

QUALITÀ DELL'ARIA REGIONE LAZIO

Analisi delle serie storiche dei principali inquinanti 2009-2017





ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

QUALITÀ DELL'ARIA REGIONE LAZIO

Analisi delle serie storiche dei principali inquinanti 2009-2017

2018

Qualità dell'aria regione Lazio - Analisi delle serie storiche dei principali inquinanti 2009 -2017

Rapporto a cura di:

ARPA Lazio

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio ambientale degli agenti fisici – Centro regionale di qualità dell'aria

Silvia Barberini

RIASSUNTO

In questo documento viene presentata un'analisi dei valori per gli standard legislativi dei principali inquinanti atmosferici computati a partire dai monitoraggi da rete fissa nel Lazio nel periodo tra il 2009 e il 2017.

L'intento dello studio è mostrare un quadro della qualità dell'aria del Lazio ed evidenziare eventuali tendenze delle concentrazioni dei diversi inquinanti. La qualità dell'aria nel Lazio mostra negli anni alcune criticità: l'ozono in tutte le zone del Lazio, la media annuale dell'NO₂ nell'agglomerato di Roma, il particolato come numero di superi della soglia giornaliera del PM10 e media annua del PM2.5 e il benzo[a]pirene in Valle del Sacco. La qualità dell'aria nel Lazio migliora nel periodo indagato: diminuiscono sia le concentrazioni degli inquinanti primari, il benzene, sia quelle degli inquinati di origine sia primaria che secondaria, particolato e biossido di azoto, mentre l'ozono, prettamente secondario, non mostra una tendenza univoca sul territorio. Nulla si può dire degli inquinanti in tracce, benzo[a]pirene, arsenico, nichel, cadmio e piombo.

Parole chiave: qualità dell'aria, tendenze, Lazio, monitoraggio, PM10, PM2.5, NO₂, O₃, metalli, IPA

Contatti autori:

silvia.barberini@arpalazio.gov.it

ARPA Lazio – 2018



Quest'opera è distribuita con Licenza
[Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/it/)

Coordinamento editoriale: ARPA Lazio – Area sistemi operativi e gestione della conoscenza

Foto di copertina: Tetto centralina di misura di Villa Ada - Roma

Tutte le fotografie pubblicate, laddove non diversamente riportato, sono dell'archivio fotografico dell'ARPA Lazio

Progetto grafico e stampa: Revelox - Roma

INDICE

LEGENDA	4
INTRODUZIONE	5
1. MONOSSIDO DI CARBONIO E BISSIDO DI ZOLFO	13
2. BENZENE	15
3. BENZAPIRENE, ARSENICO, CADMIO, NICHEL E PIOMBO	17
4. PARTICOLATO ATMOSFERICO	21
4.1. PM10	21
4.1.1. Media annua	21
4.1.2. PM10 superi media giornaliera	24
4.2. PM2.5	28
5. BISSIDO DI AZOTO	31
5.1. Media annua	31
5.2. Superamenti del valore orario	34
6. OZONO	37
6.1. Soglia di informazione e di allarme	37
6.2. Valore Obiettivo Per la Protezione della Salute Umana	38
6.3. Obiettivo a lungo termine per la salute umana	41
6.4. Valore obiettivo per la protezione della vegetazione: AOT40	41
CONCLUSIONI	43
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	45
INDICE DELLE FIGURE	47
INDICE DELLE TABELLE	49

LEGENDA

Acronimo	Definizione
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
As	Arsenico
B[a]P	Benzo[a]pirene
Cd	Cadmio
CO	Monossido di carbonio
IARC	International Agency for Research on Cancer
I.P.A.	Idrocarburi Policiclici Aromatici
Ni	Nichel
NMVO	Composti organici volatili escluso il metano
NO₂	Biossido di azoto
NO	Monossido di azoto
NO_x	Ossidi di azoto
O₃	Ozono
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
Pb	Piombo
PRQA	Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria
RP	Rapporto Preliminare
RA	Rapporto Ambientale
SNPA	Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
SO₂	Biossido di zolfo
VAS	Valutazione Ambientale Strategica
VIA	Valutazione Impatto Ambientale

INTRODUZIONE

Questo documento riporta un'analisi della qualità dell'aria nel Lazio effettuata utilizzando i risultati ottenuti per gli standard degli inquinanti atmosferici calcolati sui dati monitorati dalla rete regionale dal 2009 al 2017. L'idea è quella di mostrare in questo modo la qualità dell'aria del Lazio negli ultimi anni ed evidenziare, laddove esistano, le tendenze delle concentrazioni dei diversi inquinanti.

In questa introduzione viene spiegata qualche nozione di base sulla qualità dell'aria e su come se ne effettua la valutazione nel Lazio, passando poi a presentare brevemente i contenuti di questo rapporto.

Quando si parla di qualità dell'aria si intende per "aria" la parte inferiore della troposfera a contatto con la superficie terrestre, al di fuori degli edifici e con l'esclusione dei luoghi di lavoro, ambito per il quale esiste una specifica legislazione. Per valutare la qualità dell'aria su un territorio bisognerebbe conoscere il campo delle concentrazioni a terra degli inquinanti in ogni momento e in ogni punto del territorio stesso.

La qualità dell'aria a livello europeo segue la direttiva 50 del 2008, l'Italia ha recepito questa direttiva con la legge quadro sull'inquinamento atmosferico, d.lgs. 155/2010. La legge quadro fissa per prima cosa gli inquinanti cui riguardare per stabilire la qualità dell'aria: NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, C₆H₆, SO₂, CO, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P. Per questi inquinanti il decreto definisce una serie di indicatori legislativi di breve o lungo periodo, concentrazioni mediate su intervalli che vanno dall'ora all'anno, in funzione della loro dannosità per la salute umana o per gli ecosistemi. Per ognuno di questi standard viene poi definito uno o più valori da non superare: valori limite e/o valori obiettivo, soglie di informazione e di allarme.

La legge quadro del 2010 fissa anche gli strumenti necessari per una corretta valutazione della qualità dell'aria: le misurazioni in siti fissi, le misure indicative, l'utilizzo dei modelli di dispersione, le tecniche di stima obiettiva. La legge promuove l'utilizzo sinergico di tutti questi strumenti sfruttando le loro differenze, proprio per ricostruire il campo orario di concentrazione a terra di ogni inquinante in ogni punto del territorio e risalire da questo ai valori degli standard legislativi. La misura in siti fissi rimane necessaria laddove insorgano delle criticità, poiché è lo strumento che con maggiore precisione ci restituisce una concentrazione, ma viene affiancata (oppure sostituita nelle zone in cui le concentrazioni sono più basse) dall'utilizzo dei modelli di dispersione che, ricostruendo il fenomeno fisico, permettono di avere l'intero campo di concentrazione su un territorio, ovvero avere un valore di concentrazione anche dove non ci sono centraline di misura. Nella valutazione annuale della qualità dell'aria del Lazio, l'ARPA Lazio utilizza tutti gli strumenti messi a disposizione dal d.lgs.155; nella valutazione quotidiana, i dati delle centraline della rete fissa, oltre a essere riguardati tal quali, vengono utilizzati assimilandoli nelle previsioni fornite dalla catena modellistica per il giorno in corso per ricostruire gli andamenti delle concentrazioni degli inquinanti nelle ore appena trascorse.

Per valutare al meglio la qualità dell'aria ogni regione, secondo quanto riportato nel d.lgs. 155, deve suddividere il proprio territorio in zone omogenee sotto questo punto di vista, accorpando comuni o frazioni simili per territorio, meteorologia, fonti di inquinamento. La Regione Lazio ha provveduto alla zonizzazione il 18 maggio 2012, con deliberazione della Giunta regionale n. 217. Il territorio regionale è stato suddiviso in tre zone per l'ozono (Figura 2) e quattro zone per tutti gli altri inquinanti (Figura 1). Relativamente all'ozono, la zona IT214 è di fatto l'accorpamento delle zone Appenninica e Valle del Sacco (Tabella 1 e Tabella 2).

Zona	Codice	Comuni	Area (km ²)	Popolazione
Litoranea	IT1213	70	5176,6	1.218.032
Appennino-Valle del Sacco	IT1214	283	9995,1	1.178.192
Agglomerato di Roma	IT1215	25	2066,3	3.285.644

Tab. 1: zonizzazione del territorio regionale per l'ozono

Zona	Codice	Comuni	Area (km ²)	Popolazione
Appenninica	IT1211	201	7204,5	586.104
Valle del Sacco	IT1212	82	2790,6	592.088
Litoranea	IT1213	70	5176,6	1.218.032
Agglomerato di Roma	IT1215	25	2066,3	3.285.644

Tab. 2: zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti a esclusione dell'ozono

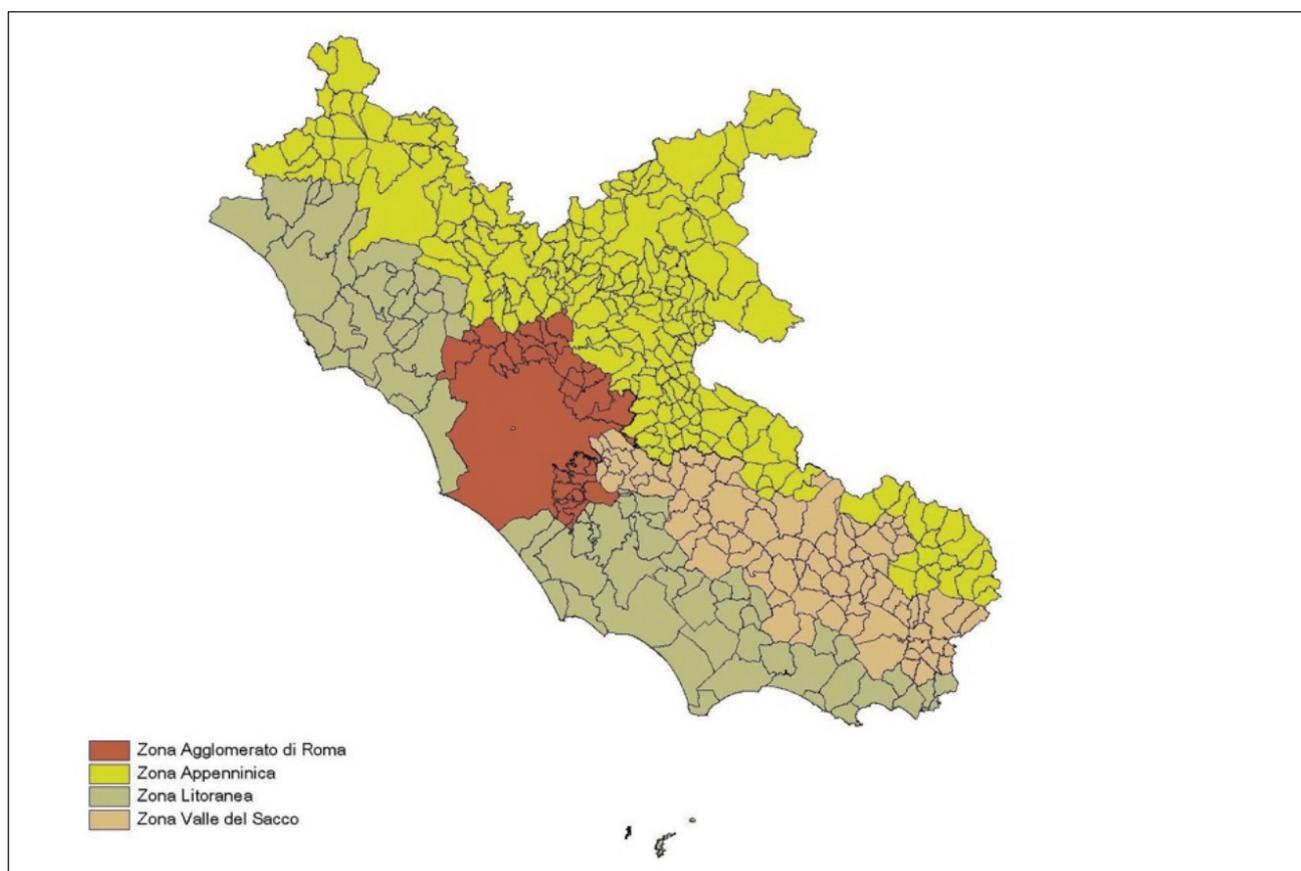


Fig. 1: zone del territorio regionale del Lazio per tutti gli inquinanti a esclusione dell'ozono

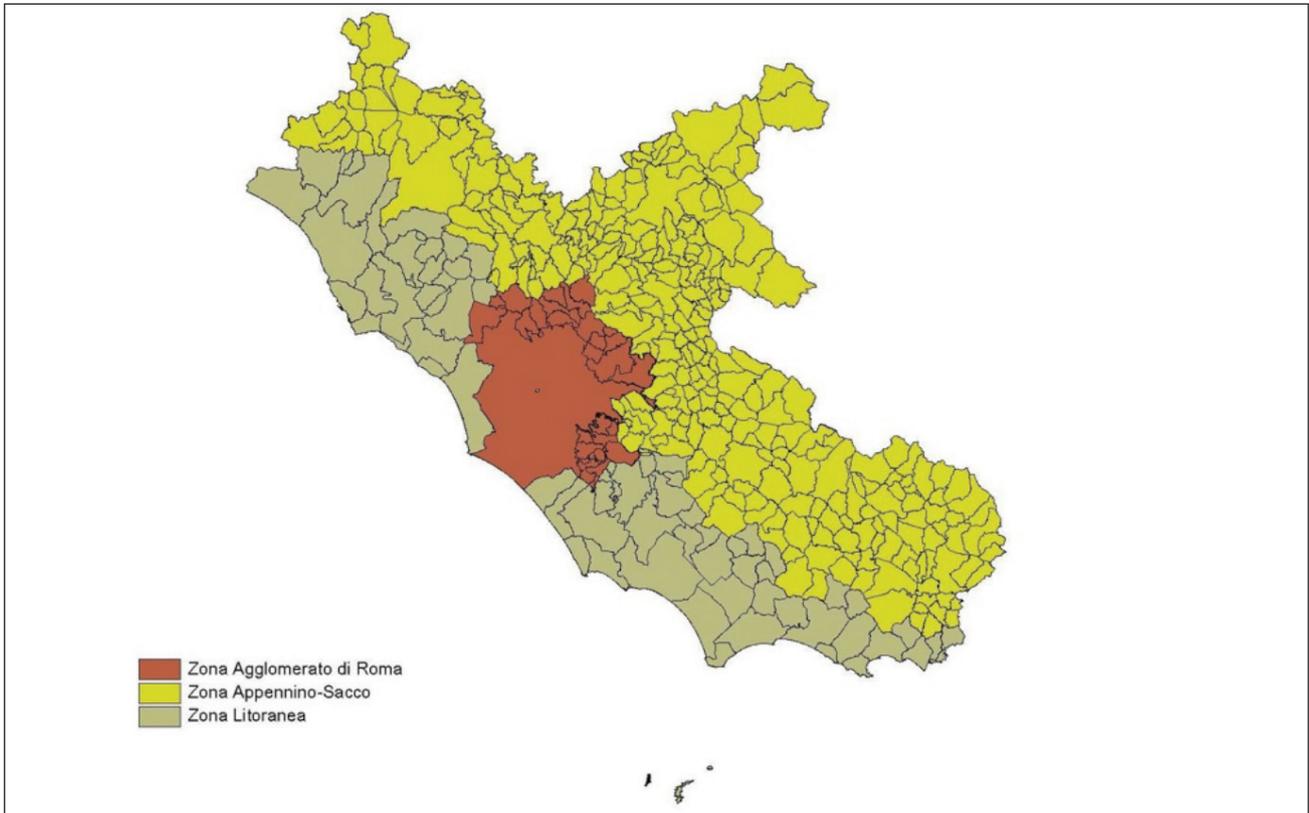


Fig. 2: zone del territorio regionale del Lazio per l'ozono

L'introduzione dei modelli previsionali al fine della valutazione della qualità dell'aria appartiene alla storia recente dell'ARPA Lazio, inizia a partire dal 2010, mentre in precedenza tutto si basava unicamente sui risultati dei monitoraggi da rete fissa. La rete regionale esiste infatti dal 1999, è stata più volte modificata nel corso degli anni introducendo nuovi punti di misura e modificando la dotazione strumentale, adeguandosi di volta in volta ai requisiti legislativi fino all'approvazione del Programma di Valutazione della qualità dell'aria regionale (del.Giunta.reg. 478/2016) in cui era riportato, tra le altre cose, il progetto per la riorganizzazione della rete a valle della zonizzazione e successiva classificazione delle zone.

Al 2017 la rete di monitoraggio della qualità dell'aria è costituita da 55 stazioni di monitoraggio di cui 46 incluse nel Programma di Valutazione.

Le stazioni di misura sono dislocate nell'intero territorio regionale come di seguito indicato:

- 5 stazioni in zona Appenninica
- 10 stazioni in zona Valle del Sacco,
- 16 stazioni nell'Agglomerato di Roma (di cui una non inclusa nel Programma di valutazione regionale);
- 24 stazioni in zona Litoranea (di cui otto non incluse nel Programma di valutazione regionale).

Le centraline non incluse nel Programma di valutazione sono: Boncompagni per l'agglomerato di Roma e le restanti otto in zona Litoranea: Civitavecchia Morandi, Civitavecchia Porto, Fiumicino Porto, Aurelia, San Gordiano, Santa Marinella, Allumiere e Tolfa (queste ultime cinque appartenenti alla rete "ex-Enel").

Delle centraline ex-ENEL non sono attualmente attive le stazioni di Tarquinia e Santa Marinella. La stazione di Fiumaretta è stata dotata di un analizzatore di benzene a novembre 2017, ma i dati non

hanno la copertura temporale necessaria a computare la media annua. La dislocazione delle stazioni di misura sul territorio regionale viene riportata in Figura 3.

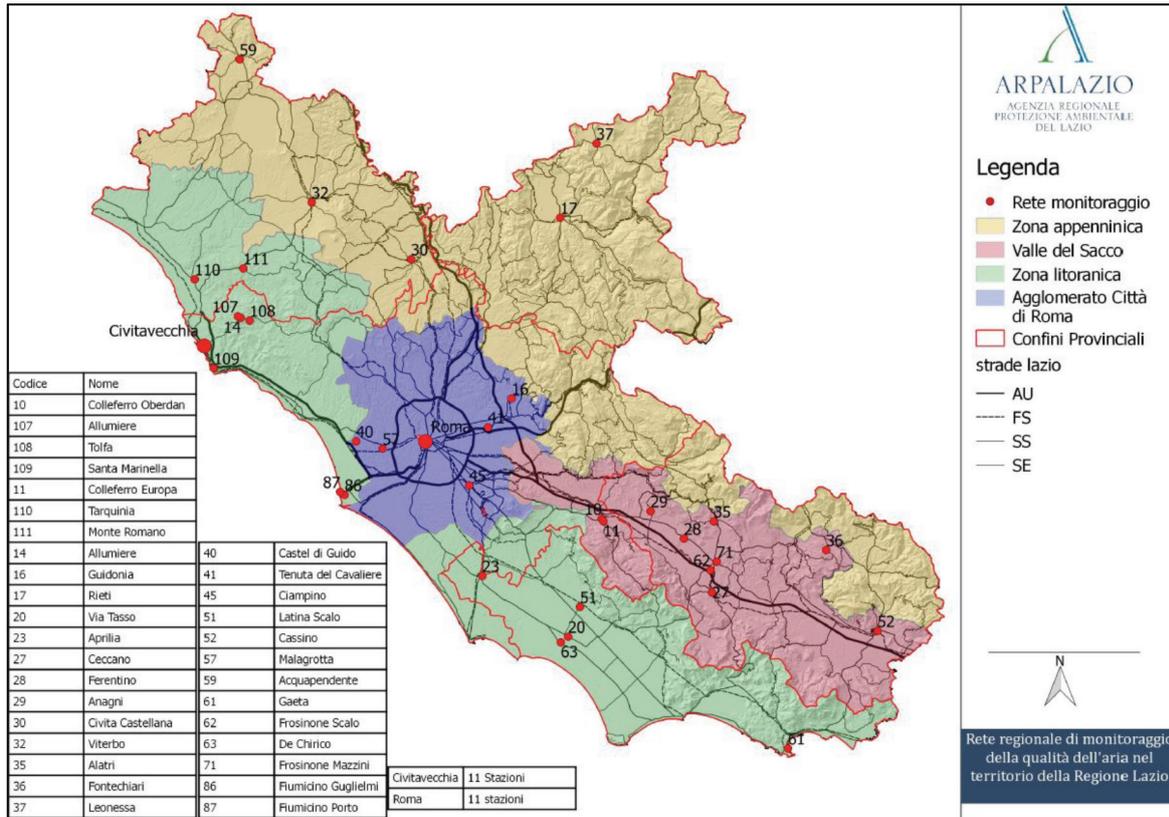


Fig. 3: localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2017

Per maggiore chiarezza, nelle Figure 4, 5 e 6 sono riportati i dettagli cartografici delle stazioni localizzate, rispettivamente, nell' Agglomerato di Roma, nella zona Valle del Sacco e nel comune di Civitavecchia.

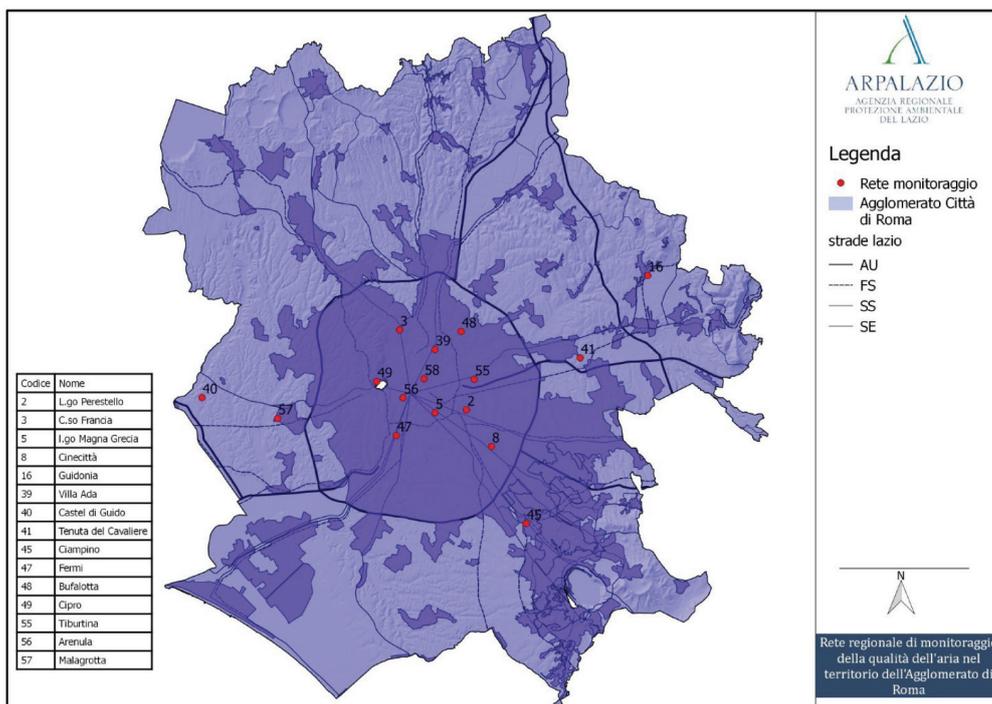


Fig. 4: stazioni dell' Agglomerato di Roma

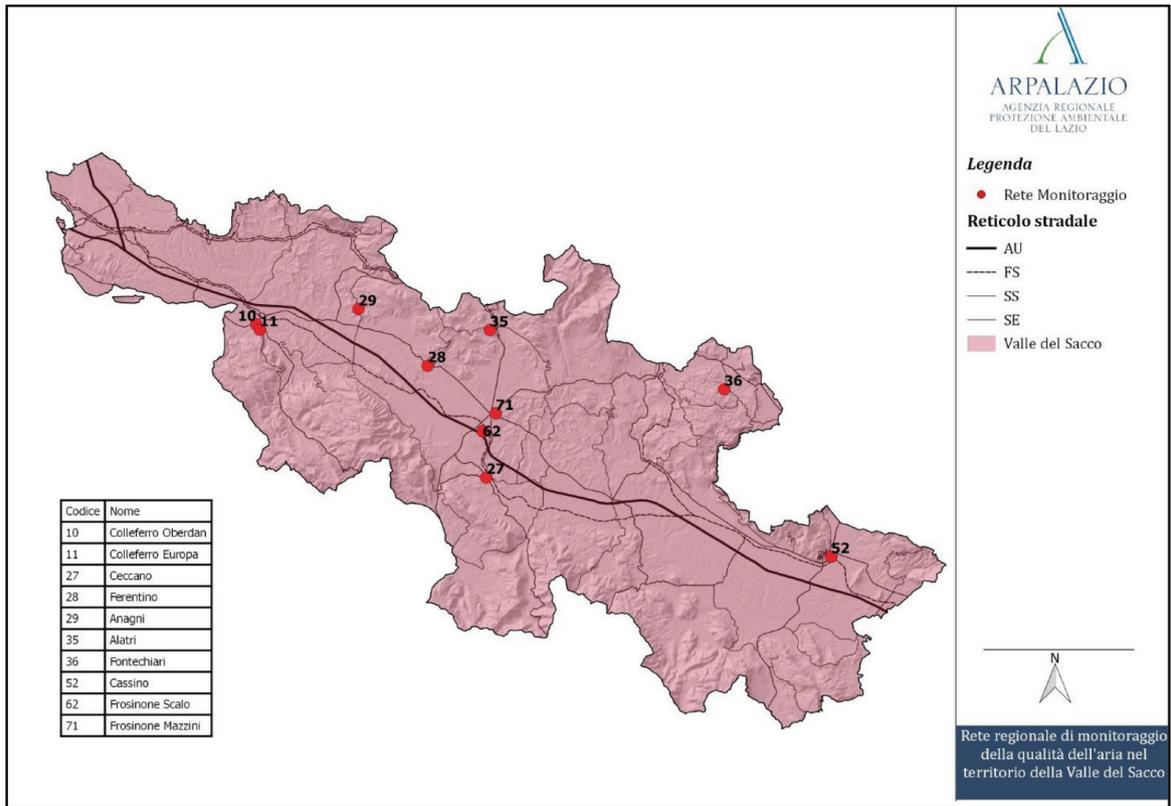


Fig. 5: stazioni di misura nella Valle del Sacco

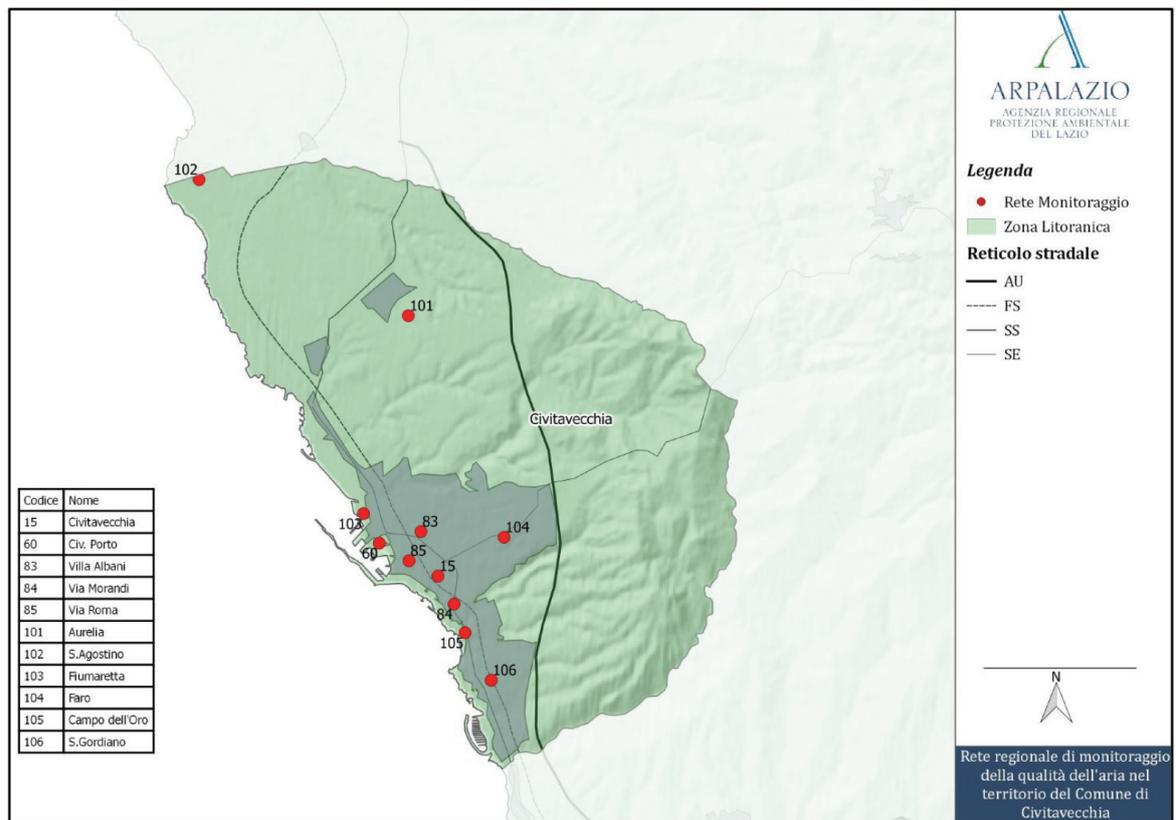


Fig. 6: stazioni della rete di misura nel comune di Civitavecchia

Nelle Tabelle 3, 4, 5 e 6 vengono riportate, per ogni zona in cui il territorio regionale è suddiviso ai fini della valutazione della qualità dell'aria, la dotazione strumentale 2017 delle stazioni di misura e la loro tipologia (U-urbana, S-suburbana, R-rurale, I-industriale, B-background, T-traffico).

Zona Litoranea												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	CO	BTX	O ₃	SO ₂	Metalli	IPA
Aprilia	Aprilia	41.60	12.65	X		X						
Latina	Latina Scalo	41.53	12.95	X	X	X						
Latina	LT de Chirico	41.27	12.53	X		X	X	X				
Latina	LT Tasso	41.46	12.91	X		X			X			
Gaeta	Gaeta Porto	41.22	13.57	X		X			X			
Allumiere	Allumiere	42.16	11.91	X		X			X	X		
Civitavecchia	Civitavecchia	42.09	11.80	X		X	X		X	X	X	X
Civitavecchia	Villa Albani	42.10	11.80	X		X			X			
Civitavecchia	Via Roma	42.09	11.80			X	X					
Civitavecchia	Via Morandi	42.10	11.79			X			X			
Civitavecchia	Porto	42.09	11.81	X		X				X		
Fiumicino	Porto	41.77	12.22	X		X						
Fiumicino	Villa Guglielmi	41.77	12.24	X	X	X			X			
Civitavecchia	Aurelia	42,14	11,79	X	X	X						
Civitavecchia	S,Agostino	42,16	11,74	X		X			X			
Civitavecchia	Fiumaretta	42,1	11,78	X		X		X(*)		X		
Civitavecchia	Faro	42, 10	11,82	X	X	X				X		
Civitavecchia	Campo dell'Oro	42,082	11,81			X				X		
Civitavecchia	S,Gordiano	42,07	11,82	X		X						
Allumiere	Allumiere	42,16	11,9	X	X	X			X	X		
Tolfa	Tolfa	42,15	11,94	X		X						
Tarquinia	Tarquinia	42,24	11,77	X		X				X		
Monte Romano	Monte Romano	42,27	11,91	X		X						

Tab. 3: localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella zona Litoranea
(*) da Novembre 2017

Agglomerato di Roma												
Comune	Stazione	Lat.	Long	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO _x	CO	BTX	O ₃	SO ₂	Metalli	IPA
Roma	L.go Arenula	41.89	12.48	X	X	X			X			
Roma	L.go Perestrello	41.89	12.54	X		X			X			
Roma	C.so Francia	41.95	12.47	X	X	X		X			X	X
Roma	L.go Magna Grecia	41.88	12.51	X		X						
Roma	Cinecittà	41.86	12.57	X	X	X			X		X	X
Guidonia Montecelio	Guidonia	42.00	12.73	X	X	X				X		
Roma	Villa Ada	41.93	12.51	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Roma	Castel di Guido	41.89	12.27	X	X	X			X			
Roma	Tenuta del Cavaliere	41.93	12.66	X	X	X			X			
Ciampino	Ciampino	41.8	12.61	X		X		X			X	X
Roma	Fermi	41.86	12.47	X		X	X	X				
Roma	Bufalotta	41.95	12.53	X		X			X	X		
Roma	Cipro	41.91	12.45	X	X	X			X			
Roma	Tiburtina	41.91	12.55	X		X						
Roma	Malagrotta	41.87	12.35	X	X	X		X	X	X		
Roma	Boncompagni	41,91	12,5	X	X	X			X			

Tab. 4: localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nell'Agglomerato di Roma

Zona Valle del Sacco												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO _x	CO	BTX	O ₃	SO ₂	Metalli	IPA
Colleferro	Colleferro Oberdan	41.73	13.00	X		X	X		X	X		
Colleferro	Colleferro Europa	41.73	13.01	X		X					X	X
Alatri	Alatri	41.73	13.34	X		X	X					
Anagni	Anagni	41.75	13.15	X		X						
Cassino	Cassino	41.49	13.83	X	X	X				X		
Ceccano	Ceccano	41.57	13.34	X		X						
Ferentino	Ferentino	41.69	13.25	X		X	X					
Fontechiari	Fontechiari	41.67	13.67	X	X	X			X		X	X
Frosinone	FR Mazzini	41.64	13.35	X	X	X	X		X	X		
Frosinone	Frosinone Scalo	41.62	13.33	X		X	X	X			X	X

Tab. 5: localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella zona Valle del Sacco

Zona Appenninica												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO _x	CO	BTX	O ₃	SO ₂	Metalli	IPA
Leonessa	Leonessa	42.57	12.96	X	X	X			X			
Rieti	Rieti	42.40	12.86	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acquapendente	Acquapendente	42.74	11.88	X	X	X			X			
Civita Castellana	Civita Castellana PetRARCA	42.30	12.41	X		X				X		
Viterbo	Viterbo	42.42	12.11	X	X	X	X	X	X	X		

Tab. 6: localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella zona Appenninica

In questo report l'analisi si limiterà ai valori degli standard di legge derivanti dai monitoraggi da rete fissa dal 2009 al 2017, in particolare ci si soffermerà sui risultati dei monitoraggi per gli inquinanti: CO, SO₂, benzene, benzapirene, As, Cd, Ni, Pb, NO₂, PM10, PM2.5, O₃.

Per ogni inquinante sarà fornita una breve descrizione, l'inquadramento delle probabili fonti e delle eventuali politiche messe in atto per limitarne l'emissione, la definizione degli standard legislativi, dei valori limite e/o valori obiettivo, prima di passare a presentare e commentare i valori annuali computati sugli standard per ogni centralina a partire dai dati monitorati. Gli standard di legge computati per il periodo 2009-2017 verranno mostrati in grafici e tabelle suddivisi, quando l'analisi se ne giova, nelle zone in cui è suddiviso il territorio laziale ai fini della valutazione di qualità dell'aria. Nei grafici verranno inserite solo le serie dati con numerosità superiore ai due anni per una migliore leggibilità e per evidenziare le tendenze.

1. MONOSSIDO DI CARBONIO E BIOSSIDO DI ZOLFO

Le politiche intraprese da tempo per la limitazione delle emissioni di CO e per la riduzione dello zolfo nei combustibili hanno portato il biossido di zolfo e il monossido di carbonio a concentrazioni tali da non destare più alcuna preoccupazione per la salute umana.

La norma fissa per entrambi dei valori limite sulle concentrazioni di breve periodo, come di seguito riassunto.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Numero superamenti consentiti
SO ₂	1 ora	350 µg/m ³	24
	24 ore	125 µg/m ³	3
CO	Massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-

Tab. 7: standard di legge e valori limite di SO₂ e CO

Per il monossido di carbonio nel periodo 2009-2017 non viene mai raggiunto il valore limite di 10 mg/m³ per la media mobile massima sulle otto ore in nessuna delle centraline della rete.

Per il biossido di azoto dal 2009 al 2017 non si registra neanche un superamento dei valori limite, né per la media giornaliera né per la media oraria, in nessuna delle centraline della rete.

2. BENZENE

Il benzene è un composto organico volatile, cancerogeno (gruppo 1 nella classificazione IARC), non esiste un valore di esposizione al benzene al di sotto del quale diventa nullo il rischio sanitario. A causa della sua pericolosità già da decenni si cerca di abbatterne le emissioni, diminuendone la percentuale consentita nei carburanti e introducendo l'obbligo della catalizzazione nel parco auto.

Il valore limite fissato dal d.lgs. n.155/2010 per il benzene è di 5 µg/m³ per la media annua.

Dal 2009 a oggi non è mai stato raggiunto, in nessuna delle stazioni della rete di rilevamento, il valore limite per la media annua (Tabella 8).

Benzene			Media annua µg/m ³								
ZONA	STAZIONE	TIPO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IT1211	Rieti	Traffico Urbana	2,1	1,2	1,4	1,3	1,2	1,1	1,3	1,1	1
	Viterbo	Traffico Urbana	1,8	1,5	1,4	1,2	1,4	1,3	1,4	1,3	1,1
IT1212	Frosinone scalo	Traffico Urbana	3,5	3,1	3,2	3,2	3	2,7	2,6	2,5	2,3
IT1213	De Chirico	Traffico Urbana	-	-	-	-	-	0,9	1,1	1	0,2
	Romagnoli	Traffico Urbana	2,1	1,8	1,8	1,4	1,2	-	-	-	-
IT1215	Villa Ada	Background Urbano	1,5	1,4	1,1	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9
	Bufalotta	Background Urbano	2,1	1,8	-	-	-	-	-	-	-
	Ciampino	Traffico Urbana	1,6	1,4	1,6	1,2	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7
	Cinecittà	Background Urbano	1,6	1,4	-	-	-	-	-	-	-
	Fermi	Traffico Urbana	3,2	3,3	2,9	2,3	2,4	2,3	2,4	2,3	2,1
	C.so Francia	Traffico Urbana	3,3	2,9	2,6	2,3	2,2	2,4	2,7	2,6	2,3
	L.go Magna Grecia	Traffico Urbana	2,7	2,5	-	-	-	-	-	-	-
	Malagrotta	Background Suburbano	-	0,8	0,8	0,9	0,8	0,6	0,9	0,7	0,6
	L.go Perestrello	Background Urbano	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tiburtina	Traffico Urbana	2,9	2,3	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 8: media annua benzene 2009-2017

In Figura 7 sono riportate le concentrazioni medie annue del benzene per le stazioni della rete fissa che abbiano una consistenza temporale superiore ai 3 anni. La Figura 7 mostra una diminuzione del tenore di benzene, soprattutto nei primi anni, dovuto alle politiche intraprese per limitarne le emissioni; la diminuzione è più evidente nelle zone in cui si partiva da concentrazioni intorno ai 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

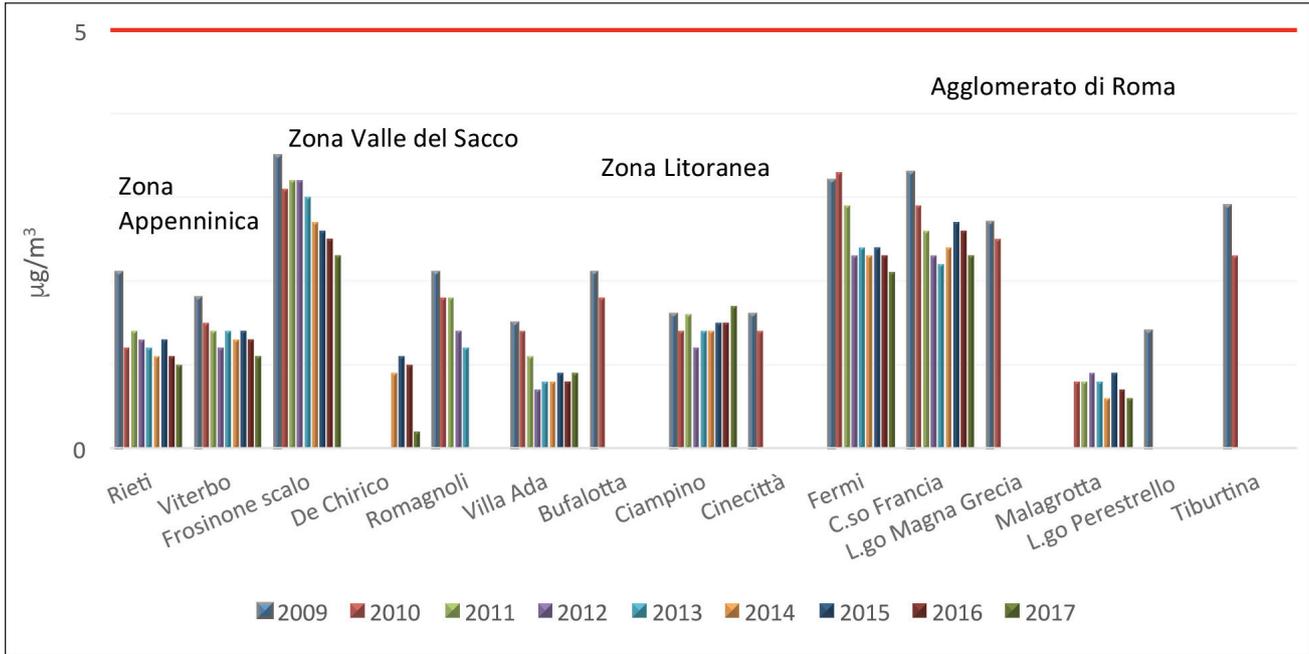


Fig. 7: benzene - media annua 2009-2016

3. BENZAPIRENE, ARSENICO, CADMIO, NICHEL E PIOMBO

In questo paragrafo sono raggruppate le sostanze che non esistono in atmosfera se non adsorbite sul materiale particolato, IPA e metalli pesanti.

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono generati da processi di combustione incompleta di materiali organici, sono in gran parte cancerogeni, in particolare la IARC ha classificato il benzo(a)pirene (BaP) come cancerogeno per l'uomo (categoria 1). Il BaP è stato utilizzato quale indicatore per l'intera classe degli IPA. L'OMS fissa un limite di 1 ng/m³ per la concentrazione media annuale di BaP, limite che il d.lgs. 155/2010 riprende come valore obiettivo (Tabella 9).

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore obiettivo	Valore limite
BaP	1 anno	1 ng/m ³	-
Pb	1 anno	-	0,5 µg/m ³
As	1 anno	6 ng/m ³	-
Cd	1 anno	5 ng/m ³	-
Ni	1 anno	20 ng/m ³	-

Tab. 9: standard di legge e valori stabiliti per BaP e metalli pesanti

Oltre agli IPA, adsorbiti sul particolato, si trova un'altra classe di sostanze nocive alla salute umana: i metalli pesanti. Sebbene presenti in aria in bassissime concentrazioni, hanno effetti negativi per la salute umana e sull'ambiente dovuti alla capacità di accumularsi nei tessuti animali e vegetali. Tra i metalli pesanti presenti in atmosfera sono normati ai fini del controllo della qualità dell'aria il piombo, che è tossico per l'uomo, il cadmio, il nichel e l'arsenico che, oltre a esser tossici, sono stati riconosciuti anche cancerogeni. Anche per questi inquinanti la normativa prevede degli standard (Tabella 9), in particolare fissa un valore limite per il Pb e un valore obiettivo per ciascuno degli altri metalli. In Tabella 10 sono riportate le medie annue per la concentrazione di BaP dal 2009 al 2017 e, laddove presente, l'informazione sul numero di campioni analizzati per ottenere la media. Il BaP si trova in atmosfera adsorbito sul particolato e la sua concentrazione in aria viene valutata attraverso analisi su filtro del PM10 in laboratorio e non con un sistema automatico. La norma vigente prevede che per un'utile valutazione della qualità dell'aria i campioni debbano essere almeno 52 per una misura indicativa e 120 per una misurazione di tipo fisso, necessaria laddove ci sia un superamento della soglia di valutazione superiore, come accade per il Lazio nella sola Valle del Sacco.

		B[a]P														
		Media annua ng/m ³														
		Valore obiettivo 1 ng/m ³														
Anno di riferimento		2009	2010	2011	2012	Campioni	2013	Campioni	2014	Campioni	2015	Campioni	2016	Campioni	2017	Campioni
Stazione	Cinecittà	0,56	0,46	0,62	0,5	55	0,43	71	0,58	60	0,73	60	0,7	60	0,49	60
	Francia	0,56	0,42	0,61	0,6	45	0,52	71	0,75	60	0,7	65	0,86	61	0,31	60
	Villa Ada	0,44	0,39	0,4	0,43	94	0,4	107	0,39	97	0,52	86	0,55	89	0,47	69
	Colleferro Europa	0,76	1,02	0,66	0,98	55	0,83	73	0,87	71	1,17	73	1,02	84	1,1	83
	Civitavecchia	0,13	0,17	0,16	0,16	73	0,15	66	0,23	58	0,19	60	0,25	59	0,17	61
	Ciampino	0,48	0,92	0,54	0,83	54	0,58	80	0,87	50	0,91	50	1,2	43	0,67	69
	Guidonia	0,47	0,56	0,46	0,48	45	0,52	47	0,56	40	0,69	44	0,66	67	0,71	45
	Frosinone scalo	-	-	-	2,27	123	2,29	158	2,23	170	3,08	168	1,86	175	1,86	169
	Fontechiari	-	-	-	0,46	66	0,59	147	0,58	165	0,6	159	0,42	168	0,38	169
	Rieti	-	-	-	-	-	-	-	0,29	26	0,21	21	0,14	68	0,45	57
	Leonessa	-	-	-	-	-	-	-	0,06	31	0,33	60	-	-	-	-

Tab. 10: media annua BaP 2009-2017

Gli unici superamenti accertati del valore obiettivo per il BaP, come riportato in Tabella 10, si riscontrano in Valle del Sacco: a Frosinone Scalo per ogni anno del periodo di riferimento, a Colleferro Europa a partire dal 2015. Il valore registrato a Ciampino nel 2016 risulta superiore al valore obiettivo ma il numero di campioni analizzati non è sufficiente per una valutazione.

Il BaP può originare anche dalle industrie, in particolare dalle acciaierie, ma i superamenti in Valle del Sacco vanno più plausibilmente attribuiti alle emissioni da traffico e da riscaldamento a combustibile solido.

Consultando le Tabelle 11, 12, 13 e 14 si comprende che la concentrazione annua di cadmio, arsenico e nichel non supera mai i valori obiettivo fissati dalla normativa e la concentrazione annua di piombo è decisamente inferiore al valore limite fissato in 0.5 µg/m³.

Vista l'esiguità delle concentrazioni dei metalli pesanti registrate nel periodo 2009-2017 non è possibile individuarne una tendenza.

Pb		Media annua mg/m³														
		Valore Limite 0.5 mg/m³														
Anno di riferimento		2009	2010	2011	2012	Campioni	2013	Campioni	2014	Campioni	2015	Campioni	2016	Campioni	2017	Campioni
Stazione	Cinecittà	0,014	0,011	0,012	0,009	54	0,01	59	0,007	58	0,009	59	0,009	60	0,007	59
	Francia	0,011	0,011	0,011	0,011	60	0,008	60	0,007	64	0,007	60	0,007	60	0,006	60
	Villa Ada	0,011	0,01	0,011	0,01	114	0,01	92	0,008	90	0,008	75	0,015	90	0,009	76
	Colleferro Europa	-	0,007	0,014	0,008	62	0,006	60	0,007	60	0,008	58	0,005	59	0,006	60
	Civitavecchia	-	0,005	0,005	0,006	55	0,004	52	0,004	53	0,005	60	0,004	53	0,005	56
	Ciampino	-	0,009	0,01	0,009	57	0,009	60	0,01	55	0,007	30	0,008	44	0,008	55
	Guidonia	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0,005	26	0,005	47	0,005	41
	Frosinone scalo	-	-	-	0,009	77	0,006	154	0,006	160	0,006	172	0,008	168	0,006	161
	Fontechiari	-	-	-	0,005	60	0,003	137	0,002	156	0,002	168	0,003	170	0,004	171
	Rieti	-	-	-	-	-	0,005	7	0,004	7	-	21	0,003	57	0,004	60
	Leonessa	-	-	-	-	-	0,004	7	0,004	21	-	69	0,003	14	-	-

Tab. 11: media annua Pb 2009-2017

Se la presenza degli altri metalli in aria può derivare da fonti naturali, il Pb è interamente generato da attività antropiche, principalmente dagli scarichi dei veicoli alimentati da benzine rosse, e le basse concentrazioni registrate dal 2009 a oggi si devono proprio all'adozione di benzine verdi.

Cd		Media annua ng/m³														
		Valore Obiettivo 5 ng/m³														
Anno di riferimento		2009	2010	2011	2012	Campioni	2013	Campioni	2014	Campioni	2015	Campioni	2016	Campioni	2017	Campioni
Stazione	Cinecittà	0,26	0,28	0,31	0,3	54	0,17	59	0,15	58	0,23	59	0,26	60	0,24	59
	Francia	0,19	0,19	0,25	0,26	60	0,14	60	0,13	64	0,17	60	0,16	60	0,15	60
	Villa Ada	0,19	0,2	0,21	0,33	114	0,23	92	0,15	90	0,19	75	0,21	90	0,27	76
	Colleferro Europa	-	0,22	0,38	0,29	62	0,18	60	0,19	60	0,23	58	0,22	59	0,20	60
	Civitavecchia	-	0,15	0,15	0,17	55	0,1	52	0,1	53	0,12	60	0,11	53	0,12	56
	Ciampino	-	0,24	0,25	0,23	57	0,17	60	0,14	55	0,17	30	0,23	44	0,21	55
	Guidonia	0,26	0,28	0,31	0,3	54	0,17	59	0,15	58	0,23	59	0,26	60	0,16	41
	Frosinone scalo	0,19	0,19	0,25	0,26	60	0,14	60	0,13	64	0,17	60	0,16	60	0,33	161
	Fontechiari	0,19	0,2	0,21	0,33	114	0,23	92	0,15	90	0,19	75	0,21	90	0,21	171
	Rieti	-	0,22	0,38	0,29	62	0,18	60	0,19	60	0,23	58	0,22	59	0,23	60
	Leonessa	-	0,15	0,15	0,17	55	0,1	52	0,1	53	0,12	60	0,11	53	-	-

Tab. 12: media annua Cd 2009-2017

Ni		Media annua ng/m ³														
		Valore Obiettivo 20 ng/m ³														
Anno di riferimento		2009	2010	2011	2012	Campioni	2013	Campioni	2014	Campioni	2015	Campioni	2016	Campioni	2017	Campioni
Stazione	Cinecittà	2,56	2,17	3,08	2,72	54	2,62	59	2,23	58	2,55	59	3,44	60	2,26	59
	Francia	3,8	2,94	4,15	3,83	60	3,42	60	3,11	64	3,04	60	2,95	60	3,01	60
	Villa Ada	2,66	2,37	2,69	2,87	114	2,07	92	2,13	90	2,3	75	2,16	90	2,02	76
	Colleferro Europa	-	1,68	1,87	1,59	62	1,26	60	2,42	60	1,66	58	2,23	59	1,55	60
	Civitavecchia	-	2,39	3,8	3,25	55	2,02	52	2,22	53	2,25	60	2,87	53	3,10	56
	Ciampino	-	2,37	2,35	2,07	57	2,04	60	2,24	55	2,26	30	3,14	44	2,66	55
	Guidonia	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2,22	26	2,49	47	2,29	41
	Frosinone scalo	-	-	-	2,65	77	2,3	154	1,79	160	2,67	172	2,89	168	2,53	161
	Fontechiari	-	-	-	1,39	60	0,88	137	0,99	156	1,01	168	2,08	170	2,36	171
	Rieti	-	-	-	-	-	-	14	-	7	3,88	21	4,98	57	2,81	60
Leonessa	-	-	-	-	-	-	14	-	21	3,86	69	2,63	14	-	-	

Tab. 13: media annua Ni 2009-2017

As		Media annua ng/m ³														
		Valore Obiettivo 6 ng/m ³														
Anno di riferimento		2009	2010	2011	2012	Campioni	2013	Campioni	2014	Campioni	2015	Campioni	2016	Campioni	2017	Campioni
Stazione	Cinecittà	2,56	2,17	3,08	2,72	54	2,62	59	2,23	58	2,55	59	3,44	60	0,44	59
	Francia	3,8	2,94	4,15	3,83	60	3,42	60	3,11	64	3,04	60	2,95	60	0,43	60
	Villa Ada	2,66	2,37	2,69	2,87	114	2,07	92	2,13	90	2,3	75	2,16	90	0,47	76
	Colleferro Europa	-	1,68	1,87	1,59	62	1,26	60	2,42	60	1,66	58	2,23	59	0,38	60
	Civitavecchia	-	2,39	3,8	3,25	55	2,02	52	2,22	53	2,25	60	2,87	53	0,60	56
	Ciampino	-	2,37	2,35	2,07	57	2,04	60	2,24	55	2,26	30	3,14	44	0,44	55
	Guidonia	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2,22	26	2,49	47	0,37	41
	Frosinone scalo	-	-	-	2,65	77	2,3	154	1,79	160	2,67	172	2,89	168	0,50	161
	Fontechiari	-	-	-	1,39	60	0,88	137	0,99	156	1,01	168	2,08	170	0,50	171
	Rieti	-	-	-	-	-	-	14	-	7	3,88	21	4,98	57	0,60	60
Leonessa	-	-	-	-	-	-	14	-	21	3,86	69	2,63	14	-	-	

Tab. 14: media annua As 2009-2017

Cadmio, arsenico e nichel possono essere aerodispersi a seguito di processi di erosione del suolo o eruzioni vulcaniche, ma gli accumuli in atmosfera si devono a processi industriali: attività minerarie, fonderie, raffinerie, inceneritori di rifiuti o agricoltura.

Dal 2009 a oggi non c'è stato alcun superamento dei valori obiettivo fissati per cadmio, arsenico e nichel, le concentrazioni annue sono anzi molto inferiori a quelle scelte come valore obiettivo.

4. PARTICOLATO ATMOSFERICO

Il particolato atmosferico è l'insieme delle particelle, solide o liquide, in sospensione nell'aria ambiente. Le particelle che lo compongono hanno le più disparate caratteristiche chimiche e fisiche. Le sorgenti di emissione sono sia naturali (spray marino, trasporto avvevativo dal sahara, incendi, pollini ecc.) che antropiche, prevalentemente il traffico, il riscaldamento e alcune lavorazioni industriali. Il particolato può anche originare da reazioni chimiche o fisiche in atmosfera, avere cioè un carattere secondario. Il rischio sanitario legato alle particelle sospese in aria dipende dalla loro concentrazione ma anche dalla loro dimensione: più sono piccole più facilmente raggiungono gli alveoli polmonari. La correlazione tra la presenza di polveri sospese in aria e la manifestazione di malattie croniche delle vie respiratorie assieme all'aumento dell'incidenza del tumore al polmone nelle zone caratterizzate da questo tipo di inquinamento (il PM outdoor è stato inserito dall'IARC tra i cancerogeni di gruppo 1 "agenti sicuramente cancerogeni per l'uomo") hanno portato nel 2010, con il d.lgs. n.155/10, a prevedere dei limiti esclusivamente per la frazione fine del particolato, PM10 e PM2.5. Le frazioni di diametro inferiore del particolato mostrano invece un'incidenza sull'insorgere di malattie infiammatorie, ma non esistono ancora delle concentrazioni di riferimento per queste frazioni.

4.1 PM10

La definizione di PM10 riportata nel d.lgs.155 è "il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 (norma UNI EN 12341), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 10 μm ". Questa definizione introduce una suddivisione prettamente fisica delle diverse categorie di particolato, legata alla capacità di penetrazione nel sistema respiratorio umano che implica una diversificazione del rischio sanitario. In particolare il PM10 rappresenta la frazione inalabile del particolato, le particelle con queste caratteristiche fisiche entrano nell'organismo, da bocca e naso e si fermano a livello della laringe.

La normativa prevede per il PM10 due indicatori di legge: la media annua per l'esposizione della popolazione a lungo termine e il numero di superamenti della concentrazione giornaliera dei 50 $\mu\text{g}/\text{mc}$ per l'esposizione a breve.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Numero superamenti consentiti
PM10	1 anno	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
PM10	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35

Tab. 15: standard di legge del PM10 e relativi valori limite

4.1.1 Media annua

La media annua, come si vede nella tabella ma ancor più nei grafici a seguire, nel periodo 2009-2017 supera il valore limite di 40 $\mu\text{g}/\text{mc}$ solamente nella zona della Valle del Sacco, precisamente nelle stazioni di misura di Colleferro Europa, fino al 2013, di Ceccano e Frosinone Scalo fino a tutto il 2016.

Da tener presente che l'OMS suggerisce come concentrazione di riferimento per il benessere umano 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annuale, limite in cui potrebbe rientrare, forse, la sola zona Appenninica.

PM10		Media annua Valore Limite 40 µg/m ³								
Zona	Centralina	Anno								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IT1211	Acquapendente	-	-	18	17	14	14	15	14	15
	Civita Castellana	28	28	29	28	25	-	-	-	-
	Civita Castellana Petrarca	-	-	-	-	-	-	22	20	20
	Viterbo	24	23	23	23	19	20	20	19	20
	Leonessa	14	12	14	14	11	13	13	12	12
	Rieti	24	22	27	24	21	20	22	21	18
IT1212	Alatri	0	0	36	36	32	30	30	28	26
	Anagni	36	32	34	29	28	29	30	24	23
	Cassino	36	31	40	39	38	34	40	35	25
	Ceccano	-	-	56	48	47	44	47	43	40
	Ferentino	-	-	38	34	34	33	29	25	24
	Fontechiarri	22	19	21	19	18	19	18	17	17
	FR-Mazzini	-	-	33	31	31	30	33	27	25
	FR-scalo	51	47	55	49	50	46	50	43	39
	Colleferro Europa	67	53	38	34	31	31	34	31	30
Colleferro Oberdan	-	-	-	30	27	29	30	27	26	
IT1213	Aprilia	24	22	26	24	21	20	21	19	18
	Gaeta Porto	-	-	-	-	-	22	25	24	22
	LT-De Chirico	-	-	-	-	-	27	28	25	23
	LT-Romagnoli	-	-	-	33	31	-	-	-	-
	LT-scalo	-	-	31	27	25	24	25	23	22
	LT-Tasso	31	30	31	27	25	23	25	23	24
	Civitavecchia	24	22	24	22	21	20	20	20	22
	Civitavecchia Albani	-	-	-	-	23	23	23	23	22
	Fiumicino Porto	-	-	-	-	-	-	-	18	22
	Allumiere	15	13	15	14	10	11	10	11	11
	Campo Oro	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	Fiumaretta	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	Monte Romano	-	-	-	-	-	-	-	-	16
S. Agostino	-	-	-	-	-	-	-	-	16	
IT1215	Villa Ada	27	24	27	24	23	24	26	25	25
	Arenula	35	30	32	30	28	28	29	26	24
	Bufalotta	28	27	32	28	24	27	29	28	27
	Tenuta del Cavaliere	-	-	29	28	26	24	27	25	23
	Ciampino	34	33	36	32	29	28	32	29	28
	Cinecittà	34	30	35	35	31	30	35	30	28
	Cipro	31	29	30	27	26	28	28	26	23
	Fermi	39	34	35	33	33	31	31	29	29
	Corso Francia	40	37	39	36	33	31	32	29	27
	Largo Magna Grecia	37	30	34	32	29	29	31	30	28
	Castel di Guido	-	-	25	24	21	21	22	20	19
	Guidonia	29	26	29	27	25	26	28	24	23
	Malagrotta	-	-	27	28	26	24	24	23	22
	Preneste	35	32	37	34	31	31	33	30	31
Tiburtina	38	33	38	37	32	31	34	32	31	

Tab. 16: media annua PM10 2009-2017

La media annua è minore in zona Appenninica e Litoranea (Figura 8 e Figura 10), più elevata nell'Agglomerato di Roma (Figura 11) e ancora di più in Valle del Sacco (Figura 9) dove supera anche il valore limite in alcune stazioni. Questa differente modulazione della concentrazione nelle zone è dovuta sia alla differenza nelle emissioni, maggiori nelle zone più densamente popolate, sia alle differenze nella capacità disperdente dell'atmosfera, questa infatti è molto più elevata nelle zone costiere rispetto a quelle vallive.

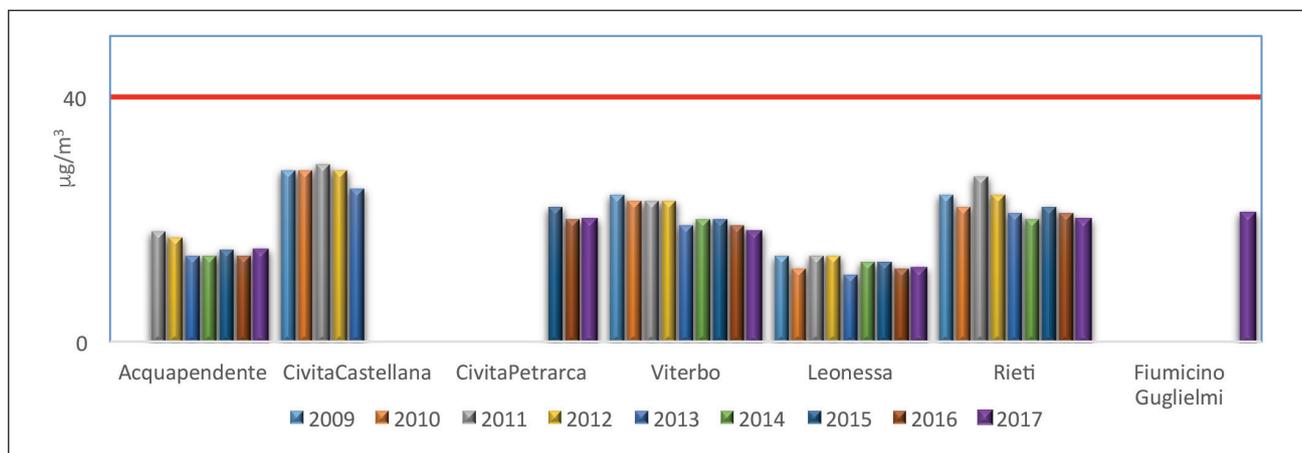


Fig. 8: zona Appenninica PM10 - media annua

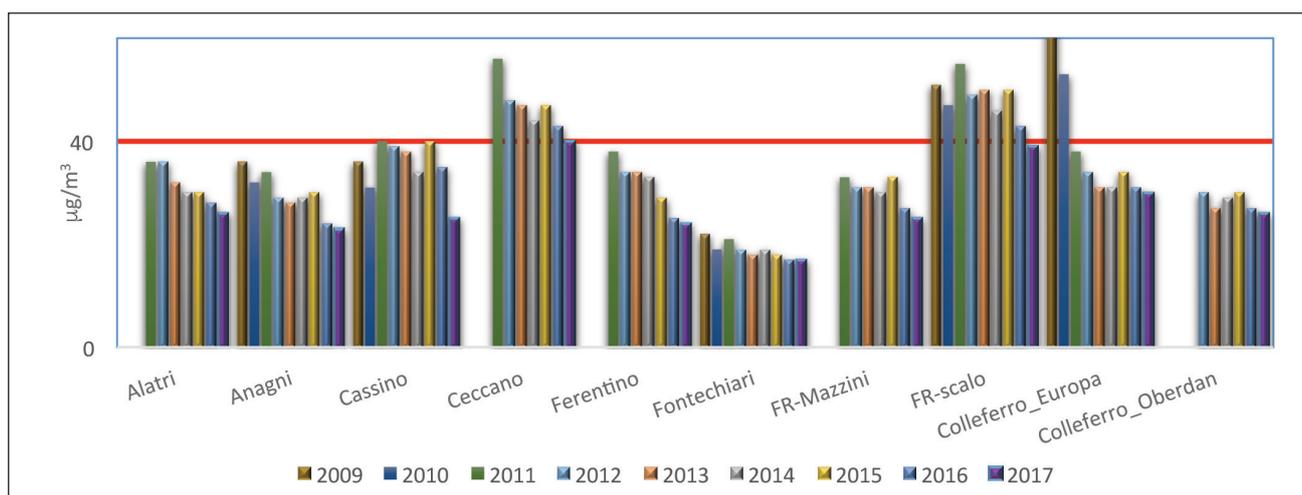


Fig. 9: zona Valle del Sacco PM10 - media annua

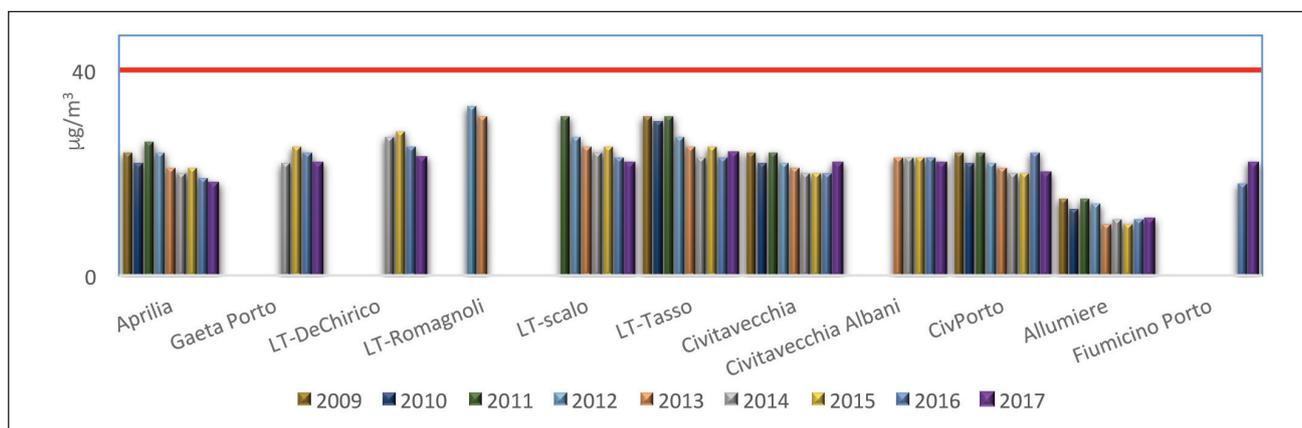


Fig. 10: zona Litoranea PM10 - media annua

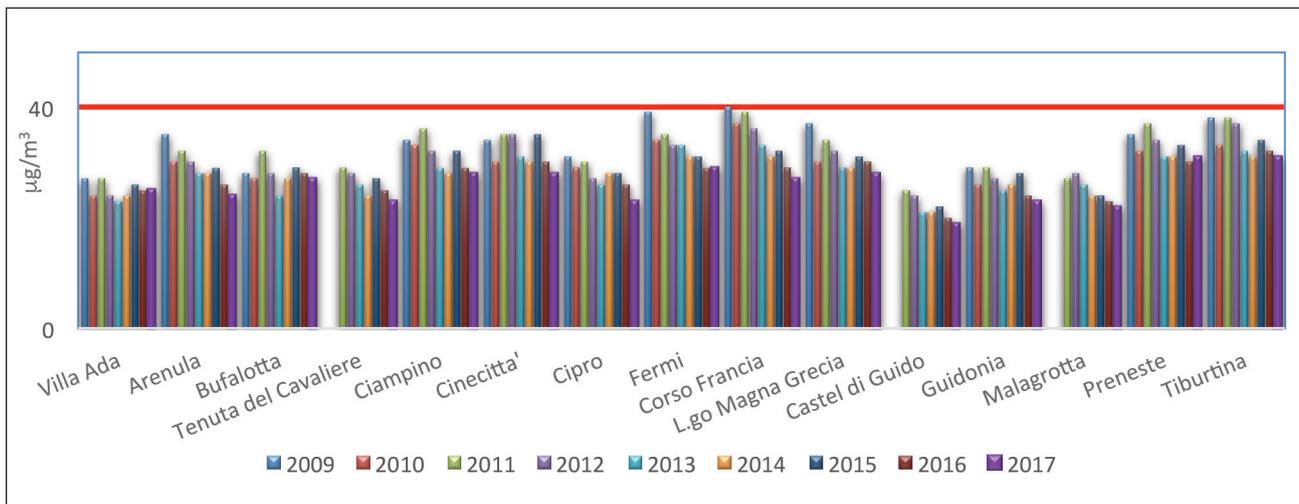


Fig. 11: Agglomerato di Roma PM10 - media annua

In ognuna delle zone è evidente una diminuzione, sia per le stazioni di fondo che orientate al traffico, della concentrazione media annua dal 2009 ad oggi, più marcata nei primi anni (fino al 2013 circa). Questa diminuzione delle concentrazioni è dovuta alle diminuzione delle emissioni da trasporto su strada coadiuvata dall'adozione di filtri anti particolato.

In ogni zona i valori di concentrazione per la media annua delle centraline di fondo differiscono da quelle orientate al traffico, anche di cinque punti, tranne che nell'agglomerato di Roma dove i valori sono più omogenei, come evidenziato in Figura 12 dove sono graficate a confronto le concentrazioni medie annue di una centralina di fondo e due da traffico nelle due zone più critiche della regione, a sinistra Valle del Sacco e a destra Agglomerato di Roma.

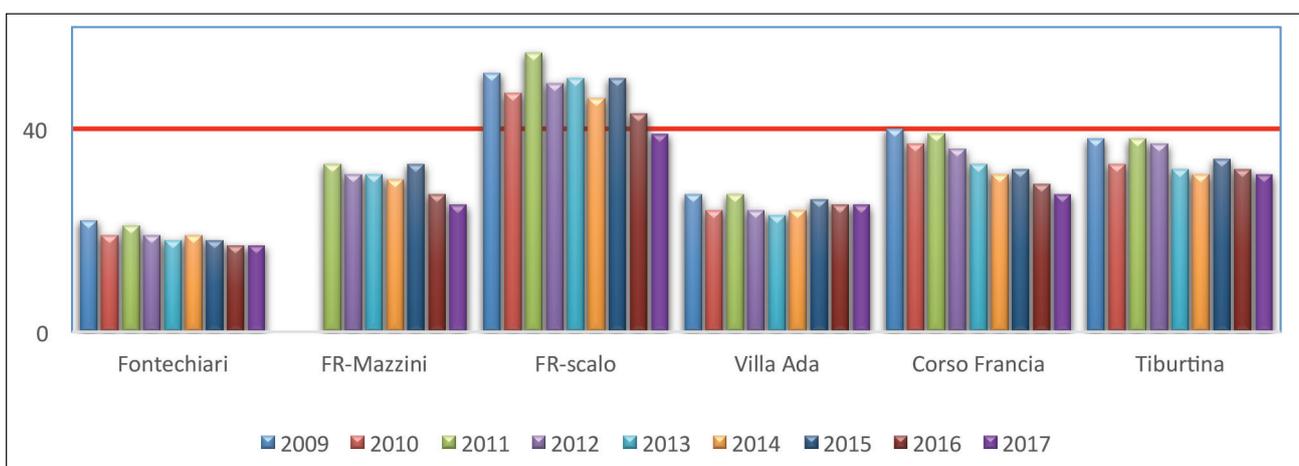


Fig. 12: PM10 media annua 2009-2017 confronto fondo-traffico
Valle del Sacco - Agglomerato di Roma

4.1.2 PM10 superi media giornaliera

Nella Tabella 17 viene riportato il numero di giorni di superamento dei 50 µg/m³ giornalieri del PM10 per ogni centralina della rete di monitoraggio.

PM10 Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 µg/m ³ max 35 anno										
Zona	Centralina	Anno								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IT1211	Acquapendente	-	-	1	0	0	1	0	0	0
	Civita Castellana	16	19	29	18	20	-	-	-	-
	Civita Castellana Petrarca	-	-	-	-	-	-	19	9	9
	Viterbo	5	4	4	3	1	7	0	1	0
	Leonessa	1	0	1	0	0	5	0	1	0
	Rieti	11	8	24	22	22	12	11	17	9
IT1212	Alatri	0	17	77	77	65	52	57	49	35
	Anagni	46	18	38	28	25	30	28	13	9
	Cassino	63	47	69	75	63	57	70	57	31
	Ceccano	-	-	110	118	97	110	121	89	89
	Ferentino	-	-	65	63	53	52	42	26	19
	Fontechiari	4	2	11	2	1	10	3	2	3
	FR-Mazzini	-	-	53	57	47	46	59	36	22
	FR-scalo	122	108	108	120	112	110	115	85	93
	Colleferro Europa	67	53	74	54	56	49	60	44	40
Colleferro Oberdan	-	-	-	28	28	33	38	23	19	
IT1213	Aprilia	5	4	10	8	4	2	5	1	1
	Gaeta Porto	-	-	-	-	-	11	14	16	6
	LT-De Chirico	-	-	-	-	-	26	31	13	12
	LT-Romagnoli	-	-	-	41	33	0	0	0	-
	LT-scalo	-	-	25	14	13	11	15	6	4
	LT-Tasso	26	28	35	18	18	16	25	9	8
	Civitavecchia	5	0	5	3	1	4	0	1	2
	Civitavecchia Albani	-	-	-	-	4	9	4	2	2
	Fiumicino Porto	-	-	-	-	-	-	-	3	0
	Allumiere	2	0	2	0	0	2	0	0	0
	Campo Oro	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Fiumaretta	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Monte Romano	-	-	-	-	-	-	-	-	0
S. Agostino	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
IT1215	Villa Ada	12	8	24	9	16	14	27	17	12
	Arenula	34	15	31	18	25	28	33	11	6
	Bufalotta	18	8	37	16	9	23	32	23	21
	Tenuta del Cavaliere	-	-	17	12	26	17	22	16	3
	Ciampino	48	35	58	43	32	27	43	35	25
	Cinecittà	46	32	55	53	40	40	65	33	20
	Cipro	28	20	33	19	23	32	36	17	11
	Fermi	61	27	44	30	28	33	31	17	13
	Corso Francia	67	38	68	57	41	36	43	24	11
	Largo Magna Grecia	42	13	37	29	29	32	41	26	17
	Castel di Guido	-	-	9	5	3	4	0	3	1
	Guidonia	26	13	27	15	26	16	26	15	7
	Malagrotta	-	-	27	23	30	26	18	13	9
	Preneste	45	35	62	45	39	40	57	29	26
Tiburtina	62	39	69	50	41	43	54	41	26	

Tab. 17: superamenti valore limite giornaliero del PM10 2009-2017

Nelle figure 13, 14, 15 e 16 vengono riportati i medesimi dati della Tabella 17, ma suddivisi per zona di appartenenza.

Il numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero nel Lazio aumenta passando dalla zona Appenninica alla Litoranea, all'Agglomerato di Roma ed è massimo in Valle del Sacco.

In zona Appenninica non sono mai stati ecceduti i 35 superamenti annui, nella Litoranea vi è un solo caso nel 2012 per la centralina di Latina Romagnoli con 41 superamenti del VL giornaliero, nell'Agglomerato di Roma più centraline per più anni contano più di 35 superamenti rientrando nei limiti legislativi solo nel 2017, in Valle del Sacco sussiste la situazione peggiore: eccezion fatta per Fontechiari, tutte le centraline sono state negli anni fuori norma con situazioni quali Ceccano e Frosinone Scalo che anche nel 2017 registrano più del doppio dei superamenti consentiti.

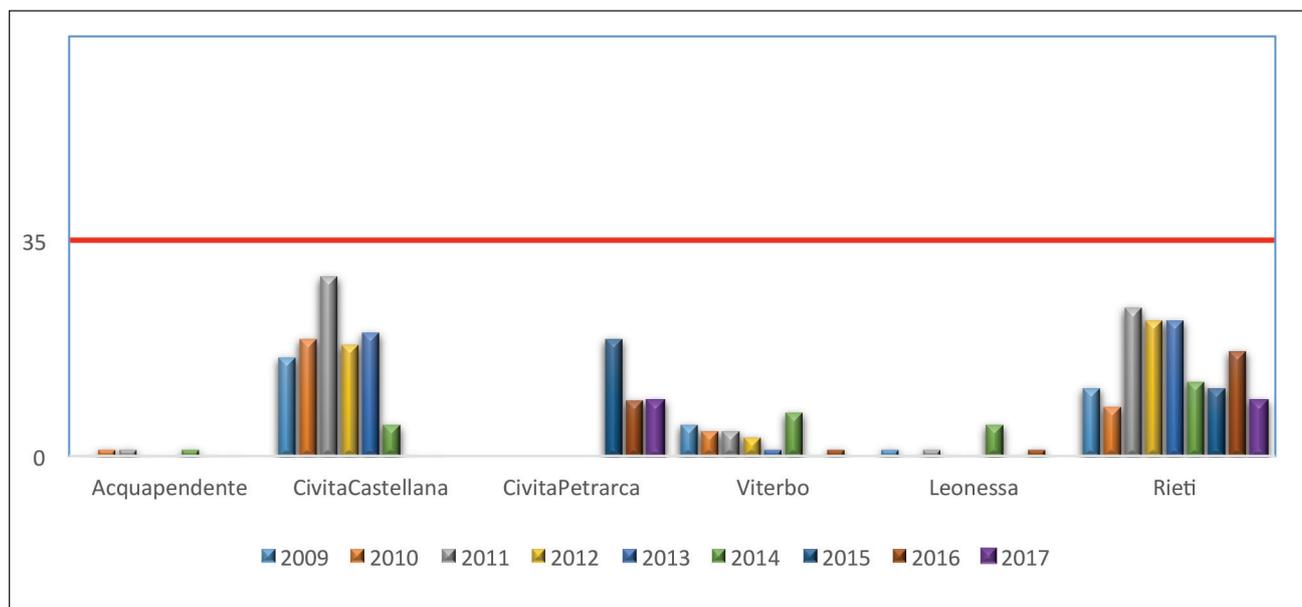


Fig. 13: zona Appenninica PM10 - superi VL giornaliero 2009-2017

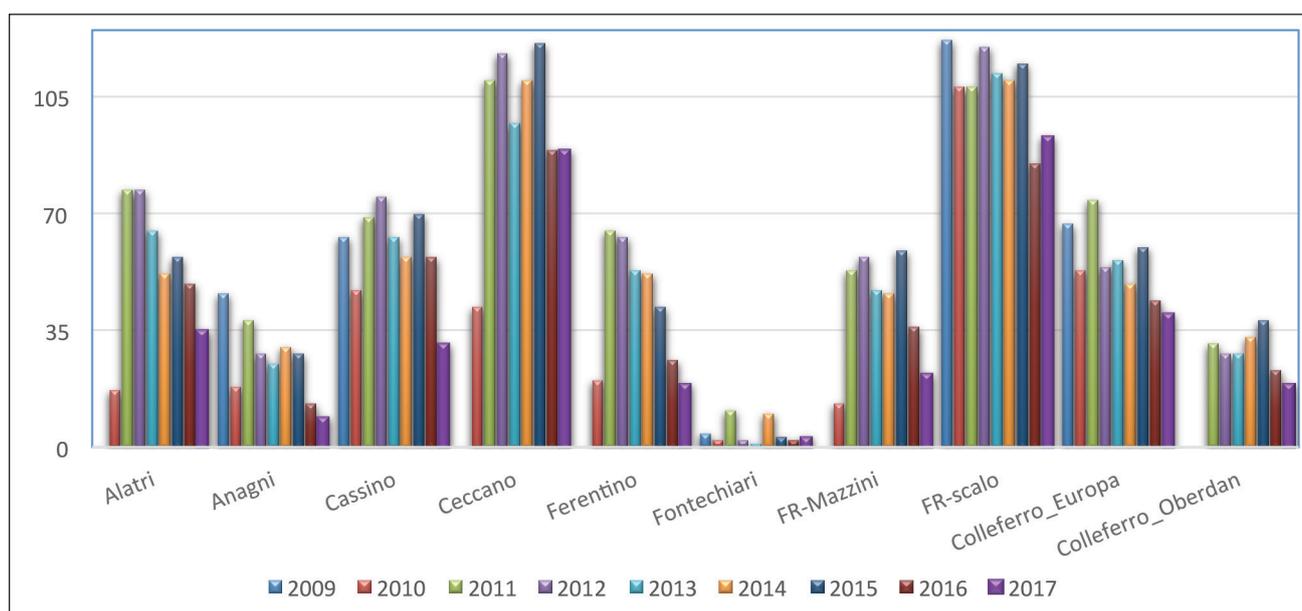


Fig. 14: Valle del Sacco PM10 - superi VL giornaliero 2009-2017

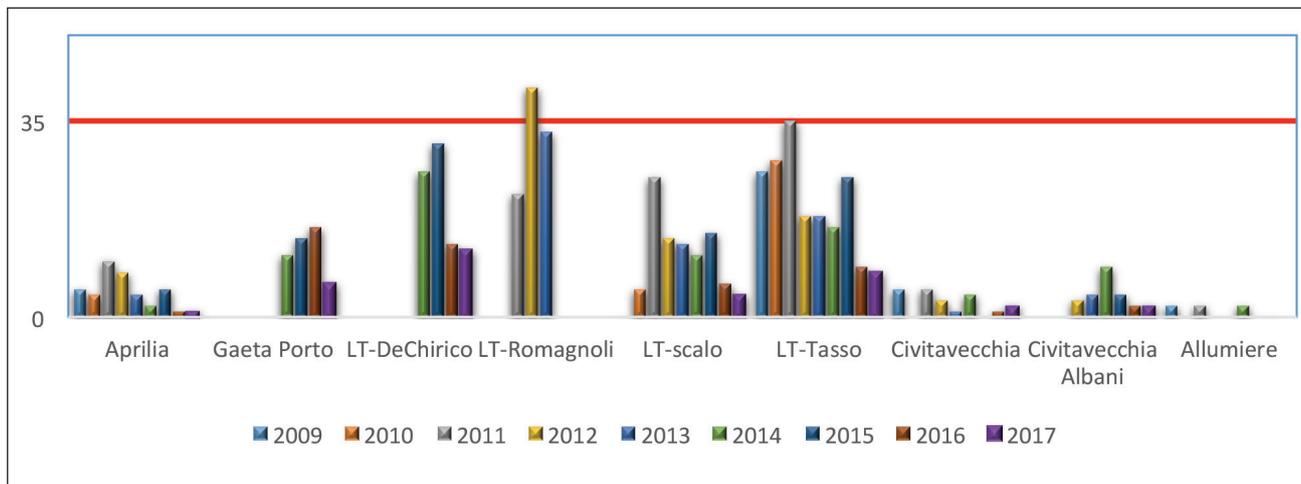


Fig. 15: zona Litoranea PM10 - superi VL giornaliero 2009-2017

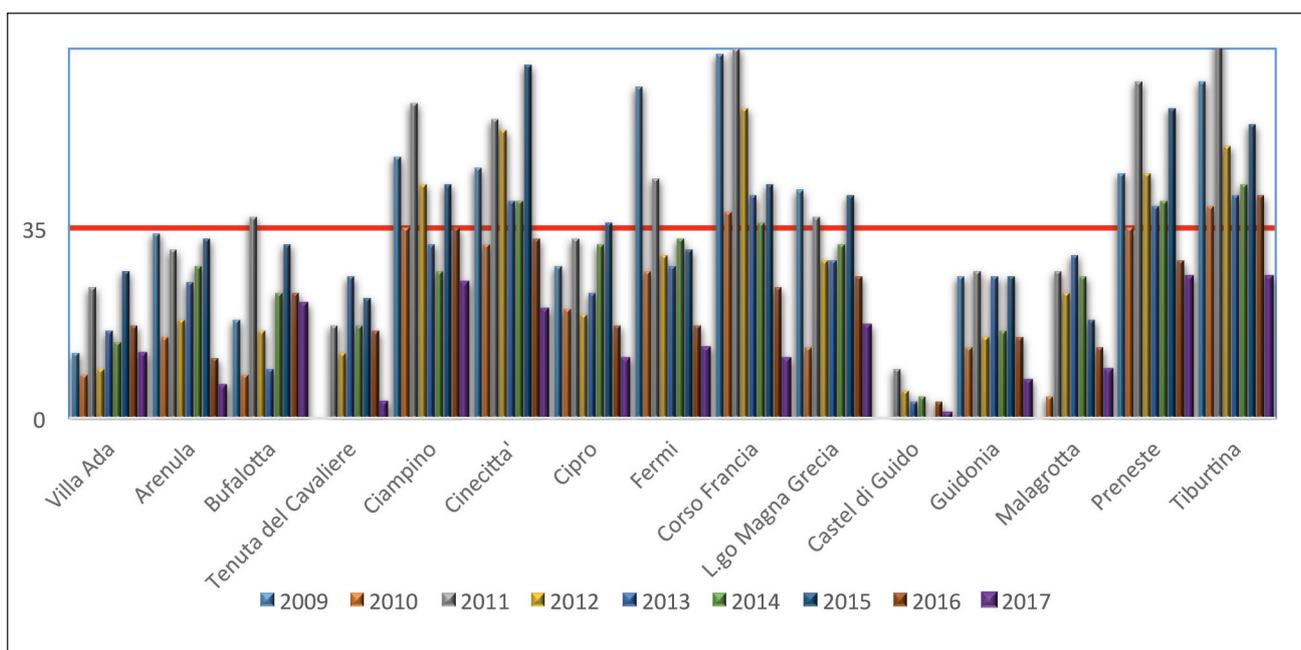


Fig. 16: Agglomerato di Roma PM10 - superi VL giornaliero 2009-2017

Tra il 2009 e il 2017 c'è una generale diminuzione del numero di superamenti nella regione ma con un andamento non univoco negli anni: l'indicatore presenta una variabilità più marcata della media annua in quanto risente maggiormente delle variazioni stagionali.

In ogni zona la differenza sostanziale nel numero di superi è dettata più che dalla tipologia della centralina, di fondo o da traffico, dalla sua ubicazione rurale, suburbana o urbana, poiché il traffico non è l'unica fonte di PM10 e poiché le condizioni di accumulo di breve periodo riguardano spesso interi contesti urbani.

4.2 PM2.5

La definizione legislativa del PM2.5 è analoga a quella del PM10, considerando però un diametro aerodinamico di 2.5 µm anziché di 10 µm; la definizione individua questa frazione più fine che è "respirabile" ovvero passa la barriera tracheo-bronchiale raggiungendo anche gli alveoli polmonari.

Il d.lgs. 155/2010 ha introdotto l'obbligo di valutare la qualità dell'aria anche con riferimento a questa frazione fine o respirabile del materiale particolato; Il valore limite fissato per il PM2.5 (Tabella 18) è di 25 µg/m³ da raggiungere nel 2015.

In una seconda fase era stato previsto di portare tale valore limite a 20 µg/m³, ma poiché le concentrazioni annue sono ancora superiori ai 25 µg/m³ diffusamente nella nazione, non è ancora fissato l'orizzonte temporale per questa ulteriore diminuzione.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite
PM2.5	1 anno	25 µg/m ³

Tab. 18: standard di legge e relativo valore limite per il PM2.5

La maggior parte degli analizzatori di PM2.5 è in funzione dal 2011, come si può vedere in Tabella 19, dove sono riportate tutte le medie annue disponibili nel periodo 2009-2017.

PM2.5		Media annua Valore Limite 25 µg/m ³								
Zona	Centralina	Anno								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IT1211	Acquapendente	-	-	13	12	10	9	10	9	10
	Viterbo	-	-	14	13	11	11	12	11	11
	Leonessa	-	-	10	10	8	8	10	9	9
	Rieti	-	-	19	16	15	14	17	15	13
IT1212	Cassino	-	-	27	26	29	19	27	27	18
	Fontechiari	16	15	17	15	14	14	15	12	12
	FR-Mazzini	-	-	25	23	24	21	26	19	17
IT1213	LT-scalo	-	-	19	17	16	15	16	13	13
	Fiumicino Villa Guglielmi	-	-	-	-	-	-	-	-	12
	Campo Oro	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	Fiumaretta	-	-	-	-	-	-	-	-	10
IT1215	Villa Ada	18	17	21	18	16	14	16	15	15
	Arenula	19	17	20	19	17	16	17	16	13
	Tenuta del Cavaliere	-	-	19	18	18	16	18	16	15
	Cinecittà	-	-	22	21	19	17	22	18	17
	Cipro	19	18	21	19	16	15	17	14	14
	Corso Francia	23	23	26	22	20	19	21	17	16
	Castel di Guido	-	-	17	15	13	13	15	11	11
	Guidonia	-	-	19	16	16	15	18	15	13
Malagrotta	-	-	19	19	17	16	17	15	14	

Tab. 19: media annua PM2.5 - 2009-2017

Nelle figure 16, 17, 18 e 19 si riportano gli andamenti della concentrazione media annua di PM2.5 per le diverse zone del Lazio per il periodo 2009-2017.

L'andamento della concentrazione media annua è decrescente negli anni in ognuna delle zone del Lazio, più marcatamente in Valle del Sacco e Agglomerato di Roma, con una discontinuità nel 2015, anno in cui le condizioni metereologiche hanno portato all'innalzamento di concentrazione per ogni inquinante.

Nel periodo considerato, sforamenti del limite consentito si registrano nell'Agglomerato di Roma solo a corso Francia nel 2011 e nella zona della Valle del Sacco, a Frosinone Mazzini per un paio di anni e, più estesamente, a Cassino.

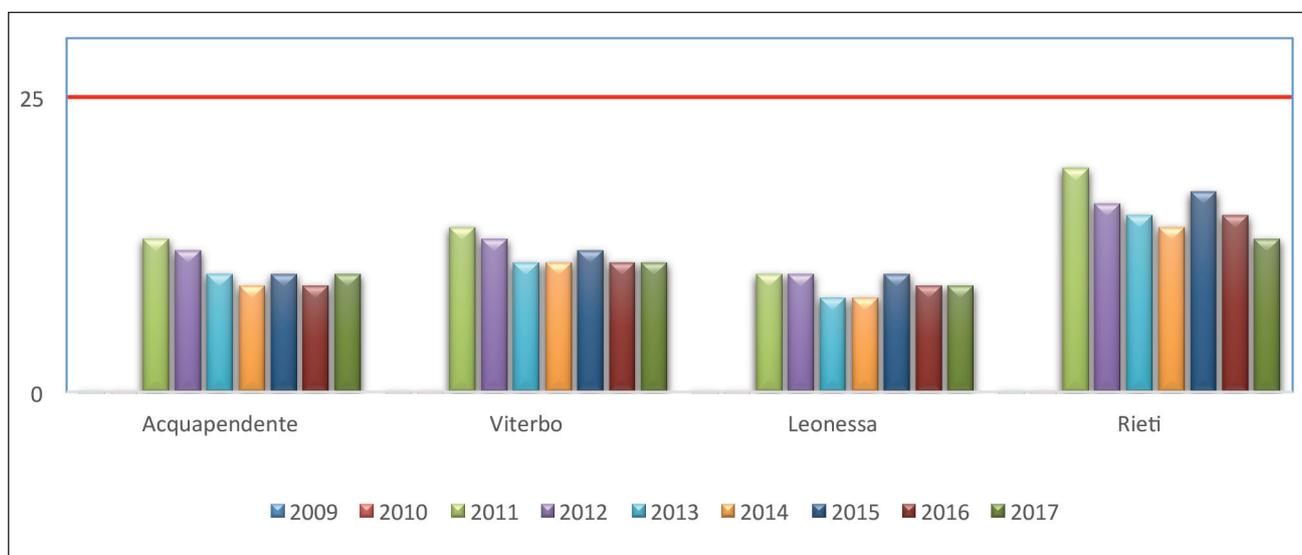


Fig. 17: zona Appenninica PM2.5 - media annua 2009-2017

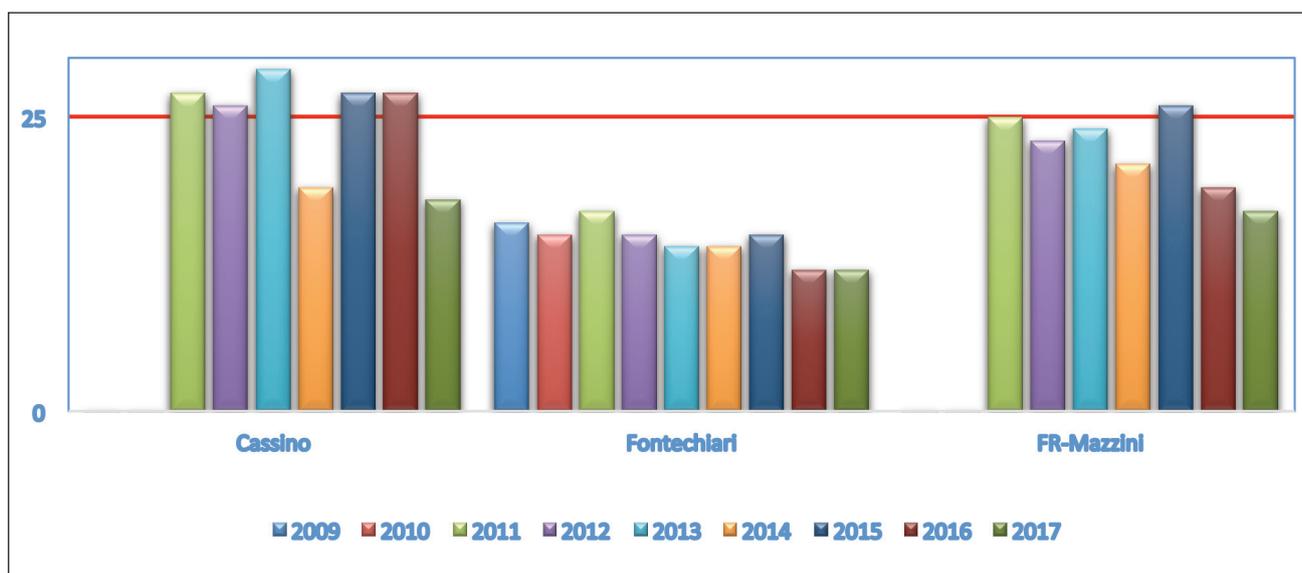


Fig. 18: zona Valle del Sacco PM2.5 - media annua 2009-2017



Fig. 19: zona Litoranea PM2.5 - media annua 2009-2017

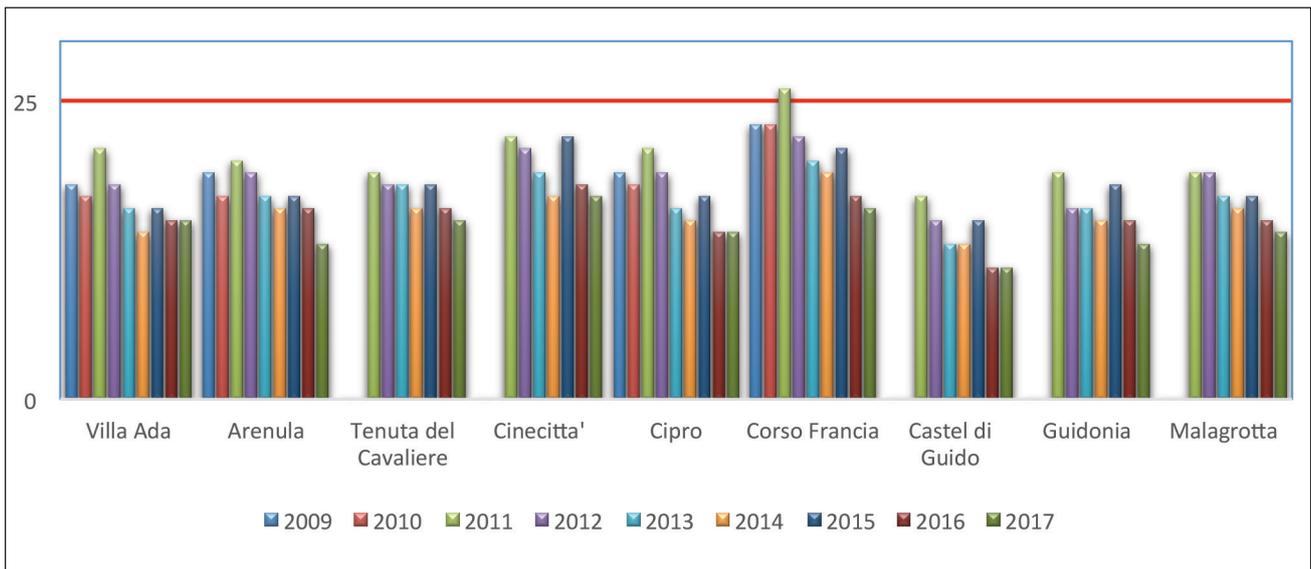


Fig. 20: Agglomerato di Roma PM2.5 - media annua 2009-2017

Analogamente a quanto detto per il PM10, la diminuzione delle concentrazioni è dovuta alle politiche stringenti sull'emissione da traffico soprattutto per i veicoli diesel.

5. BIOSSIDO DI AZOTO

Il biossido di azoto (NO₂) è un gas tossico, generato direttamente in atmosfera da sorgenti naturali (vulcani, temporali o suoli) o antropiche (combustioni: da automobili, da industrie, da impianti di produzione di energia elettrica, di riscaldamento civile e di incenerimento) o prodotto secondariamente dall'ossidazione del monossido di azoto (NO).

L'NO₂, oltre a essere tossico in concentrazioni più elevate, entra nella formazione dello smog fotochimico (è uno dei precursori sia dell'ozono troposferico sia del particolato fine), nel processo di eutrofizzazione e di formazione delle piogge acide.

Per ciò che riguarda la protezione della salute umana il d.lgs.155 prevede uno standard di breve periodo per le concentrazioni orarie e uno di lungo periodo sull'anno civile (Tabella 20).

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Numero superamenti consentiti
NO₂	1 ora	200 µg/m ³	18
NO₂	Anno civile	40 µg/m ³	-

Tab. 20: standard di legge e relativo valore limite per l'NO₂

5.1 Media annua

Gli analizzatori di NO₂, come anche quelli del PM10, sono praticamente in ogni centralina della rete fissa di monitoraggio. In Tabella 21 sono riportate tutte le medie annue registrate dal 2009 al 2017.

NO ₂		Media annua Valore Limite 40 µg/m ³								
Zona	Centralina	Anno								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IT1211	Acquapendente	-	-	8	7	6	6	6	6	7
	Civita Castellana	43	36	39	37	26	-	-	-	-
	Civita Castellana Petrarca	-	-	-	-	-	-	12	17	15
	Viterbo	34	31	36	34	28	29	26	27	28
	Leonessa	10	8	7	7	6	5	6	5	7
	Rieti	30	24	26	26	24	21	24	21	23
IT1212	Alatri	45	41	49	46	44	39	39	37	38
	Anagni	41	34	36	34	26	27	28	29	28
	Cassino	46	45	52	50	40	36	40	39	39
	Ceccano	32	33	36	32	34	34	34	30	30
	Ferentino	48	49	54	47	40	39	30	19	19
	Fontechiari	8	8	8	7	7	6	6	5	6
	FR-Mazzini	-	-	33	30	27	23	29	27	28
	FR-scalo	51	48	48	45	42	41	43	40	40
Colleferro Europa	42	34	39	33	30	26	30	30	32	

NO2		Media annua Valore Limite 40 µg/m ³								
Zona	Centralina	Anno								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IT1213	Colleferro Oberdan	45	40	44	34	30	26	29	30	31
	Aprilia	28	23	23	21	23	20	24	19	22
	LT-Romagnoli	70	59	60	58	54	-	-	-	-
	LT-De Chirico	-	-	-	-	-	30	28	28	30
	LT-scalo	52	43	45	32	31	29	30	24	27
	LT-Tasso	37	32	31	31	32	29	29	25	21
	Civitavecchia	26	25	30	27	25	22	22	22	21
	Civitavecchia Albani	-	-	-	-	30	26	30	29	26
	Civitavecchia Porto	-	-	-	-	-	-	-	-	26
	Civitavecchia via Roma	-	-	-	-	-	-	-	-	39
	Fiumicino Porto	-	-	-	-	-	-	-	29	20
	Fiumicino Villa Guglielmi	-	-	-	-	-	-	-	-	29
	Allumiere	10	11	11	10	9	9	9	9	8
	Campo Oro	-	-	-	-	-	-	-	-	12
	Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	10
	Fiumaretta	-	-	-	-	-	-	-	-	17
Monte Romano	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
S. Agostino	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
IT1215	Villa Ada	37	42	44	35	40	30	31	40	40
	Arenula	64	50	58	53	54	45	49	46	45
	Bufalotta	48	42	48	39	37	35	41	39	37
	Tenuta del Cavaliere	32	35	51	45	38	24	27	26	28
	Ciampino	44	37	43	38	34	34	39	35	37
	Cinecitta	48	49	53	45	42	35	40	41	41
	Cipro	54	57	60	53	49	43	46	47	47
	Fermi	78	76	78	70	67	64	64	65	62
	Corso Francia	82	76	78	73	66	65	61	59	60
	Largo Magna Grecia	72	64	70	65	67	64	65	62	62
	Castel di Guido	17	14	19	16	23	14	14	13	12
	Guidonia	36	30	37	33	29	26	26	27	28
	Malagrotta	-	25	32	25	22	21	22	22	20
	Preneste	51	45	51	47	41	38	44	41	42
Tiburtina	70	59	71	63	57	50	53	51	54	

Tab. 21: media annua NO2 - 2009-2017

Nelle figure 21, 22, 23 e 24 sono riportate le medie annuali 2009-2017 suddivise per zona, per una migliore lettura dei risultati dei monitoraggi.

La media annuale dell'NO₂ nel periodo analizzato scende dal 2009 fino al 2013 per poi rimanere, nella gran parte dei casi, quasi allo stesso livello.

I valori delle concentrazioni sono minori in Zona Appenninica, dove sia la densità abitativa che le fonti industriali sono minori e salgono gradualmente passando alla zona Litoranea, a quella appenninica e diventando massime nell' Agglomerato di Roma.

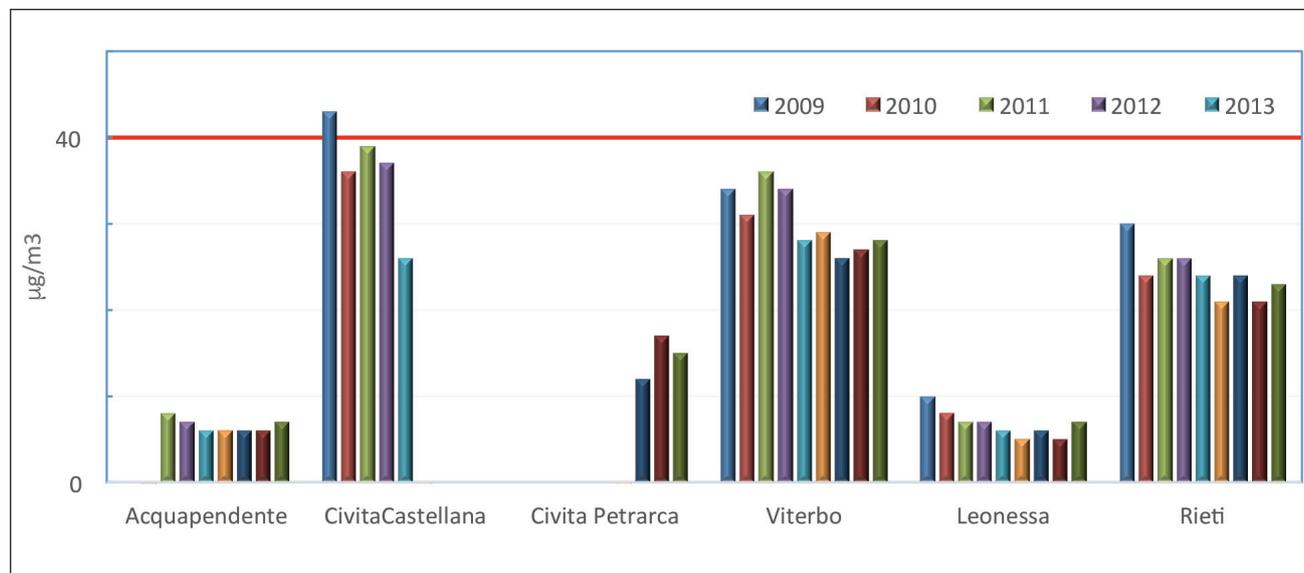


Fig. 21: zona Appenninica NO₂ - media annua 2009-2017

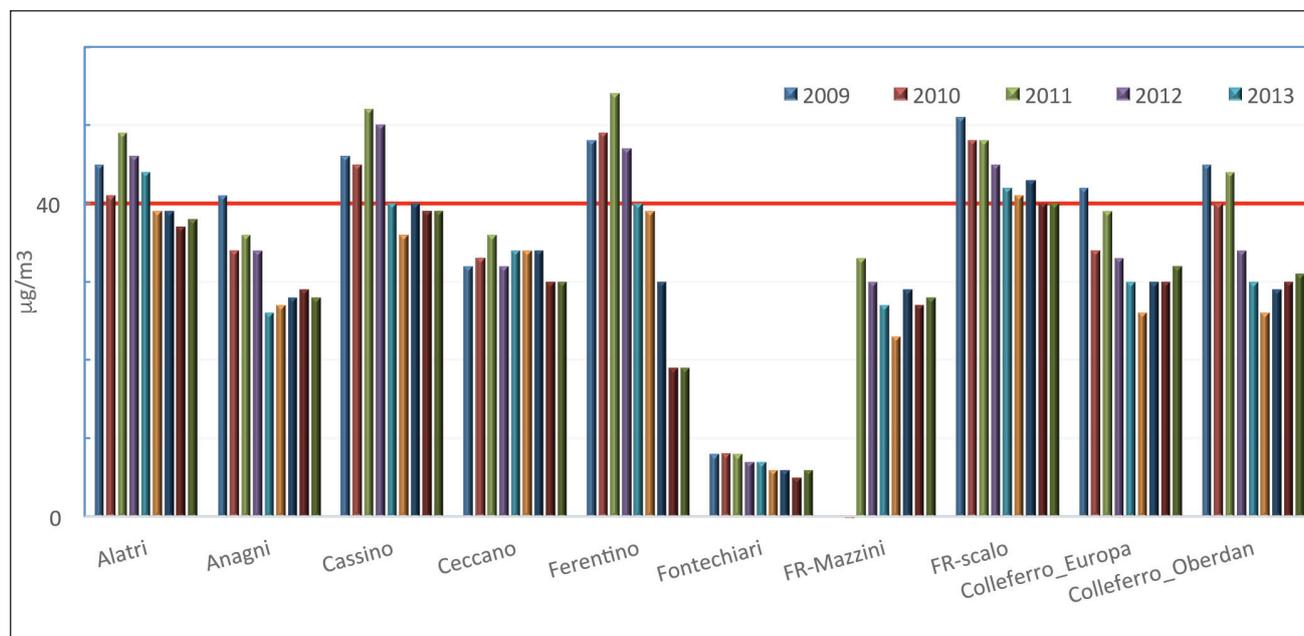


Fig. 22: zona Valle del Sacco NO₂ - media annua 2009-2017

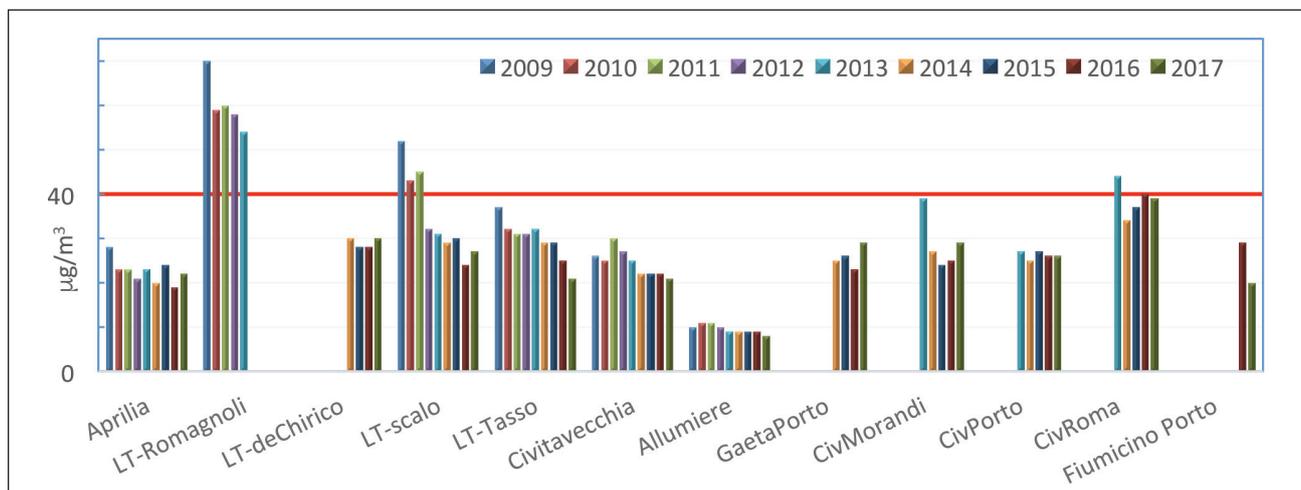


Fig. 23: zona Litoranea NO₂ - media annua 2009-2017

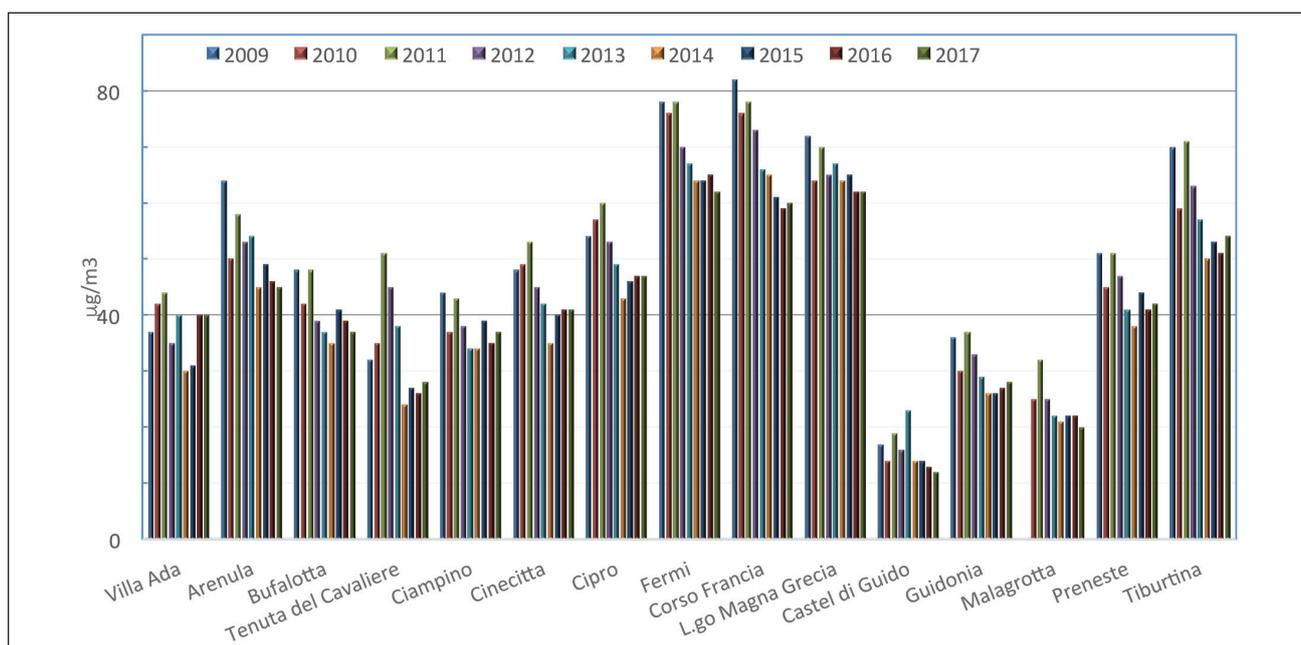


Fig. 24: Agglomerato di Roma NO₂ - media annua 2009-2017

Nei primi anni ci sono superamenti del valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle centraline di ogni zona del Lazio mentre dal 2013 il valore della concentrazione media annua è superiore al limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in due zone: in Valle del Sacco, solo per la centralina di Frosinone Scalo, e nell'agglomerato di Roma in diverse centraline poste nel contesto urbano.

5.2 Superamenti del valore orario

Lo standard fissato sul numero di superamenti dei $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione oraria di NO₂ è pensato per dar conto di situazioni di accumulo locale.

Nella Tabella 22 sono riportati i superamenti registrati nelle centraline della rete di monitoraggio regionale dal 2009 al 2017.

NO2		Numero di giorni di Superamento del Valore Limite orario di 200 µg/m3								
Zona	Centralina	Anno								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IT1211	Acquapendente	-	-	0	0	0	0	0	0	0
	Civita Castellana	0	0	3	2	1	-	-	-	-
	Civita Castellana Petrarca	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	Viterbo	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	Leonessa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rieti	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IT1212	Alatri	0	0	8	0	1	0	4	4	0
	Anagni	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Cassino	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ceccano	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Ferentino	0	0	9	3	1	0	0	0	0
	Fontechiari	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FR-Mazzini	-	-	0	0	0	0	0	0	0
	FR-scalo	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colleferro Europa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colleferro Oberdan	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IT1213	Aprilia	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	LT-Romagnoli	4	4	6	3	1	-	-	-	-
	LT-De Chirico	-	-	-	-	-	0	0	0	0
	LT-scalo	1	0	2	0	0	0	0	0	0
	LT-Tasso	1	2	0	0	0	0	0	0	0
	Civitavecchia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Civitavecchia Albani	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	Civitavecchia Porto	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Civitavecchia via Roma	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Fiumicino Porto	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	Fiumicino Villa Gugliemi	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Allumiere	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Campo Oro	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Faro	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Fiumaretta	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Monte Romano	-	-	-	-	-	-	-	-	0
S. Agostino	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
IT1215	Villa Ada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arenula	0	1	11	7	18	0	1	1	0
	Bufalotta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tenuta del Cavaliere	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ciampino	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cinecittà	3	1	19	10	4	0	4	4	1
	Cipro	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fermi	24	21	49	27	5	2	7	7	1
	Corso Francia	2	1	3	1	0	0	1	1	2
	Largo Magna Grecia	4	1	16	11	7	0	1	1	1
	Castel di Guido	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guidonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Malagrotta	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Preneste	2	0	3	3	0	0	0	0	0
Tiburtina	12	15	28	22	21	4	8	8	14	

Tab. 22: giorni di superamento del VL orario NO2 - 2009-2017

Nella Figura 25 viene riportato il numero di superi del valore limite orario dell'NO₂ nel periodo 2009-2017, sono graficate solamente le stazioni che hanno registrato almeno un superamento in questo lasso temporale. È evidente dal grafico che la situazione peggiore per gli accumuli isolati di NO₂ è nell'Agglomerato di Roma, particolarmente nell'area urbana. Tra le stazioni che registrano dei superi orari, quelle che ne contano più dei 18 consentiti dalla legge si trovano nell'Agglomerato di Roma: Cinecittà, Fermi e Tiburtina, negli anni tra il 2011 e il 2013.

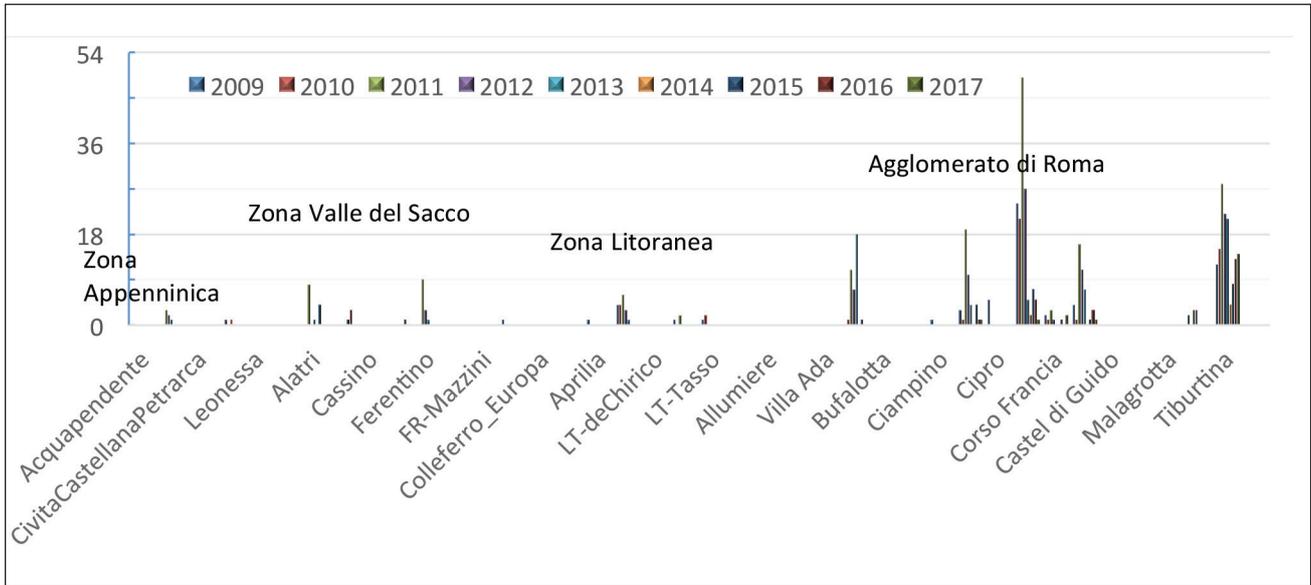


Fig. 25: Lazio NO₂ - numero di superi VL orario 2009-2017

6. OZONO

L'ozono è un gas presente naturalmente nella stratosfera dove svolge una funzione di schermo per la radiazione ultravioletta del sole, mentre nella troposfera è un inquinante poiché in elevate concentrazioni può irritare occhi e mucose, favorisce l'insorgenza di disturbi sanitari nella popolazione e in particolare peggiora le patologie di soggetti con malattie respiratorie croniche. L'inquinante ha, inoltre, un'incidenza provata su agricoltura e fauna, oltre a danneggiare infrastrutture e monumenti.

L'ozono non è direttamente emesso in atmosfera, ma è un inquinante secondario che si forma con complesse reazioni fotochimiche tra i gas precursori quali gli NO_x , la CO e gli NMVOC.

L'ozono è un inquinante fotochimico che si forma quando la radiazione solare reagisce con inquinanti già presenti nell'aria, detti "precursori dell'ozono" (tipicamente ossidi di azoto e composti organici volatili). I periodi più critici sono quelli primaverili ed estivi, poiché il forte irraggiamento solare favorisce le reazioni fotochimiche che generano l'ozono.

La Commissione Europea ha constatato come dagli anni '90, nonostante gli Stati membri abbiano ridotto le emissioni dei precursori dell'ozono, le concentrazioni di ozono nel continente non mostrano un'univoca diminuzione.

Il d.lgs. n.155/2010 prevede diversi indicatori per l'ozono in atmosfera che sono riportati nella Tabella 23, in questa analisi non si affronteranno gli standard per la protezione delle foreste.

Standard di legge	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Numero superamenti consentiti
Valore obiettivo protezione della salute umana	Massima media su 8h consecutive nell'anno	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
AOT40-Valore obiettivo protezione della vegetazione	Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 5 anni	-
Obiettivo a lungo termine protezione della salute umana	Massima media su 8h consecutive nell'anno	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
AOT40-Obiettivo a lungo termine protezione delle foreste	Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Soglia di informazione	1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Soglia di allarme	1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-

Tab. 23: standard di legge e valori limite dell'O₃

6.1 Soglia di informazione e di allarme

Le soglie di informazione e di allarme sono state istituite per tutelare i cittadini dagli effetti irritanti e tossici dell'O₃ a elevate concentrazioni.

La soglia di allarme è il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso, è necessario adottare provvedimenti immediati se si raggiunge. Negli anni 2009-2017 non si è mai registrato un valore di concentrazione superiore alla soglia di allarme per nessuna centralina dotata di analizzatore di ozono nella rete di monitoraggio del Lazio.

La soglia di informazione è il livello oltre il quale esiste un rischio per la salute di alcuni gruppi sensibili della popolazione in caso di esposizione di breve durata, è necessario quindi assicurare informazioni adeguate e tempestive in tal senso. I superamenti della soglia di informazione sono sporadici negli anni, generalmente limitati a qualche unità con alcune eccezioni per le stazioni rurali e maggiormente in quota, come si vede in Figura 26.

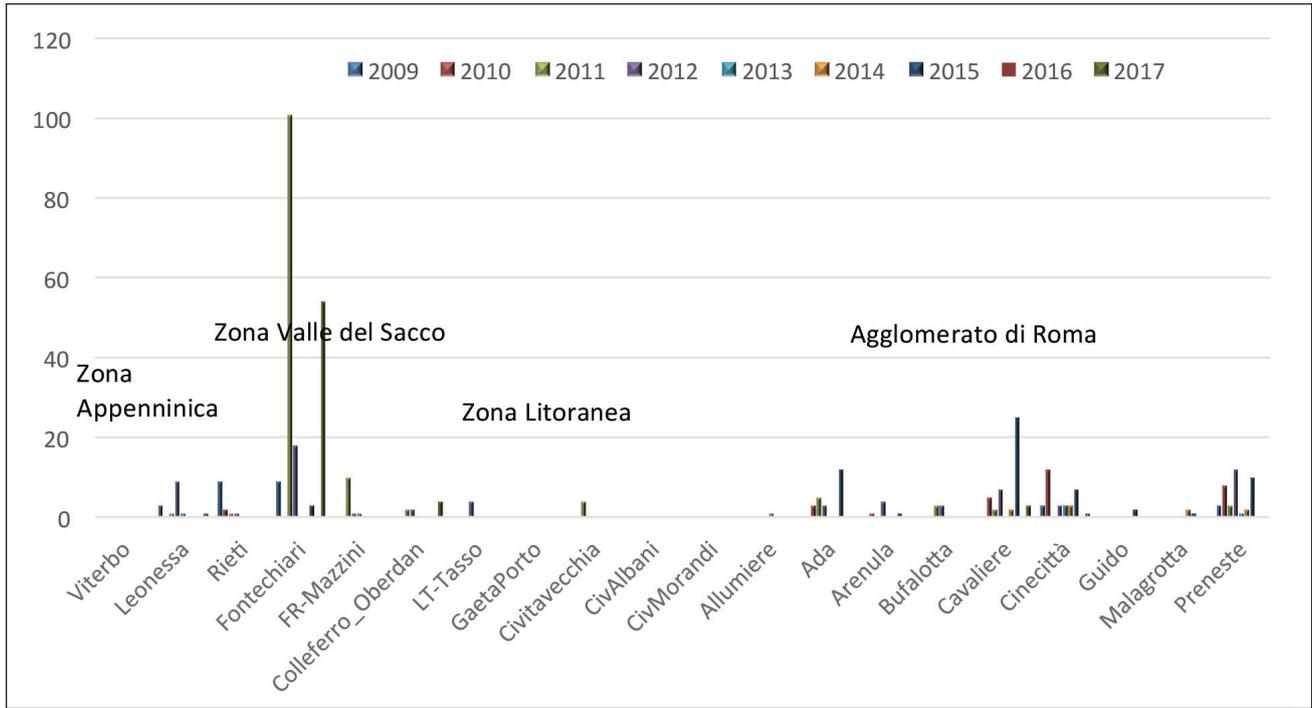


Fig. 26: Lazio O3 - numero di superi soglia di informazione 2009-2017

6.2 Valore Obiettivo Protezione della Salute Umana

Per la definizione del valore di questo standard è necessario computare per tutti i giorni dell'anno tutte le medie su otto ore, tra queste si prende la massima e la si confronta con il valore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se è superiore la giornata è in superamento. Sommando tutte le giornate in superamento si ha il valore per un anno, si deve poi far la media sugli ultimi 3 anni disponibili e confrontare questa con il valore limite di 25 superamenti annui. In Tabella 24 sono riportati tutti i valori dello standard che è stato possibile computare dal 2009 al 2017.

O3 numero di superamenti dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su otto ore valore obiettivo 25 superi nell'anno civile come media su 3 anni								
Anni di riferimento		2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015	2014-2016	2015-2017
Stazione	Acquapendente	8	17	21	15	16	13	14
	Viterbo	2	4	3	2	1	1	1
	Leonessa	43	51	46	32	26	23	34
	Rieti	33	35	26	20	22	24	29
	Fontechiari	82	96	80	49	61	76	87
	FR-Mazzini	22	32	41	30	31	28	28
	Colleferro Oberdan	13	23	21	16	13	12	16

O3 numero di superamenti dei 120 µg/m3 per la media su otto ore valore obiettivo 25 superi nell'anno civile come media su 3 anni								
Anni di riferimento	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015	2014-2016	2015-2017	
Stazione	LT-Tasso	7	13	15	10	4	2	0
	Civitavecchia	4	4	3	1	2	2	8
	Allumiere	30	47	51	49	52	52	44
	Ada	29	34	32	24	24	18	14
	Arenula	11	17	10	8	8	7	8
	Bufalotta	12	11	14	14	13	9	8
	Cavaliere	18	29	24	22	23	24	26
	Cinecittà	28	30	32	33	29	20	21
	Cipro	5	5	4	3	2	2	1
	Guido	5	7	8	14	22	29	25
	Malagrotta	20	27	20	19	24	22	18
	Preneste	38	43	40	34	30	24	27

Tab. 24: valore obiettivo per la salute umana O3 - 2009-2017

Nelle figure 27, 28 e 29 l'indicatore è disaggregato per zone, che sono tre al contrario di quanto accade per tutti gli altri inquinanti.

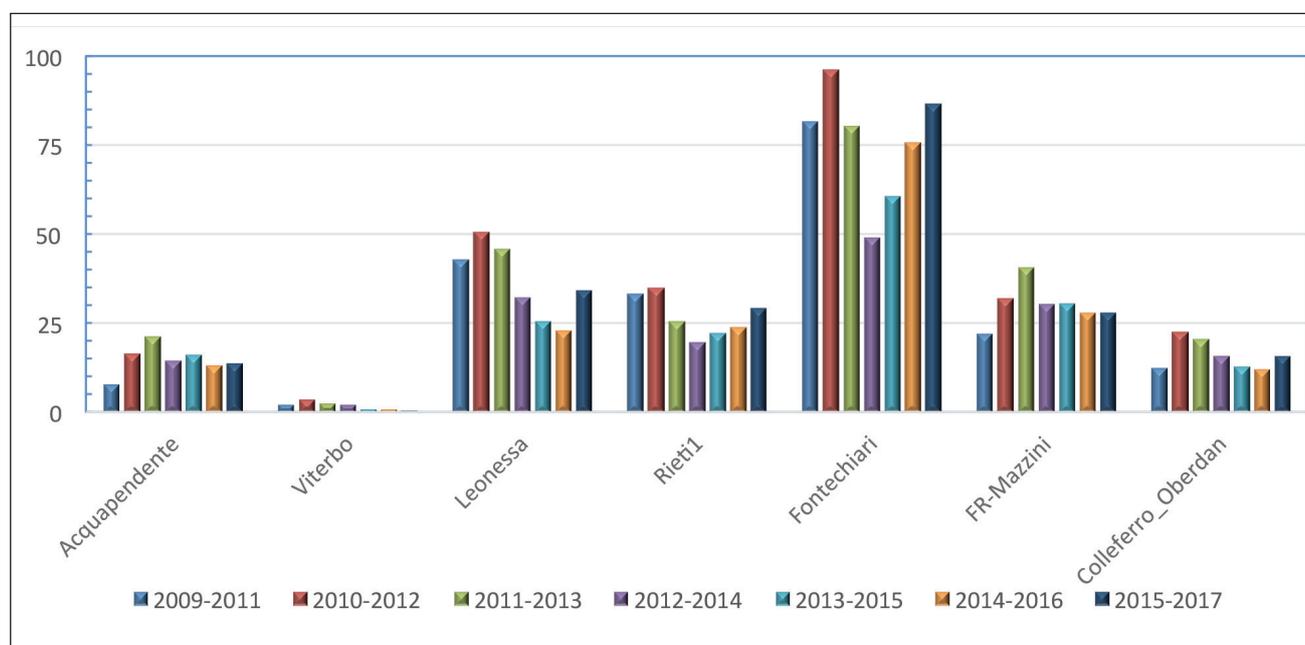


Fig. 27: zona Appennino-Sacco O3 - Valore Obiettivo salute umana 2009-2017

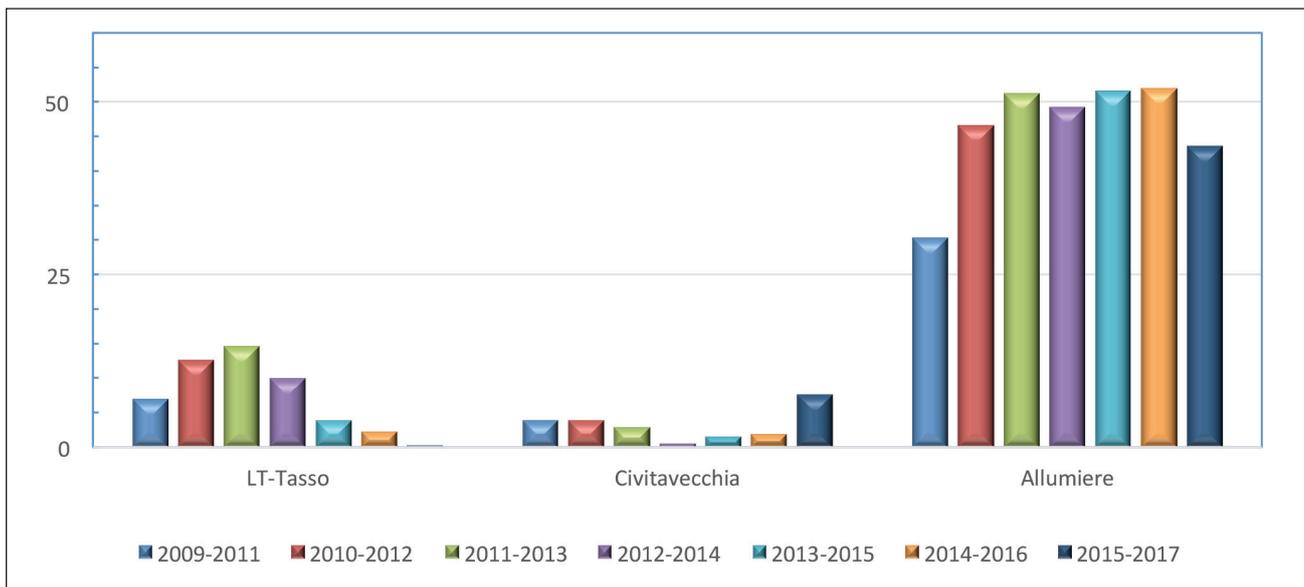


Fig. 28: zona Litoranea O3 - Valore Obiettivo salute umana 2009-2017

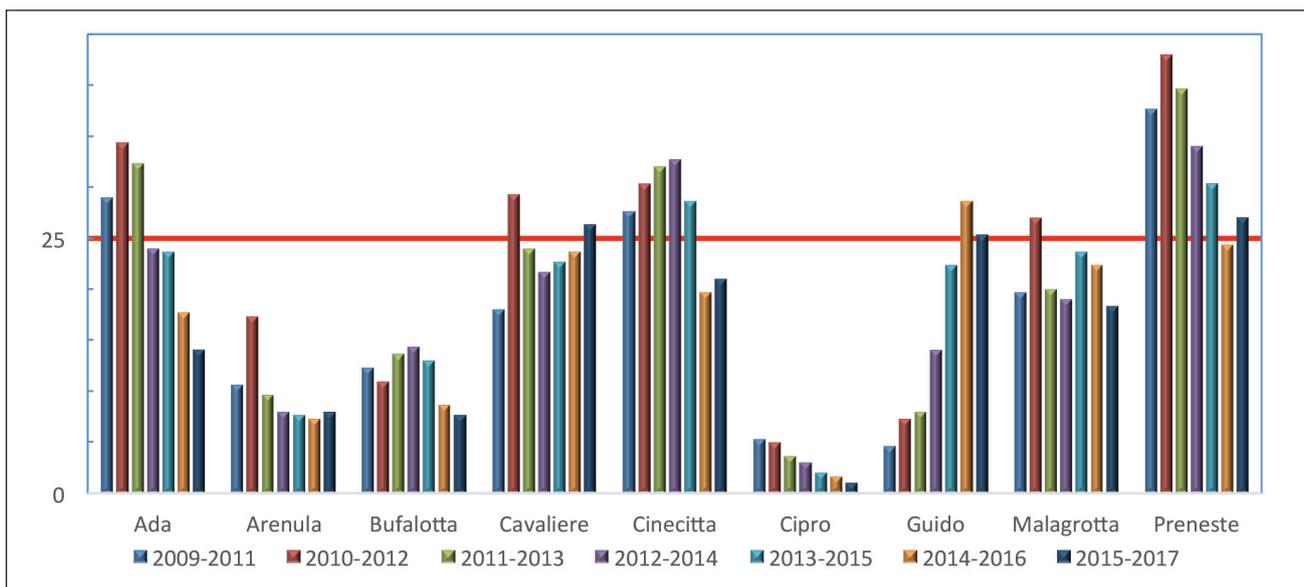


Fig. 29: O3 - Agglomerato Roma Valore Obiettivo salute umana 2009-2017

Per quel che attiene alle medie sulle otto ore negli anni 2009-2017 non si individua una tendenza e i superamenti dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono più di 25 in ognuna delle tre zone del Lazio.

In zona litoranea solo la stazione rurale di Allumiere risulta in superamento, per tutto il periodo, mentre nelle restanti due zone il valore obiettivo ha valori più elevati nelle stazioni rurali ma anche alcune stazioni urbane hanno valori superiori ai 25 fissati come valore limite annuale: Rieti, Frosinone Mazzini e, nel centro urbano di Roma, Preneste e Cinecittà.

E' difficile stabilire l'efficacia delle azioni messe in campo per diminuire i livelli di ozono, visto che deriva da un complicato equilibrio chimico, si è cercato di diminuire l'emissione dei predecessori, NO_x e COV, ma si è stabilito che la relazione tra diminuzione dei predecessori e diminuzione di ozono non è affatto lineare.

6.3 Obiettivo a lungo termine per la salute umana

Questo standard si computa, analogamente al valore obiettivo di cui al paragrafo precedente, prendendo la massima tra le medie giornaliere di otto ore e confrontandola col valore di 120 µg/m³. E' quindi un valore annuale non più mediato su tre anni e si ritiene raggiunto l'obiettivo a lungo termine se nell'anno nessuna media su otto ore è superiore a 120 µg/m³. Il d.lgs.155 non fissa un anno dal quale vige questo obiettivo. Nel Lazio l'obiettivo a lungo termine è rispettato solo in alcuni anni a Viterbo e nel comprensorio di Civitavecchia.

6.4 Valore obiettivo per la protezione della vegetazione: AOT40

Per AOT40 (espresso in µg/m³ x h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET). Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione prevede che si esegua una media su cinque anni del valore annuo calcolato come appena descritto, la media viene confrontata con il valore obiettivo di 18000 µg/m³ per stabilire se si è in superamento. Nella Tabella 25 vengono mostrati i valori dell'AOT40 computati nel lasso temporale 2009-2017.

O3 – AOT40, valore limite 18000 µg/m3 come media su cinque anni						
Anni di riferimento		2009-2013	2010-2014	2011-2015	2012-2016	2013-2017
Stazione	Acquapendente	21394	19094	20287	17181	15621
	Viterbo	11974	11197	8943	6918	5361
	Leonessa	24496	24165	24953	22943	22816
	Rieti	21011	17922	18772	17604	18225
	Fontechiari	35994	29809	33516	26527	26235
	FR-Mazzini	27052	20286	20714	18985	19053
	Colleferro Oberdan	10761	14109	15093	13890	13348
	LT-Tasso	11768	15098	16212	13478	10080
	Civitavecchia	11666	9311	9904	8220	10107
	Allumiere	21381	23224	25150	26229	24870
	Ada	17589	17897	19351	17214	14759
	Arenula	14552	11539	11354	9833	8271
	Bufalotta	11901	12887	13426	13518	13416
	Cavaliere	13578	15991	18008	17962	17748
	Cinecittà	20193	20590	19183	18170	18277
	Cipro	7939	9200	9388	7666	7139
	Guido	8447	11686	16316	18881	20290
	Malagrotta	23832	21375	22017	20398	19898
Preneste	22192	21834	21912	21348	19899	

Tab. 25: AOT40 – O3 - 2009-2017

L'AOT40 negli anni 2009-2017, calcolato come media su 5 anni, è superiore ai 18000 µg/m³*h in tutte le zone sia in stazioni rurali sia in alcune stazioni urbane.

Nelle figure 30, 31 e 32 l'indicatore viene mostrato disaggregato per zone: solo nella zona Appennino-Sacco c'è un andamento degli indicatori decrescente negli anni, mentre nelle restanti zone l'indicatore non ha un comportamento univoco nel periodo, varia di centralina in centralina.

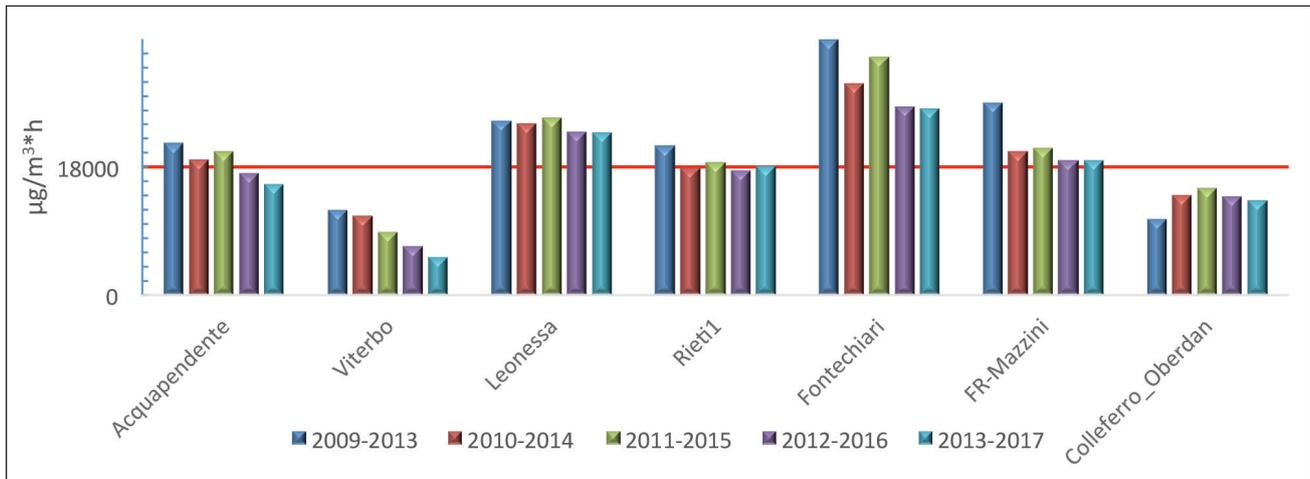


Fig. 30: zona Appennino-Sacco AOT40 2009-2017

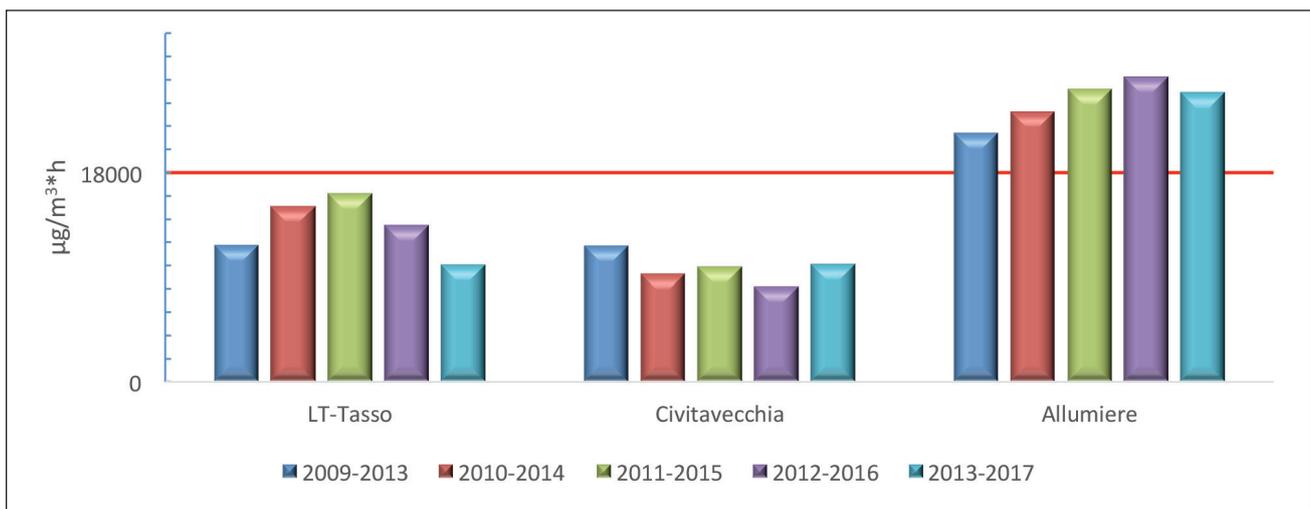


Fig. 31: zona Litoranea AOT40 2009-2017

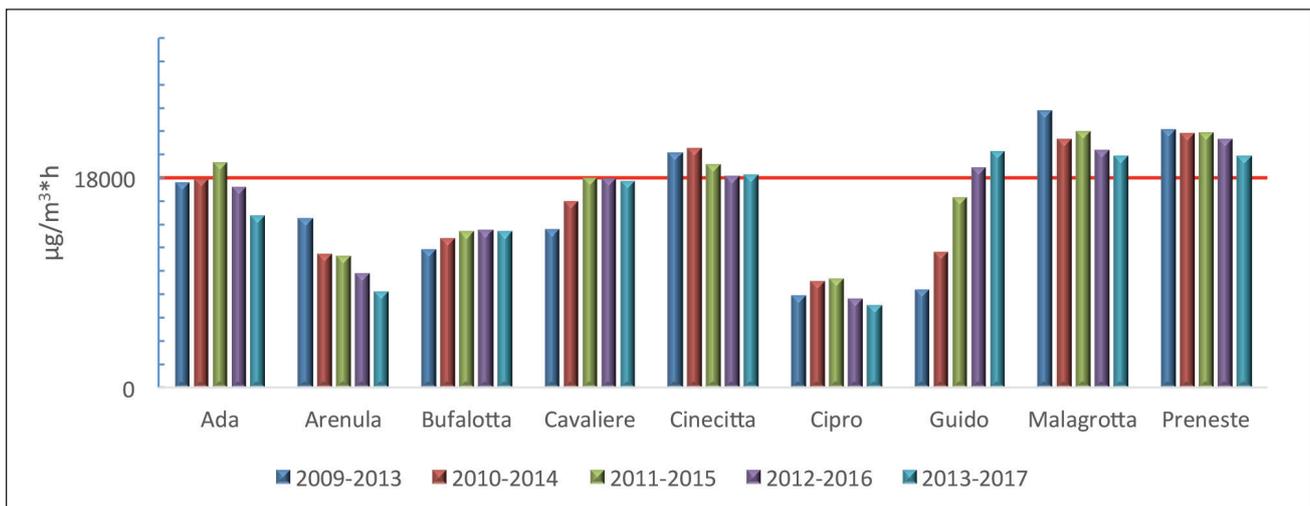


Fig. 32: Agglomerato di Roma AOT40 2009-2017

CONCLUSIONI

In questo documento è stata presentata un'analisi dei dati monitorati da rete fissa tra il 2009 e il 2017 al fine di illustrare lo stato della qualità dell'aria nel Lazio e fornire una panoramica delle tendenze in atto.

La qualità dell'aria nel Lazio si presenta con una criticità diffusa per l'ozono che è oltre i valori obiettivo in tutta la regione, l'Agglomerato di Roma in superamento per la media annua di NO₂ e la Valle del Sacco che per la sua conformazione vive ogni inverno periodi di accumulo delle polveri sottili tali da causare il superamento del valore limite giornaliero di PM₁₀, quello della media annua del PM_{2.5} fino al 2016 e quello del valore obiettivo del benzapirene limitatamente alla centralina di Frosinone Scalo.

Guardando alle concentrazioni negli anni si può però affermare che la qualità dell'aria nel Lazio è migliorata dal 2009 a oggi, con alcune differenze di comportamento a seconda della zona, del territorio e della natura dell'inquinante, come dettagliato di seguito.

Nel periodo studiato la concentrazione in aria di benzene, che è inquinante prettamente primario, generato in gran parte da veicoli alimentati da motori a combustione interna, ha subito una considerevole riduzione, più marcata negli anni fino al 2013. I risultati dell'analisi delle concentrazioni annue rispecchiano la riduzione delle emissioni del comparto trasporti imposta con i vincoli sulle benzine negli anni passati.

Anche gli inquinanti di origine mista, primaria e secondaria, particolato sottile e NO₂, mostrano nel periodo 2009-2017 concentrazioni decrescenti, più marcatamente nel primo periodo, fino al 2013. L'analisi mostra gli effetti delle politiche messe in atto per la riduzione delle emissioni primarie e quelle dei precursori. In particolare hanno inciso sulla riduzione delle concentrazioni in atmosfera la sostituzione dei combustibili quali olio e carbone con il gas naturale sull'intero territorio nazionale, l'introduzione dei catalizzatori nei motori per il trasporto, il miglioramento dei processi di combustione nella produzione energetica e delle tecniche di abbattimento dei fumi.

Eppure residuano dei superamenti del valore limite giornaliero del PM₁₀, per lo più in Valle del Sacco e del valore limite annuale per l'NO₂ nell'Agglomerato di Roma.

Il numero di superamenti della soglia di 50 µg/m³ del PM₁₀ mostra delle fluttuazioni negli anni, poiché legato alle condizioni meteorologiche più o meno favorevoli all'instaurarsi di periodi di stabilità atmosferica che porta all'accumulo di inquinanti, ma il numero di superamenti è diminuito negli anni nel Lazio seppur costantemente sopra i limiti in Valle del Sacco.

Per il PM_{2.5} le concentrazioni medie annuali, analogamente al PM₁₀, scendono negli anni e sono inferiori al valore limite su tutto il territorio regionale al 2017 mentre fino al 2016 sussiste un superamento in Valle del Sacco. Si fa notare come il d.lgs. 155 prevedeva, una volta raggiunti i 25 µg/m³ dell'attuale valore limite, una diminuzione dello stesso ai 20 µg/m³ in considerazione della incidenza delle polveri inalabili sulla salute, ma, seppure diminuiti, i livelli sono nel Lazio, come nel resto d'Italia, ancora lontani da questo valore.

Per gli inquinanti rilevati in tracce dalle analisi su filtro di particolato, benzapirene e metalli pesanti, non è stato possibile individuare una tendenza viste le basse concentrazioni riscontrate.

Per l'ozono non è possibile individuare una diminuzione dei valori rilevati ai fini della verifica del rispetto degli standard normativi nel periodo considerato, nonostante si sia cercato di intervenire sulle emissioni dei precursori. La mancata diminuzione dei valori di ozono è probabilmente legata alla sua natura di inquinante secondario la cui formazione è governata da equilibri complessi che non prevedono una relazione di proporzionalità diretta con la riduzione delle emissioni dei precursori.

Grazie alla crescente sensibilità al problema dell'inquinamento atmosferico e alle azioni utilizzate per limitare le emissioni inquinanti, le concentrazioni in aria nel Lazio sono diminuite dal 2009 a oggi, ma è necessario proseguire a lavorare alla riduzione sia delle emissioni primarie sia dei precursori per il PM e l'NO₂, a livello regionale e nazionale, poiché le politiche nazionali sono quelle più efficaci in virtù del loro carattere strutturale e del più ampio orizzonte temporale, ma a livello regionale è più facile riconoscere le priorità e indirizzare le politiche a specifiche sorgenti (industrie, porti, autostrade, riscaldamento).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155: Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa

Direttiva europea 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 1: Zone del territorio regionale del Lazio per tutti gli inquinanti ad esclusione dell'ozono.	6
Fig. 2: Zone del territorio regionale del Lazio per l'ozono.	7
Fig. 3: Localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2017.	8
Fig. 4: Stazioni dell'agglomerato di Roma	8
Fig. 5: Stazioni di misura nella Valle del Sacco	9
Fig. 6: Stazioni della rete di misura nel comune di Civitavecchia.	9
Fig. 7: Benzene media annua 2009-2016	16
Fig. 8: Zona Appenninica PM10-media annua	23
Fig. 9: Zona Valle del Sacco PM10-media annua	23
Fig. 10: Zona Litoranea PM10 media annua	23
Fig. 11: Agglomerato di Roma PM10-media annua	24
Fig. 12: PM10 media annua 2009-2017 confronto fondo-traffico Valle del Sacco-Agglomerato di Roma	24
Fig. 13: Zona Appenninica PM10-superi VL giornaliero 2009-2017	26
Fig. 14: Valle del Sacco PM10- superi VL giornaliero 2009-2017	26
Fig. 15: Zona Litoranea PM10- superi VL giornaliero 2009-2017	27
Fig. 16: Agglomerato di Roma PM10- superi VL giornaliero 2009-2017	27
Fig. 17: Zona Appenninica PM2.5- media annua 2009-2017	29
Fig. 18: Zona Valle del Sacco PM2.5- media annua 2009-2017	29
Fig. 19: Zona Litoranea PM2.5- media annua 2009-2017	30
Fig. 20: Agglomerato di Roma PM2.5-media annua 2009-2017	30
Fig. 21: Zona Appenninica NO2- media annua 2009-2017	33
Fig. 22: Zona Valle del Sacco NO2- media annua 2009-2017	33
Fig. 23: Zona Litoranea NO2- media annua 2009-2017	34
Fig. 24: Agglomerato di Roma NO2- media annua 2009-2017	34
Fig. 25: Lazio NO2- numero di superi VL orario 2009-2017	36
Fig. 26: Lazio O3- numero di superi soglia di informazione 2009-2017	38
Fig. 27: Zona Appennino-Sacco O3- Valore Obiettivo salute umana 2009-2017	39
Fig. 28: Zona Litoranea O3- Valore Obiettivo salute umana 2009-2017	40
Fig. 29: O3- Agglomerato Roma Valore Obiettivo salute umana 2009-2017	40
Fig. 30: Zona Appennino-Sacco AOT40 2009-2017	42
Fig. 31: Zona Litoranea AOT40 2009-2017	42
Fig. 32: Agglomerato di Roma AOT40 2009-2017	42

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 1: Zonizzazione del territorio regionale per l'ozono	6
Tab. 2: Zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti ad esclusione dell'ozono	6
Tab. 3: Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Litoranea	10
Tab. 4: Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nell'Agglomerato di Roma	11
Tab. 5: Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Valle del Sacco	11
Tab. 6: Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Appenninica	12
Tab. 7: Standard di legge e valori limite di SO ₂ e CO	13
Tab. 8: Media annua benzene 2009-2017	15
Tab. 9: Standard di legge e valori stabiliti per BaP e metalli pesanti.....	17
Tab. 10: media annua BaP 2009-2017	18
Tab. 11: media annua Pb 2009-2017	19
Tab. 12: media annua Cd 2009-2017.....	19
Tab. 13: media annua Ni 2009-2017.....	20
Tab. 14: media annua As 2009-2017	20
Tab. 15: Standard di legge del PM ₁₀ e relativi valori limite	21
Tab. 16: media annua PM ₁₀ 2009-2017	22
Tab. 17: Superamenti valore limite giornaliero del PM ₁₀ 2009-2017	25
Tab. 18: Standard di legge e relativo valore limite per il PM _{2.5}	28
Tab. 19: Media annua PM _{2.5} - 2009-2017	28
Tab. 20: Standard di legge e relativo valore limite per l'NO ₂	31
Tab. 21: Media annua NO ₂ - 2009-2017	31
Tab. 22: Giorni di superamento del VL orario NO ₂ - 2009-2017	35
Tab. 23: Standard di legge e valori limite dell'O ₃	37
Tab. 24: Valore obiettivo per la salute umana O ₃ - 2009-2017.....	38
Tab. 25: AOT40 – O ₃ - 2009-2017	41

METADATI

Titolo: Qualità dell'aria regione Lazio – Analisi delle serie storiche dei principali inquinanti 2009-2017

Autore: ARPA Lazio - Servizio qualità dell'aria e monitoraggio ambientale degli agenti fisici – Centro regionale di qualità dell'aria

Soggetto: Aria e agenti fisici – Rapporti tecnici

Descrizione: Il report illustra l'analisi della qualità dell'aria nel Lazio effettuata utilizzando i risultati ottenuti per gli standard degli inquinanti atmosferici calcolati sui dati monitorati dalla rete regionale dal 2009 al 2017

Editore: ARPA Lazio

Data: 2018

Tipo: Report ambientale

Formato: Cartaceo, elettronico

Identificatore: Report / Aria_09

Lingua: IT

Copertura: Lazio

Gestione dei diritti: ARPA Lazio - Agenzia regionale per la protezione ambientale del Lazio

Report - Aria



ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO