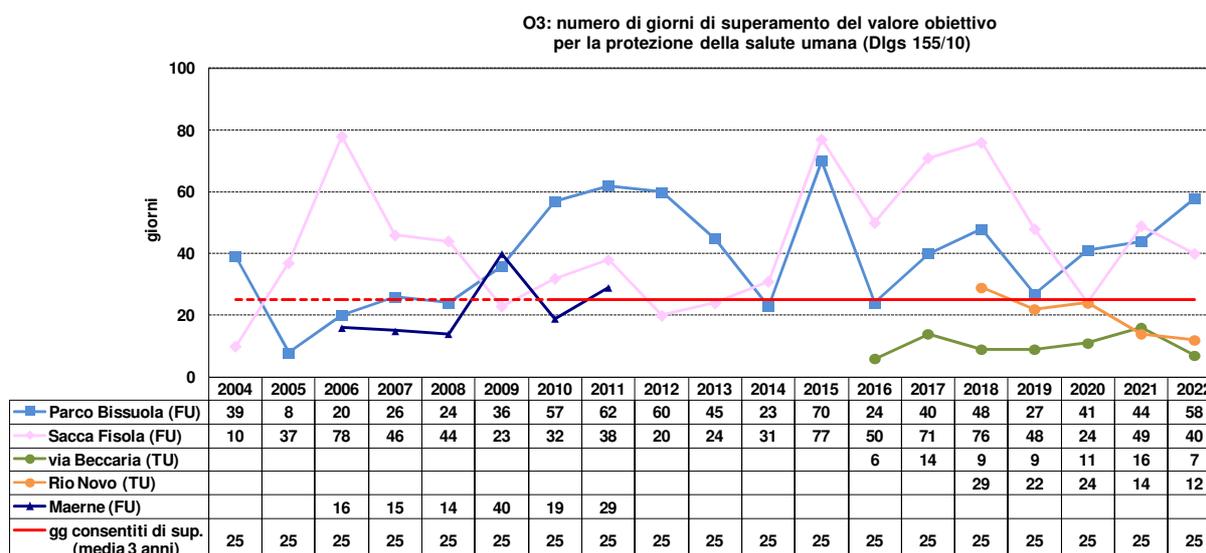


Figura 5. Numero di giorni di superamento del valore obiettivo per l'O₃ di 120 µg/m³, da non superare più di 25 giorni all'anno come media su tre anni, valido a partire dal 1° gennaio 2010 e da valutare nel 2022 con riferimento al triennio 2020 – 2022

BENZENE (C₆H₆)	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
<p>E' un idrocarburo aromatico liquido, incolore e dotato di un odore caratteristico.</p> <p>L'inalazione di un tasso molto elevato di benzene può portare al decesso. Dei tassi più bassi possono generare sonnolenza, vertigini, tachicardia, mal di testa, tremori, stato confusionale o perdita di coscienza.</p> <p>Il benzene, oltre a essere una sostanza tossica, è anche stato classificato dall'IARC come agente cancerogeno del gruppo 1.</p>	<p>Il benzene è un tipico costituente delle benzine. Gli autoveicoli rappresentano quindi la principale fonte di emissione; in particolare, circa l'85% è immesso nell'aria con i gas di scarico, mentre il restante 15% per evaporazione del combustibile dal serbatoio e dal motore e durante le operazioni di rifornimento.</p> <p>La concentrazione in aria ambiente nell'arco della giornata è collegata principalmente ai flussi di traffico presenti.</p>

Indicatori

1. limite annuale per la protezione della salute umana di 5.0 µg/m³ (D.Lgs. 155/10).

Sintesi dei dati

Si riporta in Figura 6 l'andamento delle medie annuali della concentrazione di benzene registrate dal 2003 al 2022, in riferimento al valore limite annuale di 5 µg/m³ aumentato del margine di tolleranza. In conseguenza del fatto che la stazione di traffico urbano di via Circonvallazione, attiva dal 1985, è stata dismessa a giugno 2009, la media del 2009 non è statisticamente rappresentativa dell'intero anno e perciò non è stata riportata in figura. Nel 2010 il monitoraggio è stato eseguito presso un'altra stazione di traffico urbano, cioè la stazione di via F.lli Bandiera, mentre nel 2011 presso la stazione di via Tagliamento. Dal 2012 è stato mantenuto il monitoraggio del benzene solo presso la stazione di Parco Bissuola, in adeguamento al D.Lgs. 155/10.

Dal grafico si evince una lieve diminuzione della concentrazione presso le stazioni di riferimento di traffico urbano dal 2003 al 2011 e la stabilizzazione dei valori medi ambientali su concentrazioni inferiori a 2 µg/m³ presso la stazione di fondo urbano dal 2003 al 2022. Si tratta di valori medi sempre inferiori al valore limite annuale di 5 µg/m³ previsto dal D.Lgs. 155/10 e valido dal 2010.

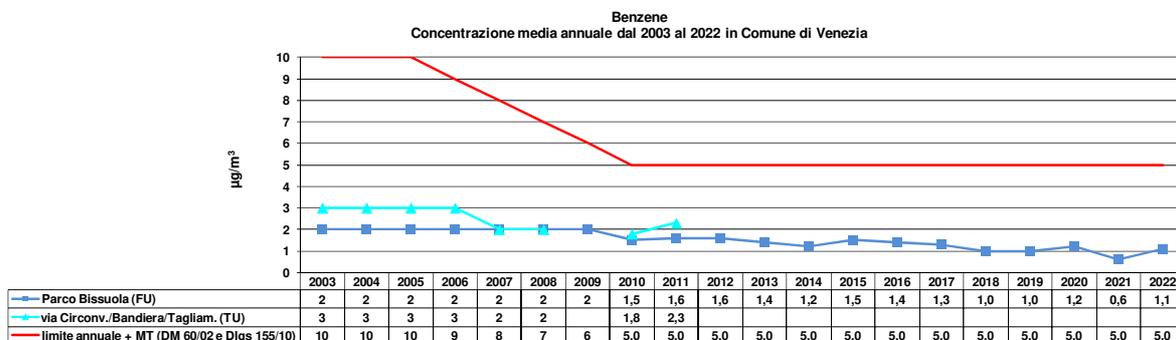


Figura 6. Confronto tra le concentrazioni medie annuali per il benzene, in riferimento al valore limite annuale di 5 µg/m³ aumentato del margine di tolleranza

Benzo(a)pirene	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
Il benzo(a)pirene è un composto organico costituito da 5 anelli aromatici condensati, appartiene alla famiglia degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) ed è utilizzato come indicatore del potere cancerogeno degli IPA totali.	Gli IPA derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche. A livello regionale le fonti antropiche derivano principalmente dal comparto combustione non industriale (in particolare impianti residenziali a legna). Il benzo(a)pirene, determinato nella frazione PM10, mostra una forte variabilità stagionale, si rilevano concentrazioni maggiori nei mesi invernali.
Indicatori	
1. valore obiettivo di 1.0 ng/m ³ come media annuale (D.Lgs. 155/10).	
Sintesi dei dati	
<p>Si riporta il confronto tra le medie annuali della concentrazione di benzo(a)pirene registrate dal 2003 al 2022, in riferimento al valore obiettivo di 1.0 ng/m³. La media annuale 2009 della stazione di traffico urbano si riferisce alle concentrazioni di benzo(a)pirene determinate presso la stazione di via Circonvallazione (dismessa a giugno del 2009) e di via Tagliamento (Traffico Urbano); nel 2010 la stazione utilizzata è stata via F.lli Bandiera (Traffico Urbano) e nel 2011 la stazione utilizzata è stata via Tagliamento. Dal 2012 è stato interrotto il monitoraggio di benzo(a)pirene in via Tagliamento, in adeguamento al D.Lgs. 155/10, mentre è stato attivato il monitoraggio a Malcontenta.</p> <p>Dal grafico si evince il graduale ma significativo trend di diminuzione della concentrazione dal 2004 al 2010, che ha portato allo stabilizzarsi delle medie annuali su valori prossimi al valore obiettivo di 1.0 ng/m³ previsto dal D.Lgs. 155/10. Nel 2011 la media annuale delle concentrazioni rilevate presso la stazione di traffico urbano di via Tagliamento è aumentata a 1.8 ng/m³ e nel 2012 la concentrazione media annuale di benzo(a)pirene è risultata superiore al valore obiettivo di 1.0 ng/m³ in entrambe le stazioni rimaste di riferimento per detto inquinante. Dal 2012 al 2014 si è verificato un decremento delle concentrazioni medie annuali; nel 2015 le concentrazioni hanno mostrato un andamento in controtendenza rispetto al biennio precedente, facendo registrare un sensibile incremento; nel 2016 si assiste a una lieve diminuzione di entrambe le concentrazioni medie, proseguita nel 2017 fino a valori comunque superiori al valore obiettivo, confermando la criticità per questo inquinante. Nel 2018 si registra un significativo decremento in entrambe le stazioni, con concentrazioni medie inferiori al valore obiettivo e minimi della serie storica precedente. Nel 2019 si rileva un nuovo incremento in entrambe le stazioni, confermato nel 2020 presso la stazione di Malcontenta. Nel 2021, anno di attivazione delle stazione di Punta Fusina, si registra un decremento presso entrambe le stazioni storiche di Parco Bissuola e Malcontenta; le concentrazioni medie risultano, in tutte le stazioni considerate, pari o inferiori al valore obiettivo annuale e a Punta Fusina si registra il valore minimo mai misurato (pari a 0.5 ng/m³).</p> <p>Nel 2022 le concentrazioni aumentano leggermente in entrambe le stazioni storiche e la stazione di Malcontenta presenta nuovamente un valore medio annuo superiore al valore obiettivo. La stazione di Punta Fusina registra un valore medio annuo uguale a quello del 2021, pari al valore minimo mai misurato.</p>	

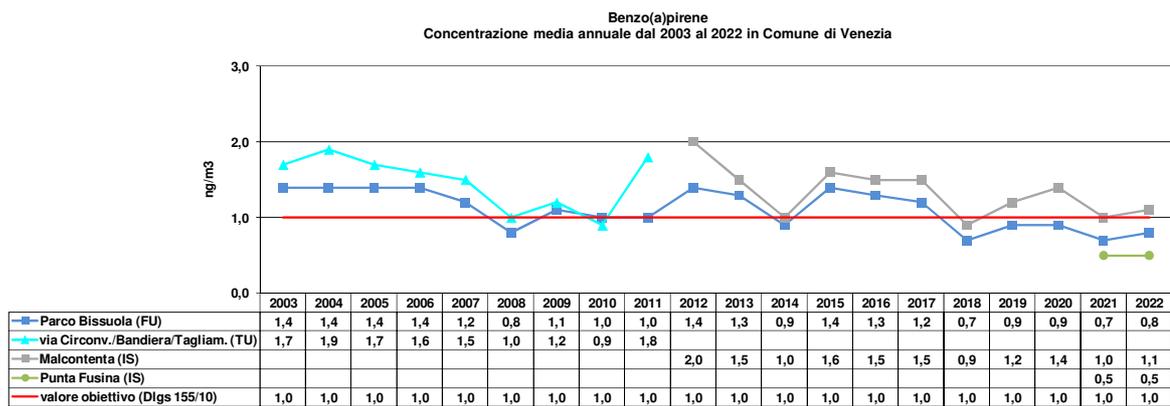


Figura 7. Confronto tra le concentrazioni medie annuali per il benzo(a)pirene, in riferimento al valore obiettivo di 1.0 ng/m³

PARTICOLATO ATMOSFERICO PM10 e PM2.5	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
<p>Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze. Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. La dimensione media delle particelle determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. Con i simboli PM10 e PM2.5 si intende il particolato con diametro rispettivamente inferiore a 10 µm e a 2.5 µm. Le polveri di dimensioni inferiori a 10 µm hanno un tempo medio di vita che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e possono essere veicolate dalle correnti atmosferiche anche per lunghe distanze.</p>	<p>Le polveri (inalabili e fini) si distinguono in primarie e secondarie sulla base della loro origine: emesse come tali dalla fonte o formate successivamente all'emissione di altri inquinanti atmosferici. Fanno parte del particolato primario le particelle carboniose derivate dai processi di combustione e dalle emissioni dei motori (prevalentemente diesel); fanno parte del particolato secondario le particelle originate durante i processi fotochimici che portano alla formazione di ozono e di particelle di solfati e nitrati (soprattutto di ammonio), derivanti dall'ossidazione di SO₂ e NO₂ rilasciati in vari processi di combustione. Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente emissioni residenziali, trasporti su strada, agricoltura e zootecnia.</p> <p>Il particolato mostra una forte variabilità stagionale, si rilevano concentrazioni maggiori nei mesi invernali, caratterizzati da frequenti condizioni atmosferiche di scarsa dispersione degli inquinanti e, per alcune sorgenti, da maggiori emissioni.</p>
Indicatori	
<p><u>Polveri inalabili PM10:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno (D.Lgs. 155/10); 2. media annuale di 40 µg/m³ (D.Lgs. 155/10). <p><u>Polveri fini PM2.5:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. media annuale di 25 µg/m³ (D.Lgs. 155/10). 	
Sintesi dei dati	
<p>La serie storica dei dati di PM10 riportata in Figura 8 e Figura 9 si riferisce alle stazioni di Parco Bissuola, Sacca Fisola, Malcontenta, via Tagliamento (che dal 2009 ha sostituito via Circonvallazione), via Beccaria a Marghera, Rio Novo, Punta Fusina (solo dal 2021) e via Da Verrazzano (solo 2012).</p> <p>Il confronto del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ per il PM10 (Figura 8) evidenzia un peggioramento negli anni 2005 e 2006, seguito da un tendenziale miglioramento fino al 2010 e un successivo generalizzato peggioramento nel 2011. Dal 2011 al 2014 si assiste ad un progressivo e sensibile miglioramento in tutte le stazioni di monitoraggio, ad eccezione di Malcontenta. Anche per questo inquinante, nel 2015 il numero di giorni di superamento ha mostrato un andamento in controtendenza rispetto al triennio precedente, facendo registrare un incremento (fino ad un massimo di 93 giorni presso la stazione industriale di Malcontenta). Nel 2016 si osserva una generalizzata riduzione del numero di giorni di superamento, seguita nel 2017 da un incremento fino a valori simili a quelli dell'anno 2015. Nel 2018 si registra un significativo e generalizzato miglioramento in tutte le stazioni di misura, che</p>	

porta il numero di giorni di superamento al minimo storico dal 2003 in tutte le stazioni, tranne via Tagliamento (minimo nel 2014); tuttavia anche nel 2018 il numero massimo di giorni di superamento consentiti, pari a 35 all'anno, è superato in tutte le stazioni di misura, ad eccezione di Rio Novo a Venezia. Nel biennio 2019-2020 si registra un peggioramento presso tutte le stazioni, seguito nel 2021 da una nuova generalizzata riduzione del numero di giorni di superamento, che restano però superiori al numero massimo di giorni di superamento consentiti, pari a 35 all'anno, in tutte le stazioni.

Nel 2022 i superamenti aumentano nuovamente in tutte le stazioni, confermando quindi la situazione di criticità rispetto a questo indicatore in tutte le stazioni di misura. Dal 2003 ad oggi, infatti, si è registrato un numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero inferiore ai 35 una sola volta, presso la stazione di Rio Novo a Venezia (nel 2018).

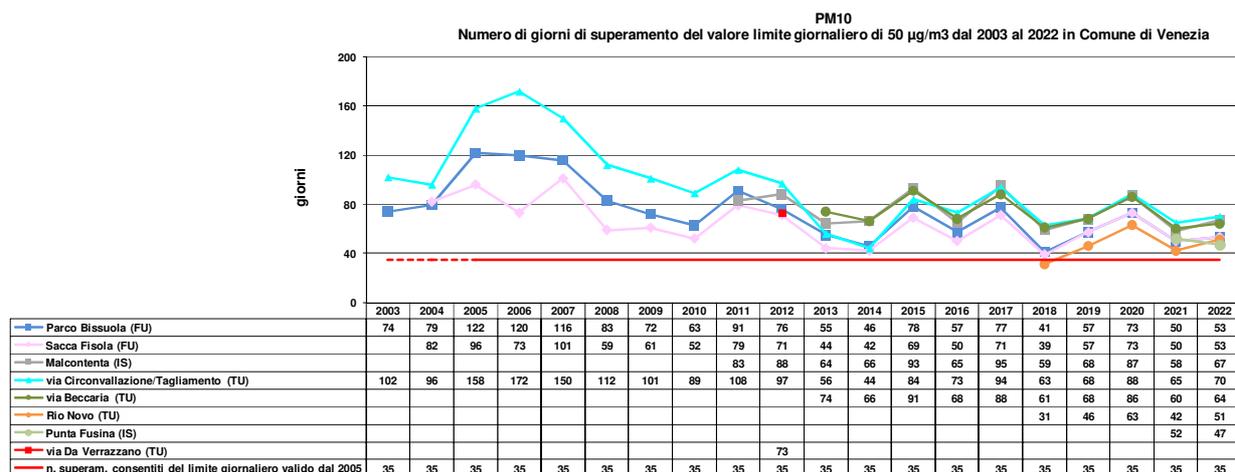


Figura 8. Confronto dei superamenti del valore limite giornaliero del PM10, in riferimento ai 35 superamenti consentiti. Nel 2003 e 2004 il numero di giorni di superamento consentiti (35) è indicato con la linea tratteggiata poiché il valore limite giornaliero di 50 µg/m³ è entrato in vigore dal 2005; negli anni precedenti il valore limite era aumentato di un margine di tolleranza (D.Lgs. 155/10)

La serie storica delle **concentrazioni medie annuali di PM10**, riportata in Figura 9, mostra la tendenza ad una diminuzione della concentrazione, fino ad arrivare nel 2010 a valori inferiori al valore limite annuale in tutte le stazioni di monitoraggio. Al contrario, nel 2011 tutte le stazioni hanno rilevato un aumento delle concentrazioni medie. Dal 2011 al 2014 le concentrazioni medie sono tornate a diminuire progressivamente e sensibilmente in tutte le stazioni monitorate, ad eccezione di Malcontenta. Nel 2015 invece le concentrazioni medie annuali di PM10 subiscono un incremento di 5 – 12 µg/m³ in tutte le stazioni; in particolare la concentrazione media di Malcontenta e di via Beccaria raggiungono valori superiori al limite annuale. Il decremento delle concentrazioni medie di PM10 rilevato nel 2016 vede nuovamente tutte le stazioni di monitoraggio a valori inferiori al valore limite annuale e, nonostante nel 2017 si verifichi un aumento di 1 – 3 µg/m³ in tutte le stazioni, nel 2018 si osserva un ulteriore decremento di 3 – 6 µg/m³ fino a valori ancora inferiori al limite annuale di 40 µg/m³ in tutte le stazioni.

Nel 2019 le concentrazioni medie annuali di PM10 restano sostanzialmente costanti rispetto al 2018; da notare che la concentrazione media annuale risulta uguale e pari a 34 µg/m³ in tutte le stazioni di traffico o industriali della terraferma e a Sacca Fisola, a conferma della natura ubiquitaria di questo inquinante. Nel 2020 si registrano lievi incrementi rispetto all'anno precedente presso tutte le stazioni (tra +2 e +3 µg/m³), ad eccezione di Sacca Fisola e Rio Novo. Nel 2021 si osserva un ulteriore decremento generalizzato, che porta le concentrazioni medie annuali di PM10 al minimo storico dal 2003 in quasi tutte le stazioni (fanno eccezione Sacca Fisola e via Tagliamento, che hanno registrato il minimo storico nel 2014).

Nel 2022 si assiste ad un lieve e generalizzato aumento delle medie annuali, che restano però inferiori al valore limite in tutte le stazioni.

In generale, dal 2016 tutte le stazioni di monitoraggio mostrano concentrazioni medie annuali inferiori o uguali al valore limite annuale di 40 µg/m³, con una tendenza alla diminuzione.

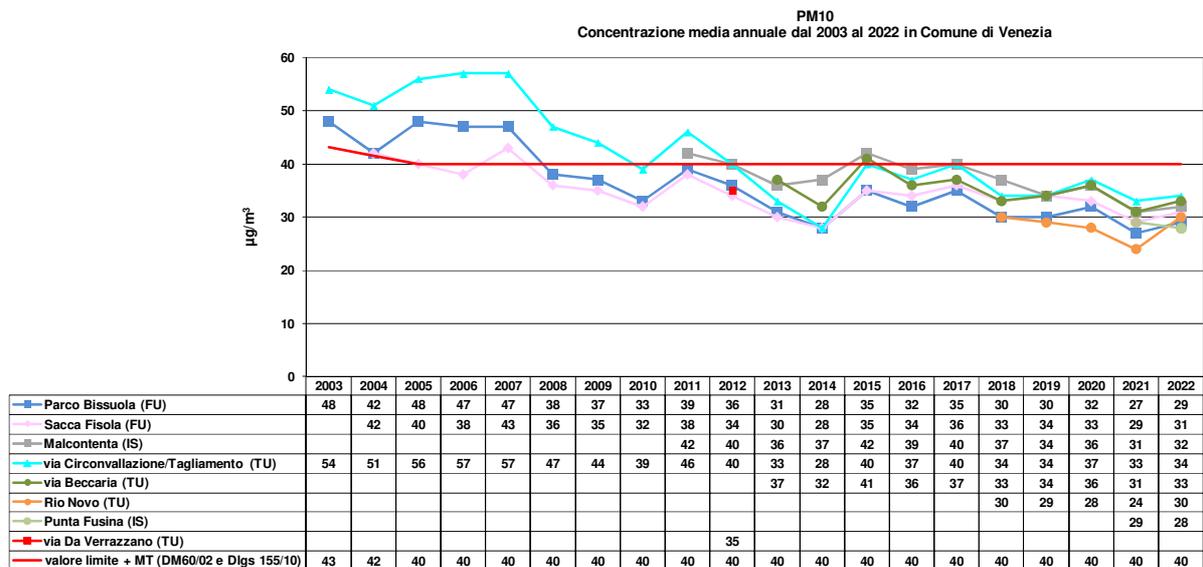


Figura 9. Confronto tra le concentrazioni medie annuali di PM10, in riferimento al valore limite annuale di 40 µg/m³ (aumentato del margine di tolleranza prima del 2005)

Relativamente alla frazione più fine **PM2.5**, dal 2005 è iniziato il monitoraggio continuativo presso le stazioni di Mestre – via Lissa e Malcontenta, in anticipo rispetto a quanto richiesto dalla normativa. Il **valore medio annuale** del 2006 non viene riportato perché statisticamente non rappresentativo dell'intero anno. Nel 2007 è stato attivato il monitoraggio di PM2.5 anche in via Circonvallazione e nel 2011 ulteriormente presso il Parco Bissuola, mentre nel 2011 e nel 2012 è stato sospeso il monitoraggio, rispettivamente, in via Lissa e in via Tagliamento, in adeguamento al D.Lgs. 155/10. Negli ultimi anni sono state monitorate con continuità le stazioni di Parco Bissuola a Mestre e Malcontenta.

Dal confronto delle concentrazioni medie annuali di PM2.5 con il valore limite annuale di 25 µg/m³, da raggiungere al 1° gennaio 2015, in vigore da giugno 2008 con un margine di tolleranza decrescente di anno in anno (D.Lgs. 155/10 e Decisione 2011/850/UE), valgono considerazioni simili a quelle del parametro PM10: si osserva una progressiva diminuzione delle concentrazioni dal 2005 al 2010, un incremento nel 2011 e una successiva diminuzione dal 2012 al 2014. Il suddetto decremento ha portato nel 2014 entrambe le stazioni del Comune di Venezia al rispetto del valore limite annuale. Al contrario nel 2015 si osserva un incremento di 7–8 µg/m³ in entrambe le stazioni, che registrano concentrazioni medie nuovamente superiori al valore limite. Dal 2015 al 2017 le medie restano a valori superiori o uguali al valore limite annuale.

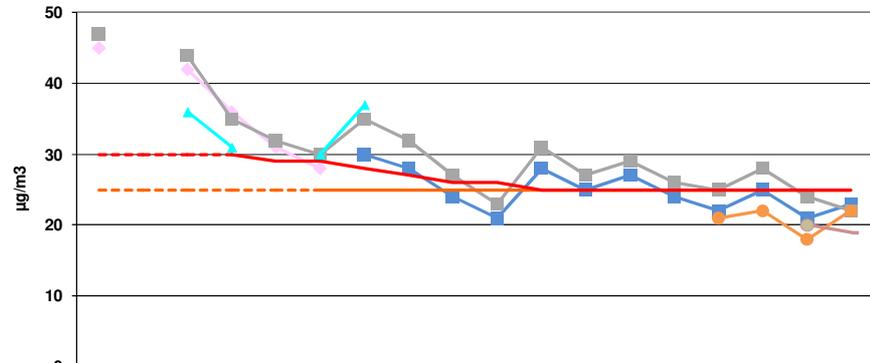
Nel 2018 e nel 2019 si registra una nuova riduzione delle concentrazioni medie annuali in entrambe le stazioni, fino ad un valore di 22 µg/m³ al Parco Bissuola e di 25 µg/m³ a Malcontenta, valori inferiori o uguali al valore limite. Anche presso la stazione di monitoraggio di Rio Novo, in cui la misura del PM2.5 è attiva da gennaio 2019, la concentrazione media annuale è inferiore al valore limite. Nel 2020 si osserva un incremento presso tutte e tre le stazioni monitorate e a Malcontenta la concentrazione media annuale supera il valore limite.

Nel 2021, anno in cui è stato attivato il monitoraggio di PM2.5 anche presso la stazione industriale di Venezia Punta Fusina, si osserva un decremento generalizzato, che porta le concentrazioni medie annuali al minimo storico in quasi tutte le stazioni e, ovunque, inferiori al valore limite annuale.

Nel 2022, nonostante un aumento di 2 µg/m³ al Parco Bissuola e di 4 µg/m³ a Rio Novo, le concentrazioni medie annuali restano inferiori al valore limite in tutte le stazioni.

Tale parametro resta tuttavia tra quelli che destano ancora particolare attenzione per la criticità riscontrata.

PM2.5
Concentrazione media annuale dal 2005 al 2022 in Comune di Venezia



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Parco Bissuola (FU)							30	28	24	21	28	25	27	24	22	25	21	23
via Lissa (FU)	45		42	36	31	28												
Malcontenta (IS)	47		44	35	32	30	35	32	27	23	31	27	29	26	25	28	24	22
Rio Novo (TU)															21	22	18	22
via Circonvallazione/Tagliamento (TU)			36	31		30	37											
Punta Fusina (IS)																	20	19
valore obiettivo dal 2010 (Dlgs 155/10)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
VL + MT (Dlgs 155/10 e Decisione 2011/850/UE)	30	30	30	30	29	29	28	27	26	26	25	25	25	25	25	25	25	25

Figura 10. Confronto tra le concentrazioni medie annuali di PM2.5 in riferimento al valore limite annuale di 25 µg/m³ valido dal 2015, aumentato del margine di tolleranza dal 2008 al 2014, ed il valore obiettivo sempre di 25 µg/m³ valido dal 2010

METALLI PESANTI (Pb, As, Cd, Ni)	Trend  Criticità 
Caratteristiche	Principali fonti
<p>I metalli pesanti sono presenti in atmosfera nel particolato atmosferico; la dimensione delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione.</p> <p>Il piombo e altri metalli pesanti sono tossici e spesso cancerogeni, mutageni e teratogeni.</p>	<p>Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono principalmente l'attività mineraria, le attività industriali (vetrerie artistiche, fonderie, raffinerie), la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola.</p>
Indicatori	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pb valore limite di 0.5 µg/m³ come media annuale (D.Lgs. 155/10); 2. As valore obiettivo di 6.0 ng/m³ come media annuale (D.Lgs. 155/10); 3. Cd valore obiettivo di 5.0 ng/m³ come media annuale (D.Lgs. 155/10); 4. Ni valore obiettivo di 20.0 ng/m³ come media annuale (D.Lgs. 155/10). 	
Sintesi dei dati	
<p>Come riportato nelle figure seguenti, i valori delle concentrazioni medie annuali¹ di tutti i metalli pesanti rilevati (Pb, As, Cd, Ni) sono risultati inferiori al valore limite annuale o ai valori obiettivo, questi ultimi in vigore dal 2007.</p> <p>Cadmio e arsenico hanno evidenziato, nel corso di specifiche indagini, valori di concentrazione più elevati in posizioni prossime alle emissioni delle vetrerie artistiche.</p> <p>Si precisa che il D.Lgs. 155/10 sancisce la possibilità di ridurre la frequenza di campionamento dal 50% al 14% o di dismettere alcuni analizzatori in punti di campionamento in cui un certo parametro non ha superato la soglia di valutazione inferiore per almeno 3 su 5 anni di campionamento, riducendo quindi monitoraggi ridondanti. Pertanto nel 2015 è stata ridotta la frequenza di campionamento dei metalli a Malcontenta.</p>	

¹ Si precisa che eventuali dati di concentrazione inferiori ai limiti di quantificazione sono stati sostituiti con un valore pari a metà del limite stesso, in coerenza con le convenzioni utilizzate da ARPAV per il calcolo degli indicatori previsti dalla normativa. Nel 2022 i dati sono risultati inferiori al limite di quantificazione mediamente nel 78% dei casi per l'arsenico, nel 25% per il cadmio, nel 5% per il nichel e mai per il piombo.

PIOMBO (Pb)

In Figura 11 si riporta il confronto delle medie annuali di piombo rilevate dal 2003 al 2022.

Come per il benzo(a)pirene, anche per arsenico, cadmio, nichel e piombo, per calcolare la media dell'anno 2009 relativa alla stazione di traffico urbano, i dati rilevati presso la stazione di via Circonvallazione (dismessa a giugno) sono stati integrati con i dati rilevati da luglio a dicembre in via Tagliamento. Nel 2010, invece, il monitoraggio è riferito alla stazione di via F.lli Bandiera e nel 2011 nuovamente alla stazione di via Tagliamento. Nel 2011 è stato attivato il monitoraggio dei metalli a Malcontenta e nel 2012 è stato sospeso in via Tagliamento, in adeguamento al D.Lgs. 155/10. Dal 2012 sono state monitorate con continuità le stazioni di monitoraggio di Parco Bissuola a Mestre, Sacca Fisola a Venezia e Malcontenta. Dal 2003 al 2017 la serie storica dei dati mostra una sostanziale stabilizzazione delle concentrazioni su valori inferiori a $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pari a circa 1/25 del valore limite.

Nel 2018 le concentrazioni medie restano sostanzialmente invariate rispetto al 2017 al Parco Bissuola e a Sacca Fisola mentre aumentano a Malcontenta; nel 2019 diminuiscono presso tutte le stazioni; nel 2020 restano invariate rispetto all'anno precedente a Parco Bissuola, aumentano a Sacca Fisola e diminuiscono a Malcontenta. Nel 2021, anno di attivazione della stazione di Punta Fusina, le concentrazioni diminuiscono leggermente in tutte le stazioni; sia a Parco Bissuola che a Malcontenta i valori medi del 2021 sono i minimi registrati dal 2003.

Nel 2022 si assiste ad un aumento generalizzato, ma comunque contenuto, in tutte le stazioni.

Si osserva che le concentrazioni medie annuali di piombo sono leggermente maggiori presso le stazioni di traffico o industriali piuttosto che presso la stazione di fondo di Parco Bissuola, così come le concentrazioni di piombo della stazione di Sacca Fisola sono leggermente maggiori rispetto a quelle di Parco Bissuola.

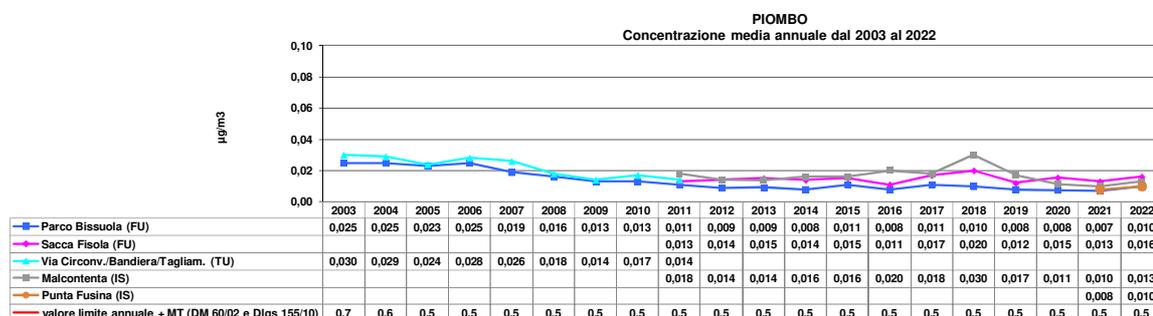


Figura 11. Confronto tra le concentrazioni medie annuali di piombo, in riferimento al valore limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (aumentato del margine di tolleranza prima del 2005)

ARSENICO (As)

In Figura 12 si riporta il confronto delle medie annuali di arsenico rilevate dal 2003 al 2022.

Le concentrazioni medie assumono valori sempre inferiori al valore obiettivo di 6.0 ng/m³, in vigore dal 2007.

La serie storica dei dati mostra una tendenziale diminuzione delle concentrazioni fino al 2010, seguita da un tendenziale incremento nel successivo triennio, più marcato a Sacca Fisola. Nel 2014 tale incremento è proseguito a Sacca Fisola mentre si è arrestato a Parco Bissuola e Malcontenta.

Al contrario nel 2015 le stazioni di terraferma hanno rilevato un lieve incremento delle concentrazioni medie mentre a Sacca Fisola le concentrazioni medie sono dimezzate rispetto all'anno precedente. A tal proposito è opportuno osservare che anche nel corso di specifiche indagini sulla concentrazione dei metalli svolte nel 2015 a Murano, in posizioni prossime alle emissioni di vetrerie artistiche, sono state misurate concentrazioni medie di arsenico di un ordine di grandezza inferiori a quelle misurate negli anni precedenti. In relazione a ciò si ricorda che dal 2006 è in vigore il regolamento REACH e che dal 21 maggio del 2015 chi volesse utilizzare l'arsenico - sostanza cancerogena nelle sue forme di triossido e pentossido - è invitato a presentare richiesta di autorizzazione. Dato che tale autorizzazione non è stata chiesta dal 21 maggio 2015 non è più possibile utilizzare l'arsenico nella miscela vetrificabile delle produzioni artistiche di Murano.

Nel 2016 si registra un ulteriore sensibile decremento delle concentrazioni medie di arsenico a Sacca Fisola, associato ad un analogo decremento anche presso le stazioni della terraferma. Si raggiungono quindi le concentrazioni medie minime degli ultimi 14 anni presso tutte le stazioni monitorate.

Dal 2017 al 2022 le concentrazioni medie di arsenico risultano sostanzialmente stazionarie rispetto al 2016, assestandosi a valori inferiori a 1.0 ng/m³ in tutte le stazioni di monitoraggio.

Si osserva che generalmente le concentrazioni medie annuali di arsenico sono leggermente superiori presso le stazioni di fondo rispetto a quelle di traffico o industriali; fanno eccezione l'anno 2007 e gli ultimi anni, in cui le concentrazioni medie si sono allineate.

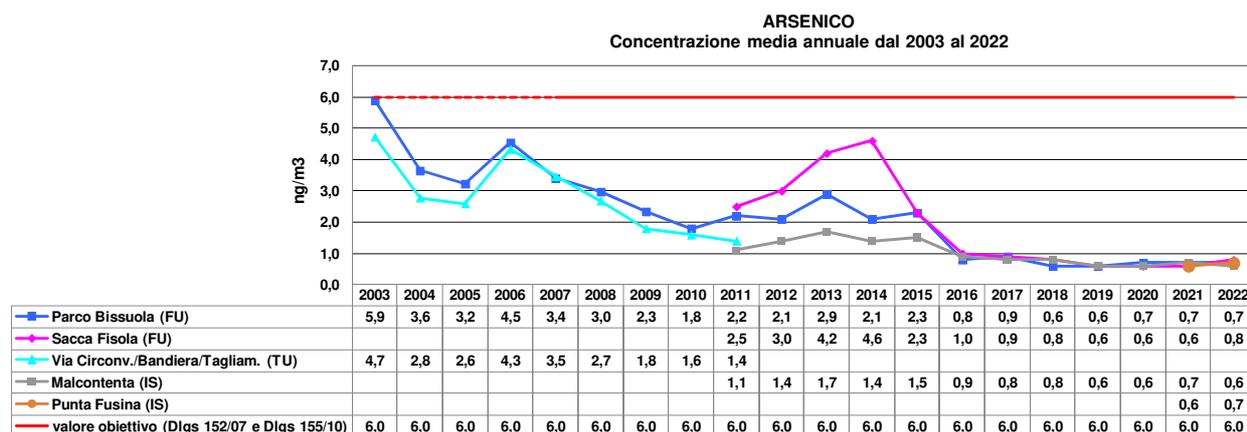


Figura 12. Confronto tra le concentrazioni medie annuali di arsenico, in riferimento al valore obiettivo di 6.0 ng/m³ in vigore dal 2007. Dal 2003 al 2006 il valore limite annuale è indicato con la linea tratteggiata poiché, sebbene trattato dalla Direttiva Europea 2004/107/CE, entra in vigore solo dal 2007 (D.Lgs. 152/07). Si precisa che il limite di quantificazione per l'arsenico è di 1.0 ng/m³, perciò i valori medi inferiori a 1.0 ng/m³ sono da ritenersi puramente indicativi e vengono riportati in tabella esclusivamente per motivi di rappresentazione grafica

CADMIO (Cd)

In Figura 13 si riporta il confronto delle medie annuali di cadmio rilevate dal 2003 al 2022.

La serie storica dei dati mostra una tendenziale diminuzione delle concentrazioni e queste assumono valori sempre inferiori al valore obiettivo di 5.0 ng/m³ in vigore dal 2007. Solo nel 2004 la concentrazione annuale di cadmio rilevata al Parco Bissuola ha superato il valore obiettivo, argomento della Direttiva Europea 2004/107/CE ma non ancora in vigore.

Nonostante presso le stazioni di Parco Bissuola e di Malcontenta la concentrazione media di cadmio misurata dal 2011 al 2017 sia sostanzialmente stazionaria, si segnala un incremento dal 2016 al 2017. Al contrario nel 2018 si registra una diminuzione di queste concentrazioni medie che prosegue nel 2019 e nel 2020, fino a 0.4 ng/m³ sia a Parco Bissuola che a Malcontenta, valori minimi di entrambe le serie storiche. Dal 2021, anno di attivazione della stazione di Punta Fusina, le concentrazioni medie aumentano ovunque rispetto all'anno precedente.

Come per l'arsenico, anche per il cadmio le concentrazioni medie annuali sono spesso leggermente superiori presso le stazioni di fondo rispetto a quelle di traffico o industriali.

Una considerazione a parte meritano i dati rilevati dalla stazione fissa di Sacca Fisola: la concentrazione media annuale di Cd nel 2011 è risultata pari a 4.4 ng/m³, mentre nel 2012 diminuisce significativamente, per subire poi un ulteriore progressivo aumento nel 2013 e nel 2014, fino a 4.7 ng/m³, valore di poco inferiore al valore obiettivo di 5 ng/m³. Nel 2015 la concentrazione media di cadmio diminuisce nuovamente; questo decremento si ripete ed intensifica nel 2016 e continua nel 2017 fino a 2.1 ng/m³. Nel 2018 si rileva un lieve incremento; nel 2019 l'aumento è più significativo, con una concentrazione media di 3.9 ng/m³, uno dei valori più alti dal 2011. Nel 2020 la concentrazione media subisce un importante decremento, fino a 0.9 ng/m³, valore minimo della serie storica. Nel 2021 si registra un nuovo aumento e nel 2022 la media resta stazionaria.

Al contrario di quanto osservato per l'arsenico, nonostante la diminuzione della concentrazione rilevata a Sacca Fisola dopo il 2014, dal 2018 il livello medio di cadmio rimane comunque ampiamente superiore a quello misurato presso le altre stazioni della rete, molto probabilmente a causa di sorgenti localizzate a Venezia, quali emissioni di vetrerie artistiche.

Sul caso delle vetrerie artistiche e in particolare sulla loro presenza nell'isola di Murano, ARPAV sta conducendo da anni specifici approfondimenti che comprendono l'esecuzione di periodiche campagne di monitoraggio. Per i dettagli si rimanda alle singole relazioni presenti nella sezione internet dedicata alle campagne di monitoraggio del Dipartimento ARPAV di Venezia (<http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-veneziana/aria/dap-veneziana-campagne-di-monitoraggio-qualita>).

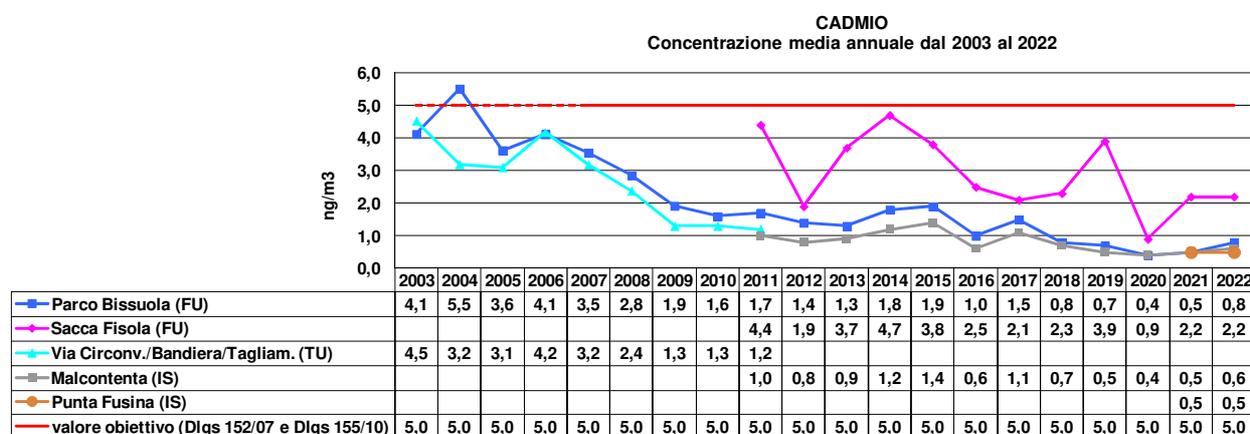


Figura 13. Confronto tra le concentrazioni medie annuali di cadmio, in riferimento al valore obiettivo di 5.0 ng/m³ in vigore dal 2007. Dal 2003 al 2006 il valore limite annuale è indicato con la linea tratteggiata poiché, sebbene trattato dalla Direttiva Europea 2004/107/CE, entra in vigore solo dal 2007 (D.Lgs. 152/07)

NICHEL (Ni)

In Figura 14 si riporta il confronto delle medie annuali di nichel rilevate dal 2003 al 2022 presso le stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia.

La serie storica dei dati mostra una sostanziale stazionarietà delle concentrazioni su valori inferiori a 10 ng/m³, pari a metà del limite.

Nel 2014 le concentrazioni medie di nichel avevano subito un moderato decremento rispetto al 2013 presso tutte le tre stazioni di monitoraggio. Nel 2015 si registra un ulteriore lieve decremento presso le stazioni di Sacca Fisola e Malcontenta, mentre a Parco Bissuola la concentrazione media aumenta lievemente. Nel 2016 le concentrazioni medie di nichel tornano ad aumentare leggermente a Malcontenta e diminuiscono nelle stazioni di fondo; al contrario nel 2017 diminuiscono leggermente a Malcontenta e aumentano a Parco Bissuola e Sacca Fisola. Nel 2018 si evidenzia una diminuzione delle concentrazioni medie di nichel in tutte le stazioni di misura, in particolare presso quelle di fondo (si raggiungono i valori minimi delle tre serie storiche). Nel 2019 si evidenzia un moderato incremento delle concentrazioni medie di nichel presso le stazioni di fondo e un nuovo minimo storico a Malcontenta.

Nel 2020 e nel 2021, anno di attivazione della stazione di Punta Fusina, si registra un decremento delle concentrazioni medie presso tutte le stazioni.

Nel 2022 le concentrazioni medie aumentano ovunque, con l'eccezione di Sacca Fisola.

Come per il piombo, anche per il nichel le concentrazioni medie annuali sono spesso leggermente superiori presso le stazioni di traffico o industriali; tuttavia, complessivamente, si può affermare che il nichel non presenta criticità per la qualità dell'aria in Comune di Venezia.

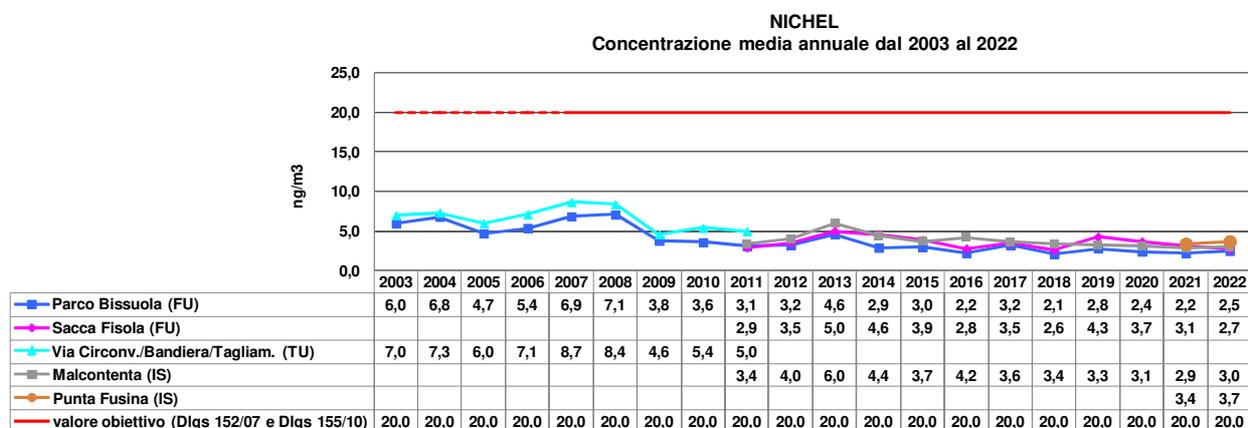


Figura 14. Confronto tra le concentrazioni medie annuali di nichel, in riferimento al valore obiettivo di 20.0 ng/m³ in vigore dal 2007. Dal 2003 al 2006 il valore limite annuale è indicato con la linea tratteggiata poiché, sebbene trattato dalla Direttiva Europea 2004/107/CE, entra in vigore solo dal 2007 (D.Lgs. 152/07)

Campagne di misura realizzate nel 2022 mediante campionatori rilocabili

Nel corso del 2022, nel territorio comunale di Venezia, è stata realizzata una specifica campagna di monitoraggio mediante campionario rilocabile, al fine di valutare la qualità dell'aria in aree diverse rispetto a quelle in cui sono già presenti le stazioni fisse della Rete regionale.

Monitoraggio di PM10 e metalli a Murano - Venezia

Dal 1° gennaio al 31 dicembre 2022 è stata condotta un'indagine presso l'isola di Murano, nelle vicinanze della scuola elementare Ugo Foscolo, allo scopo di approfondire e completare i risultati di altri monitoraggi svolti, a partire dal 2009, presso la stessa isola. Sono stati effettuati campionamenti sequenziali delle polveri fini con determinazione gravimetrica del particolato inalabile PM10 ed è stata determinata la concentrazione di metalli presenti nella frazione PM10, tra cui arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb). In parallelo sono stati determinati il PM10 ed i metalli anche presso la stazione fissa della Rete Regionale ARPAV della Qualità dell'Aria di Sacca Fisola (classificata come sito di fondo urbano – insulare). I risultati dell'indagine saranno pubblicati il prima possibile sul sito internet di ARPAV, all'indirizzo <https://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-venezias/aria/dap-venezias-campagne-di-monitoraggio-qualita>.

Per ulteriori approfondimenti sui risultati già elaborati delle campagne di monitoraggio si rimanda a tutte le relazioni tecniche disponibili al sito internet www.arpa.veneto.it (Temi ambientali - Aria – Campagne di monitoraggio).

Conclusioni

L'analisi dei dati raccolti nel 2022 dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Dipartimento ARPAV Regionale Qualità dell'Ambiente nel territorio comunale di Venezia, raffrontata con i dati degli ultimi anni e con i criteri previsti dalla normativa, ha portato ad alcune valutazioni di tendenza.

Relativamente a **biossido di zolfo** (SO₂), **monossido di carbonio** (CO) e **benzene** (C₆H₆) non sono stati rilevati superamenti dei valori limite negli ultimi anni; allo stato attuale perciò questi inquinanti non presentano particolari criticità.

Un'attenzione maggiore va dedicata a ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), particolato atmosferico (PM10 e PM2.5) e benzo(a)pirene.

Nonostante la sostanziale stazionarietà delle concentrazioni medie negli ultimi anni, particolare riguardo va posto agli **ossidi di azoto** (NO_x) in quanto precursori dell'ozono ed importanti componenti dello smog fotochimico, che contribuisce alla formazione di particolato secondario. Per quanto riguarda il trend dei livelli medi di questo inquinante, nel 2022 le concentrazioni sono state generalmente confrontabili con il 2020 ed il 2021 e tendenzialmente più basse rispetto agli anni precedenti.

Per l'**ozono** (O₃) dal 2007 non è stata più superata la soglia di allarme, ad eccezione dell'anno 2015, tuttavia si continuano a registrare alcuni superamenti della soglia di informazione e frequenti superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. Nel 2022 le fasi con tempo stabile e aumento delle temperature si sono concentrate prevalentemente in luglio; nei periodi più caldi, il contesto meteorologico e termico è risultato favorevole alla formazione di ozono. La dipendenza di questo inquinante di origine secondaria da variabili meteorologiche, come temperatura e radiazione solare, ne giustifica la variabilità da un anno all'altro, pur in un quadro di vasto inquinamento diffuso.

Le **polveri inalabili (PM10) e fini (PM2.5)** rappresentano ancora elementi di criticità, in particolare per l'elevato numero di superamenti del valore limite giornaliero e per la caratteristica delle polveri fini di veicolare altre specie chimiche, quali IPA e metalli pesanti. Dal 2006 al 2010 si è assistito ad una diminuzione moderata ma costante delle concentrazioni medie annuali, dovuta in parte alle politiche volte alla riduzione delle loro emissioni, ma soprattutto alla maggior frequenza di condizioni meteorologiche di dispersione degli inquinanti stessi e, probabilmente, anche al ridimensionamento delle attività produttive e del traffico pesante a seguito della crisi economica in atto all'epoca. Nel 2011 si è assistito ad un incremento delle concentrazioni medie, da valutare tenendo conto delle condizioni meteo piuttosto sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti atmosferici. Dal 2012 al 2014 si è ritornati ad una nuova progressiva diminuzione delle concentrazioni annuali; la riduzione è stata piuttosto generalizzata e sembra ancora una volta sensibilmente influenzata dalle condizioni meteorologiche.

Per il PM10, dopo un'inversione di tendenza osservata nel 2015, caratterizzata da un aumento delle concentrazioni registrato in tutte le stazioni di monitoraggio, nel 2016 tutte le concentrazioni medie sono tornate a valori inferiori al valore limite di 40 µg/m³. Dal 2017 al 2022 le concentrazioni medie annuali si mantengono sempre a valori inferiori o uguali al limite annuale. Nel 2022 si osserva un aumento generalizzato ma contenuto rispetto al 2021, anno che aveva visto le concentrazioni medie annuali di PM10 al minimo storico dal 2003 in quasi tutte le stazioni; anche i giorni di superamento del valore limite giornaliero aumentano quasi ovunque rispetto al 2021, restando superiori al numero massimo di giorni di superamento consentiti, pari a 35 all'anno, in tutte le stazioni.

Osservando le condizioni meteorologiche dell'anno 2022 si può notare che nel mese di gennaio sono state prevalenti le condizioni di tempo stabile, critiche per il ristagno degli inquinanti. Febbraio è stato piuttosto siccitoso, ma a tratti ventoso; pertanto, periodi favorevoli al ristagno degli inquinanti si sono alternati a fasi in cui il rimescolamento è stato garantito soprattutto dalla ventilazione. Anche in marzo hanno prevalso le condizioni di alta pressione e sono stati scarsi i passaggi di perturbazioni accompagnate da precipitazioni; il rimescolamento è stato garantito temporaneamente dal rinforzo dei venti. Solo a fine mese un'ampia saccatura di origine atlantica ha portato delle precipitazioni tali da favorire l'abbattimento delle polveri. Aprile è uno dei pochi mesi del 2022 che ha visto prevalere l'influenza di correnti umide associate a perturbazioni; sono state quindi frequenti le giornate piovose e si è avuto pertanto un contesto meteorologico in prevalenza favorevole all'abbattimento delle polveri sottili. In maggio la dispersione delle polveri è stata garantita dal verificarsi di frequenti episodi di instabilità e dal rimescolamento termo-

convettivo tipico del periodo tardo-primaverile. In settembre il passaggio di alcuni impulsi perturbati di origine atlantica si è alternato a fasi di rimonta dell'alta pressione; complessivamente la qualità dell'aria ha risentito favorevolmente sia degli episodi piovosi, sia del rimescolamento termo-convettivo. Ottobre ha presentato una prevalenza di condizioni anticicloniche; solo all'inizio della terza decade si è verificato qualche episodio piovoso degno di nota. Il ristagno degli inquinanti, favorito dall'assenza di perturbazioni significative, è stato in parte contrastato da un discreto rimescolamento termo-convettivo, soprattutto a inizio mese, e da temporanei modesti rinforzi dei venti. In novembre fasi di rimonta anticiclonica, durante le quali risulta incrementato il ristagno degli inquinanti, sono state intervallate dal passaggio di perturbazioni, accompagnate da precipitazioni, che hanno favorito il dilavamento atmosferico. Nelle prime due decadi del mese di dicembre ha prevalso l'influsso di correnti cicloniche dall'Atlantico settentrionale, con frequenti precipitazioni che hanno favorito il dilavamento atmosferico. Netamente diversa l'ultima decade dell'anno, durante la quale il tempo stabile ha incrementato il ristagno degli inquinanti.

Nel 2022 la concentrazione media di PM_{2.5} è risultata inferiore al valore limite di 25 µg/m³, in vigore dal 1° gennaio 2015, presso tutte le stazioni di misura in Comune di Venezia; questa situazione si era verificata anche nel 2021.

Relativamente agli IPA, la concentrazione media annuale di **benzo(a)pirene**, indicatore del potere cancerogeno degli IPA totali, si è ridotta lentamente negli anni fino al 2010, anno in cui sono stati misurati valori prossimi al valore obiettivo annuale; nel 2011 e nel 2012 si è registrato un significativo incremento delle concentrazioni medie, ma nel 2013 e 2014 il miglioramento della qualità dell'aria ha riguardato anche gli IPA, fino a raggiungere valori medi inferiori o uguali al valore obiettivo di 1 ng/m³. Nel 2015 la concentrazione media è tornata a valori superiori al valore obiettivo ed è rimasta tale fino al 2017. Nel 2018 un significativo decremento delle concentrazioni medie ha portato al rispetto del valore obiettivo in entrambe le stazioni di Parco Bissuola e Malcontenta. Tra il 2019 ed il 2020 la concentrazione media è aumentata nuovamente in entrambe le stazioni, portando la concentrazione di Malcontenta al superamento del valore obiettivo. Nel 2021 si è registrato un decremento: le concentrazioni medie sono risultate ovunque pari o inferiori al valore obiettivo annuale e a Punta Fusina si è registrato il valore minimo mai misurato (pari a 0.5 ng/m³). Nel 2022 si registra un leggero aumento presso entrambe le stazioni storiche, portando nuovamente la concentrazione di Malcontenta al superamento del valore obiettivo; resta invece stabile la concentrazione a Punta Fusina. Rimane comunque evidente l'esigenza di proseguire un attento monitoraggio di questo inquinante, particolarmente pericoloso per la salute, e di valutare attentamente le principali fonti, tra cui il traffico e tutti i processi di combustione, compresi gli impianti a biomassa e la combustione domestica della legna.

Una considerazione a parte meritano anche quest'anno i **metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb)**, i quali presentano in generale valori medi annui inferiori ai valori limite/obiettivo; tuttavia una particolare attenzione va posta sul cadmio e sull'arsenico in prossimità di alcune specifiche fonti di emissione presenti nel territorio comunale (processi di fusione di vetrerie artistiche). Nel quadriennio 2011-2014 si era constatato che le concentrazioni di arsenico e cadmio registrate presso la stazione di Sacca Fisola a Venezia, pur non avendo superato i rispettivi valori obiettivo, erano state significativamente più elevate rispetto a tutte quelle registrate nelle altre stazioni del Veneto. In particolare nel 2014 si erano registrate concentrazioni dei due inquinanti particolarmente elevate a Sacca Fisola, anche a confronto con tutte le stazioni di misura della Regione Veneto. Le attività di monitoraggio condotte a Murano dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia hanno evidenziato criticità per quanto riguarda le concentrazioni in atmosfera di arsenico e cadmio, talvolta accompagnate da livelli significativi di piombo e PM₁₀. Arsenico, cadmio, piombo e PM₁₀ sono elementi caratteristici delle attività industriali ed artigianali relative al vetro artistico, tipiche dell'isola di Murano. Le rilevazioni effettuate a partire dal 2009 e lo studio modellistico realizzato dall'Osservatorio Regionale Aria, nel 2014, hanno dimostrato la presenza di giornate con concentrazioni medie giornaliere di arsenico e cadmio straordinariamente elevate ("giornate hot spot") e un'evidente distribuzione spaziale dei parametri indagati. Parallelamente sono state effettuate, da parte di ARPAV, attività ispettive, accompagnate da approfondimenti tecnici su alcune caratteristiche impiantistiche e sono state apportate, da parte della Provincia di Venezia, modifiche alle autorizzazioni alle emissioni delle vetrerie.

Nel 2015 le concentrazioni medie di arsenico e cadmio misurate a Sacca Fisola hanno mostrato una sensibile riduzione, pur in una situazione di generale peggioramento della qualità dell'aria e di leggero

incremento di tali metalli presso le altre stazioni monitorate. In particolare le concentrazioni di arsenico a Sacca Fisola sono dimezzate rispetto all'anno precedente. A tal proposito è opportuno osservare che anche nel corso di specifiche indagini sulla concentrazione dei metalli svolte nel 2015 a Murano, in posizioni prossime alle emissioni di vetrerie artistiche, sono state misurate concentrazioni medie di arsenico di un ordine di grandezza inferiori a quelle misurate negli anni precedenti. In relazione a ciò si ricorda che a partire dal 21 maggio 2015 chi volesse utilizzare tale sostanza è invitato a presentare richiesta di autorizzazione. L'autorizzazione non è stata chiesta e quindi dal 21 maggio non è più possibile utilizzare l'arsenico nella miscela vetrificabile delle produzioni artistiche di Murano.

Nel 2016 si è registrato un ulteriore decremento delle concentrazioni medie di arsenico a Sacca Fisola, quest'anno associate ad un decremento simile anche presso le stazioni della terraferma. Si raggiungono quindi dal 2018 al 2022 le concentrazioni medie minime di arsenico degli ultimi 20 anni presso tutte le stazioni monitorate.

A differenza di quanto osservato per l'arsenico, nonostante la diminuzione della concentrazione rilevata a Sacca Fisola dal 2014 al 2017, fino al 2022 il livello medio di cadmio a Sacca Fisola rimane superiore a quello misurato presso le altre stazioni della rete, molto probabilmente a causa di sorgenti localizzate a Venezia, quali emissioni di vetrerie artistiche.

Nel 2022 le concentrazioni medie di nichel e di piombo aumentano leggermente rispetto al 2021 in quasi tutte le stazioni (fa eccezione il nichel a Sacca Fisola), nel rispetto del valore obiettivo e del valore limite.

In conclusione, i risultati presentati evidenziano che, nel 2022, analogamente agli anni precedenti, le principali criticità sono state rappresentate dal superamento diffuso del valore limite giornaliero per il PM10 e dal superamento generalizzato dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana dell'ozono. Il valore limite annuale per il PM10 invece, come accade dal 2016, non è stato superato in alcuna stazione della rete. In generale deve essere mantenuta alta l'attenzione su inquinanti critici e/o particolarmente pericolosi per la salute, come ozono, PM10 e PM2.5, ossidi di azoto e benzo(a)pirene.

Il presente rapporto sullo stato della qualità dell'aria è pubblicato in rete sul sito www.comune.venezia.it, mentre i dati di qualità dell'aria sono disponibili nel sito www.arpa.veneto.it.

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente
Unità Organizzativa Qualità dell'Aria
Unità Organizzativa Monitoraggio Aria
Via Lissa, 6
30171 Mestre - Venezia
Italy
Tel. +39 041 544 5501
Fax +39 041 544 5671
e-mail: orar@arpa.veneto.it
PEC: DRQA@pec.arpav.it



ARPAV

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24 - 35121 Padova - Italia
Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
e-mail: urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
sito istituzionale: www.arpa.veneto.it