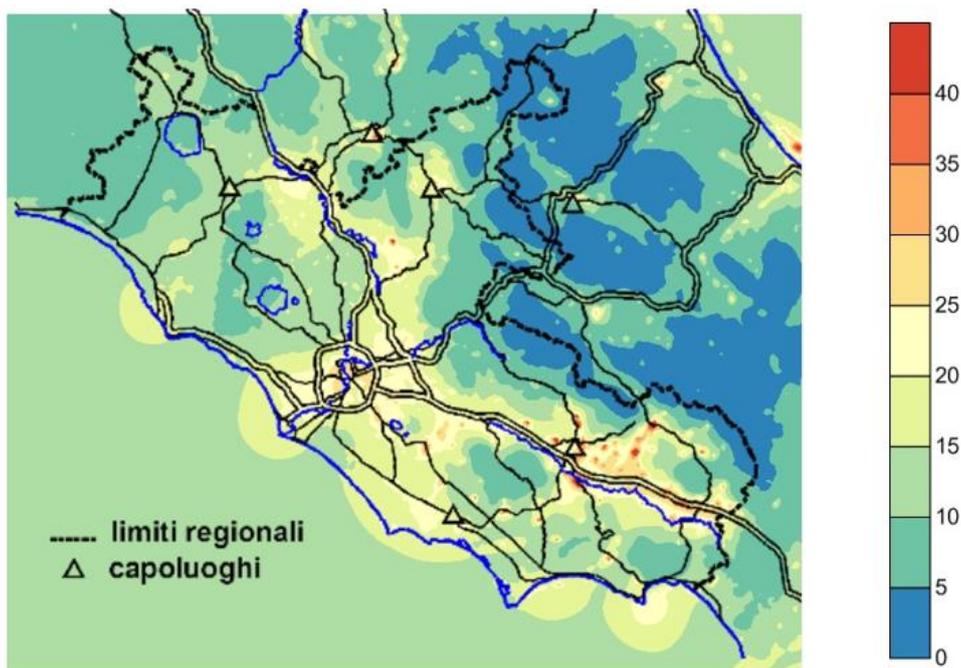


## VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA REGIONE LAZIO 2022



## ARPA Lazio

### *Attività di gestione delle reti, analisi e valutazione dei dati:*

Dipartimento stato dell'ambiente

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici

Unità centro regionale della qualità dell'aria

Unità aria e agenti fisici area nord

Unità aria e agenti fisici di Roma

Unità aria e agenti fisici area sud

### *Attività analitiche:*

Dipartimento prevenzione e laboratorio integrato

Servizio coordinamento delle attività di laboratorio

Unità laboratorio ambientale di Frosinone

*Si ringrazia l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR (sede di Roma) per la collaborazione alla redazione del capitolo 3 (Analisi meteorologica).*

Elaborazione: 27 aprile 2023

Aggiornamento: 29 agosto 2024

## Indice

<b>1.</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Zonizzazione del territorio laziale.....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Analisi meteorologica .....</b>	<b>12</b>
3.1	La rete micro-meteorologica dell'ARPA Lazio .....	12
3.2	Intensità del vento .....	13
3.3	Precipitazioni.....	18
3.4	Temperatura .....	19
3.5	Valori estremi anno 2022 e conclusioni meteorologiche.....	21
<b>4.</b>	<b>Rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria.....</b>	<b>23</b>
<b>5.</b>	<b>Standard di qualità dell'aria .....</b>	<b>29</b>
5.1	Rete automatica di misura - PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	31
5.1.1	Agglomerato di Roma 2021.....	31
5.1.2	Zona Valle del Sacco 2021 .....	34
5.1.3	Zona Appenninica 2021 .....	36
5.1.4	Zona Litoranea 2021 .....	38
5.2	Analisi su filtro: Benzo(a)pirene e Metalli .....	41
5.2.1	IPA .....	41
5.2.2	Metalli .....	41
5.3	Analisi delle serie storiche degli inquinanti .....	42
5.3.1	Agglomerato di Roma.....	42
5.3.2	Zona Valle del Sacco .....	44
5.3.3	Zona Appenninica-Valle del Sacco .....	46
5.3.4	Zona Litoranea .....	47
<b>6.</b>	<b>Sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria.....</b>	<b>49</b>
6.1	La catena modellistica .....	49
6.2	Dominio di calcolo.....	50
6.3	Trattamento delle emissioni .....	51
6.4	Downscaling e pre-processing meteorologico .....	53
6.5	Modello fotochimico per la dispersione degli inquinanti in atmosfera.....	54
6.6	Integrazione delle misure nel sistema modellistico .....	55
<b>7.</b>	<b>Valutazione della qualità dell'aria del 2022.....</b>	<b>57</b>
7.1	Distribuzione spaziale della concentrazione di PM <sub>10</sub> .....	57
7.2	Distribuzione spaziale della concentrazione di PM <sub>2.5</sub> .....	59
7.3	Distribuzione spaziale della concentrazione di NO <sub>2</sub> .....	60
7.4	Distribuzione spaziale della concentrazione di O <sub>3</sub> .....	62
7.5	Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene .....	63
7.6	Caratterizzazione comunale dello stato della qualità dell'aria .....	64
7.6.1	Agglomerato di Roma.....	65
7.6.2	Zona Valle del Sacco .....	66
7.6.3	Zona Appenninica .....	69
7.6.4	Zona Litoranea .....	75
<b>8.</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>78</b>



## Indice delle figure

FIGURA 2.1 - ZONE DEL TERRITORIO REGIONALE DEL LAZIO PER TUTTI GLI INQUINANTI A ESCLUSIONE DELL'OZONO.....	10
FIGURA 2.2 - ZONE DEL TERRITORIO REGIONALE DEL LAZIO PER L'OZONO.....	11
FIGURA 3.1 - STRUTTURA OROGRAFICA DEL TERRITORIO LAZIALE.....	12
FIGURA 3.2 - LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI DELLA RETE MICRO-METEOROLOGICA.....	13
FIGURA 3.3 - ROSE DEI VENTI 2022 NELLE STAZIONI DELLA RMR.....	15
FIGURA 3.4 - ROSA DEI VENTI DI FIUMICINO (16242 – LIRF) ANNO 2022.....	16
FIGURA 3.5 - ROSA DEI VENTI DI FIUMICINO (16242 – LIRF) ANNI 2010-2021.....	16
FIGURA 3.6 - ROSA DEI VENTI DI FIUMICINO (16242 – LIRF) SUDDIVISA PER MESE, ANNO 2022.....	17
FIGURA 3.7 - MAPPA ARSIAL PRECIPITAZIONI 2022.....	18
FIGURA 3.8 – CONFRONTO PRECIPITAZIONI 2022-2021.....	19
FIGURA 3.9 – MAPPE MENSILI TEMPERATURA ARSIAL.....	19
FIGURA 3.10 – CONFRONTO TEMPERATURA 2022-2021.....	20
FIGURA 3.11 – CONFRONTO 2022-2021 DELL'ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA MEDIA PER LA STAZIONE AL001 TOR VERGATA.....	20
FIGURA 3.12 – ANDAMENTO TEMPERATURA MEDIA 2013-2022 PER LE STAZIONI RMM E ARSIAL.....	21
FIGURA 3.13 - ANOMALIE DI PRECIPITAZIONE E DI TEMPERATURA TRA IL 2008 E IL 2022.....	22
FIGURA 4.1 - LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI DELLA RETE DI MISURA REGIONALE DEL LAZIO NEL 2022.....	23
FIGURA 4.2 - STAZIONI DELL'AGGLOMERATO DI ROMA.....	24
FIGURA 4.3 - STAZIONI DI MISURA NELLA VALLE DEL SACCO.....	25
FIGURA 4.4 - STAZIONI DELLA RETE DI MISURA NEL COMUNE DI CIVITAVECCHIA.....	26
FIGURA 5.1 – CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI NO <sub>2</sub> MISURATA NELLE STAZIONI DELL'AGGLOMERATO DI ROMA COMPRESSE NEL GRA, RELATIVA AL PERIODO 2018-2022. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA, PARI A 40 μG/M <sup>3</sup> .....	43
FIGURA 5.2 - NUMERO DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE GIORNALIERO DI PM <sub>10</sub> NELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELL'AGGLOMERATO DI ROMA, RELATIVI AL PERIODO 2018-2022. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL LIMITE DEI 35 GIORNI DI SUPERAMENTO DELLA SOGLIA DI 50 μG/M <sup>3</sup> .....	43
FIGURA 5.3 - NUMERO DI SUPERAMENTI DI 120 μG/M <sup>3</sup> PER L'O <sub>3</sub> (MEDIATO SU 3 ANNI) REGISTRATI NELLE STAZIONI DELL'AGGLOMERATO DI ROMA. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL LIMITE DEI 25 SUPERAMENTI.....	44
FIGURA 5.4 - AOT40 - O <sub>3</sub> (MEDIATO SU 5 ANNI) RELATIVO ALLE STAZIONI DELL'AGGLOMERATO DI ROMA. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL VALORE OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE DI 18000 μG/M <sup>3</sup> *H.....	44
FIGURA 5.5 – CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI PM <sub>2.5</sub> NELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLA ZONA VALLE DEL SACCO, RELATIVA AL PERIODO 2018-2022. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL VALORE LIMITE ANNUALE DI 25 μG/M <sup>3</sup> .....	45
FIGURA 5.6 – CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI PM <sub>10</sub> NELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLA ZONA VALLE DEL SACCO, RELATIVA AL PERIODO 2018-2022. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL VALORE LIMITE ANNUALE DI 40 μG/M <sup>3</sup> .....	45
FIGURA 5.7 - NUMERO DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE GIORNALIERO DI PM <sub>10</sub> NELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLA ZONA VALLE DEL SACCO, RELATIVI AL PERIODO 2018-2022. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL LIMITE DEI 35 GIORNI DI SUPERAMENTO DELLA SOGLIA DI 50 μG/M <sup>3</sup> .....	46
FIGURA 5.8 - CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI NO <sub>2</sub> MISURATA NELLE STAZIONI DELLA ZONA VALLE DEL SACCO, RELATIVA AL PERIODO 2018-2022. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA, PARI A 40 μG/M <sup>3</sup> .....	46
FIGURA 5.9 - NUMERO DI SUPERAMENTI DI 120 μG/M <sup>3</sup> PER L'O <sub>3</sub> (MEDIATO SU 3 ANNI) REGISTRATI NELLE STAZIONI DELLA ZONA APPENNINICA/VALLE DEL SACCO. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL LIMITE DEI 25 SUPERAMENTI.....	47
FIGURA 5.10 - AOT40 - O <sub>3</sub> (MEDIATO SU 5 ANNI) RELATIVO ALLE STAZIONI DELLA ZONA APPENNINICA/VALLE DEL SACCO. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL VALORE OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE DI 18000 μG/M <sup>3</sup> *H.....	47
FIGURA 5.11 - NUMERO DI SUPERAMENTI DI 120 μG/M <sup>3</sup> PER L'O <sub>3</sub> (MEDIATO SU 3 ANNI) REGISTRATI NELLE STAZIONI DELLA ZONA LITORANEA. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL LIMITE DEI 25 SUPERAMENTI.....	48
FIGURA 5.12 - AOT40 - O <sub>3</sub> (MEDIATO SU 5 ANNI) RELATIVO ALLE STAZIONI DELLA ZONA LITORANEA. IN ROSSO È EVIDENZIATO IL VALORE OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE DI 18000 μG/M <sup>3</sup> *H.....	48
FIGURA 6.1 - SCHEMA DEL SISTEMA MODELLISTICO.....	50
FIGURA 6.2 – SORGENTI PUNTUALI.....	51
FIGURA 6.3 – SINISTRA: RAPPRESENTAZIONE DELLA RETE STRADALE DI ROMA PER APPARTENENZA ALLE ZONE PGTU 2014. 1 – MURA AURELIANE, 2 – ANELLO FERROVIARIO, 3 – FASCIA VERDE, 4 – GRA, 5 – CONFINE COMUNALE, 6 – OSTIA E ACILIA. DESTRA: RETE STRADALE AL DI FUORI DEL COMUNE DI ROMA.....	52
FIGURA 6.4 – SINISTRA: EMISSIONI DI NOX DA TRASPORTO STRADALE NEL COMUNE DI ROMA (KG/H). DESTRA: EMISSIONI DI NOX DA TRASPORTO STRADALE REGIONALE (TONN/ANNO).....	53
FIGURA 6.5 – A) EMISSIONI TOTALI DI NOX, B) EMISSIONI TOTALI DI PM <sub>2.5</sub> , C) EMISSIONI TOTALI DI PM COARSE.....	53

FIGURA 7.1 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI $PM_{10}$ NEL 2022. ....	58
FIGURA 7.2 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEL NUMERO DI SUPERAMENTI DI $50 \mu\text{G}/\text{M}^3$ DI $PM_{10}$ NEL 2022. ....	59
FIGURA 7.3 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI $PM_{2.5}$ NEL 2022. ....	60
FIGURA 7.4 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI $\text{NO}_2$ NEL 2022. ....	61
FIGURA 7.5 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEL NUMERO DI SUPERAMENTI DI $120 \mu\text{G}/\text{M}^3$ (MAX DELLA MEDIA DI 8 ORE) DI $\text{O}_3$ NEL 2022. ....	62
FIGURA 7.6 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI BENZENE NEL 2022. ....	63

## Indice delle tabelle

TABELLA 2.1 - ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE PER TUTTI GLI INQUINANTI A ESCLUSIONE DELL'OZONO. ....	10
TABELLA 2.2 - ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE PER L'OZONO. ....	10
TABELLA 3.1 - LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI DELLA RETE MICRO-METEOROLOGICA. ....	13
TABELLA 3.2 - VELOCITÀ MEDIE DEI VENTI 2022 E MEDIA 2012-2020 IN M/S RETE MICRO-METEOROLOGICA REGIONALE. ....	16
TABELLA 3.3 - VELOCITÀ MEDIA DEI VENTI 2022 E MEDIA 2010-2021 IN M/S. ....	17
TABELLA 3.4 - VALORI ESTREMI ANNO 2022 STAZIONI ARSIAL. ....	21
TABELLA 4.1 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI DELLA ZONA LITORANEA. ....	27
TABELLA 4.2 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI DELL'AGGLOMERATO DI ROMA. ....	27
TABELLA 4.3 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI DELLA ZONA VALLE DEL SACCO. ....	28
TABELLA 4.4 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI DELLA ZONA APPENNINICA. ....	28
TABELLA 5.1 - VALORI LIMITE PREVISTI DAL D.LGS. N. 155/2010. ....	29
TABELLA 5.2 - QUADRO RIASSUNTIVO DEI SUPERAMENTI RISCOINTRATI DAL MONITORAGGIO DA RETE FISSA NEL LAZIO PER IL 2022. ....	31
TABELLA 5.3 - STANDARD DI LEGGE DEL 2022 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELL'AGGLOMERATO DI ROMA. ....	33
TABELLA 5.4 - STANDARD DI LEGGE DEL 2022 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELLA ZONA VALLE DEL SACCO. ....	35
TABELLA 5.5 - STANDARD DI LEGGE DEL 2022 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELLA ZONA APPENNINICA. ....	37
TABELLA 5.6 - STANDARD DI LEGGE DEL 2022 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELLA ZONA LITORANEA. ....	40
TABELLA 5.7 - CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI BENZO(A)PIRENE NEL 2022. ....	41
TABELLA 5.8 - CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DEL 2022 DEI METALLI. ....	42
TABELLA 6.1 - CARATTERISTICHE SPAZIALI DEL DOMINIO DI CALCOLO. ....	51
TABELLA 6.2 - CAMPAGNE MONITORAGGIO 2022 UTILIZZATE PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA. ....	56
TABELLA 7.1 - DESCRIZIONE DEI PARAMETRI. ....	64
TABELLA 7.2 - CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DEI COMUNI DELL'AGGLOMERATO DI ROMA. ....	65
TABELLA 7.3 - CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DEI COMUNI DELLA VALLE DEL SACCO. ....	66
TABELLA 7.4 - CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DEI COMUNI DELLA ZONA APPENNINICA. ....	69
TABELLA 7.5 - CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DEI COMUNI NELLA ZONA LITORANEA. ....	75
TABELLA 8.1 - SINTESI DELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DEL 2022. ....	79
TABELLA 8.2 - NUMERO DEI COMUNI IN SUPERAMENTO DAL 2020 AL 2022 E RELATIVE AREE DI SUPERAMENTO ( $\text{KM}^2$ ) E POPOLAZIONE ESPOSTA. ....	80

## 1. Premessa

La Direttiva Europea 2008/50/CE raccoglie e aggiorna l'insieme delle Direttive Europee (Dir. 1996/62/CE, Dir. 1999/30/CE, Dir. 2000/69/CE, Dir. 2002/3/CE, Dir. 2004/107/CE) che, fino al 2008, costituivano il quadro legislativo di riferimento in materia di inquinamento atmosferico. I contenuti e la filosofia della Direttiva 2008/50/CE sono confluiti, a livello nazionale, nel D.lgs. n. 155/2010 che ha permesso di superare la frammentazione normativa esistente in Italia abrogando una serie di decreti (D.lgs. 251/1999, D.M. 60/2002, D.lgs. 183/2004, D.lgs. 152/2007, D.M. 203/2002) che fino al 2010 rappresentavano il punto di riferimento per il controllo della qualità dell'aria sul territorio nazionale. Attualmente, la Direttiva 2008/50/CE e il D.lgs. n. 155/2010 disciplinano il controllo, la gestione e la valutazione della qualità dell'aria a livello comunitario, regionale e nazionale.

Con la Direttiva 2008/50/CE e, di riflesso, con la sua attuazione sul territorio nazionale tramite il D.lgs. n. 155/2010, il punto di riferimento logico cambia profondamente. In primo luogo, la qualità dell'aria, e cioè l'insieme delle concentrazioni al suolo di una serie di sostanze inquinanti di nota tossicità (biossido di zolfo, SO<sub>2</sub>; biossido di azoto, NO<sub>2</sub>; ossidi di azoto, NO<sub>x</sub>; monossido di carbonio, CO; Benzene; particolato atmosferico, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>; ozono, O<sub>3</sub>; metalli; idrocarburi policiclici aromatici, IPA) non è più vista in *un'ottica puntuale*, ma in *un'ottica spaziale*: il riferimento è il territorio e, di fatto, ciò che si deve conoscere è la distribuzione spaziale e temporale della concentrazione di tali inquinanti. Dato che, allo stato attuale della tecnologia, non esiste un apparato in grado di realizzare misure spaziali di questo tipo, la normativa prescrive che tali campi vengano valutati, cioè si deve pervenire alla loro stima nel modo più realistico possibile.

Nella norma vengono indicati gli strumenti necessari per il controllo e la gestione della qualità dell'aria che sono:

- ✓ la Rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria: costituita dalle stazioni di monitoraggio dislocate sul territorio per la misura della concentrazione delle sostanze inquinanti. Tale apparato è utilizzato sia per le misure in continuo della concentrazione di NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, sia per la determinazione della concentrazione di IPA e metalli su filtri di particolato atmosferico, per definizione non automatizzabile poiché richiede l'analisi chimica in laboratorio;
- ✓ le Misure indicative: condotte tramite laboratori mobili dotati degli stessi analizzatori installati presso le stazioni della rete fissa di monitoraggio. Tali misure vengono effettuate per esplorare porzioni di territorio più o meno distanti dai punti fissi di misura, con lo scopo di aumentare e migliorare la conoscenza dello stato della qualità dell'aria sul territorio regionale. La differenza sostanziale tra le misure della rete di monitoraggio fissa e le misure indicative è la continuità temporale. Nel primo caso la copertura temporale del monitoraggio è continua e ininterrotta (salvo problemi strumentali), nel secondo caso è inevitabilmente legata alla durata della campagna di misura che, in ogni caso, deve coprire almeno il 14% di un anno civile;
- ✓ i Metodi di stima oggettiva: derivanti dall'applicazione di metodi statistici di stima oggettiva con l'obiettivo di stimare, laddove non sia presente una misura, la concentrazione degli inquinanti. Tali metodi costituiscono il primo strumento di spazializzazione previsto dalla norma e devono comunque utilizzare le misure puntuali, sia fisse che indicative, come riferimento;
- ✓ le Simulazioni modellistiche: il quarto, e più importante, strumento previsto per la valutazione della qualità dell'aria è rappresentato dai modelli numerici di trasporto e dispersione degli inquinanti in aria che, negli ultimi anni, hanno raggiunto un livello di potenziamento tale da poter essere impiegati nel monitoraggio della qualità dell'aria. Ogni modello di questo tipo, a differenza di un metodo statistico di stima oggettiva, a rigore richiede la conoscenza preventiva delle principali variabili meteorologiche (il campo di vento che trasporta gli inquinanti e il livello di turbolenza dell'atmosfera che li disperde), e del tasso di emissione dei singoli inquinanti dalle sorgenti presenti al suolo e produce come risultato il campo di concentrazione di tali sostanze congruente con le informazioni note. Notoriamente i modelli numerici di dispersione degli inquinanti non richiedono la conoscenza della concentrazione dei vari inquinanti rilevata strumentalmente sul territorio, resa disponibile dalla rete fissa e dalle misure indicative. Parrebbe, quindi, che l'impiego dei modelli sia inevitabilmente un metodo

alternativo alle misure in campo per giungere alla valutazione della qualità dell'aria, e questo aspetto rappresentava proprio il principale punto debole dello strumento modellistico e, per contro, anche un punto di forza in sede di stima degli scenari di risanamento o delle valutazioni di impatto ambientale. Quando i modelli vengono impiegati per il monitoraggio della qualità dell'aria, è inevitabile che ci debba essere un'interazione biunivoca con le misure, attraverso un meccanismo noto come assimilazione, inserito nella struttura originaria dei modelli. Il punto di partenza logico è la constatazione incontrovertibile che le informazioni in input al modello (soprattutto quelle relative alle emissioni delle sostanze inquinanti dalle varie sorgenti distribuite sul territorio) siano caratterizzate da un errore intrinseco (come del resto è incontrovertibile il fatto che anche le misure siano affette da un errore, spesso non trascurabile). L'assimilazione, in breve, è un processo intrinseco al modello, che consente allo stesso di *correggere* al meglio gli errori del proprio input, e quindi dei campi spaziali e temporali che esso produce, sulla base delle misure rilevate dal sistema di monitoraggio. In questo modo alla notevole capacità interpretativa del modello (che per il tipo di inquinanti cui si è interessati non può essere che un modello Euleriano fotochimico) si unisce un'elevata realistica quantitativa garantita dalle misure disponibili. La Direttiva 2008/50/CE indica chiaramente che l'uso dei modelli sia lo strumento determinante all'acquisizione di una valutazione realistica dello stato di qualità dell'aria, intesa come conoscenza della distribuzione nello spazio e nel tempo degli inquinanti di interesse, valorizzando al massimo ogni tipo di misura, ciascuno col proprio grado di precisione e di affidabilità.

Gli strumenti necessari per il controllo e la gestione della qualità dell'aria appena descritti sono, per loro natura, molto diversi ed è necessario tenere in considerazione che ognuno di essi non possa e non debba essere considerato come alternativo agli altri. Effettivamente, il conseguimento di una corretta integrazione di tali strumenti per la valutazione della qualità dell'aria equivale a utilizzare e valorizzare appieno l'insieme delle informazioni che quotidianamente vengono prodotte in materia di qualità dell'aria sul territorio regionale.

Nell'eventualità in cui nel calcolo degli standard legislativi le misure da rete fissa e quelle del modello restituiscano informazioni non equivalenti rispetto ai limiti normativi, in sede di valutazione della qualità dell'aria vengono sempre considerati i valori peggiori in accordo con il principio di precauzione.

Come previsto dal D.lgs. n. 155/2010, la valutazione della qualità dell'aria è l'elemento propedeutico all'attuazione delle politiche di intervento e, eventualmente, delle azioni di risanamento che devono essere intraprese dagli Enti competenti.

Secondo il succitato decreto, le singole Autorità Regionali sono tenute a effettuare annualmente la valutazione della qualità dell'aria sui territori di propria competenza, nel rispetto dei requisiti tecnici contenuti nella norma. I risultati della valutazione vengono inviati al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) che aggiorna la Commissione Europea con un resoconto sull'attuazione dei Piani e programmi utili a conseguire il rispetto dei parametri di riferimento normativi per i diversi inquinanti in ogni regione.

In attuazione dei nuovi criteri introdotti del D.lgs. n. 155/2010, la Regione Lazio ha concluso la procedura di zonizzazione del territorio regionale e successiva classificazione, approvate con Deliberazione della Giunta Regionale (D.G.R.) n. 217/2012 e aggiornate in seguito con D.G.R. n. 536/2017, D.G.R. n. 305/2021 e D.G.R. n. 119/2022. Nello specifico, nel corso del 2021 la Regione Lazio con la D.G.R. n. 305 del 28 maggio 2021 ha approvato il riesame della zonizzazione e classificazione del territorio e, con la successiva Delibera n.119 del 15 marzo 2022, ha aggiornato i codici e i nomi delle zone.

Il primo progetto di adeguamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria a seguito della legge quadro, ha avuto l'approvazione da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) nel gennaio 2014. A seguito dell'ultimo aggiornamento di zonizzazione e classificazione, è stato approvato un nuovo programma di valutazione della qualità dell'aria del Lazio in cui viene rimodulata anche la configurazione della rete di misura fissa (D.G.R. n. 1124 del 30 novembre 2022).

Una volta individuate le zone più critiche del territorio regionale, i risultati delle simulazioni modellistiche devono essere utilizzati per individuare le aree, all'interno di tali zone, nelle quali si verifica il superamento dei limiti imposti dalla norma stessa con l'obiettivo di attuare capillarmente sul territorio regionale le politiche di intervento e le azioni di mitigazione predisposte dagli enti competenti.

Annualmente, la Regione Lazio, con il supporto dell'ARPA Lazio, provvede a effettuare la valutazione della qualità dell'aria nel Lazio utilizzando il sistema modellistico a supporto dei dati di monitoraggio dell'anno precedente e, in base al risultato, aggiorna, ove necessario, la pianificazione delle azioni di tutela della qualità dell'aria nelle zone in cui si registrano i superamenti dei parametri normativi.

La Regione Lazio, con la Deliberazione del Consiglio Regionale (D.C.R.) n. 8 del 5 ottobre 2022 (pubblicata sul BURL n. 88 del 25/10/2022), ha aggiornato il Piano di risanamento della qualità dell'aria (PRQA). Il PRQA, redatto ai sensi degli articoli 9 e 10 del D.lgs. n.155/2010 e ss.mm.ii., rappresenta lo strumento attraverso cui le autorità competenti individuano le misure atte a garantire il rispetto degli obiettivi di qualità dell'aria tesi a evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana e sull'ambiente. Il presente documento riporta la valutazione annuale, eseguita secondo la classificazione in zone del territorio regionale. Nei paragrafi che seguono viene illustrata una sintesi della zonizzazione e della classificazione del territorio, la configurazione attuale della rete di monitoraggio regionale, un riepilogo dei monitoraggi da rete fissa del 2022, i risultati della valutazione modellistica e, infine, la disamina dei risultati ottenuti dalla valutazione per ogni inquinante per zona e per comune.

La valutazione della qualità dell'aria del 2022, rispetto a quella inerente agli anni precedenti, è stata realizzata utilizzando una nuova catena modellistica (cfr. paragrafo 6) alla risoluzione del Km<sup>2</sup> su tutto il Lazio.

Dopo le restrizioni dovute all'emergenza sanitaria da SARS-CoV-2 che hanno caratterizzato il 2020 e, seppur in minor misura anche il 2021, l'anno 2022 è stato caratterizzato dal ritorno a un regime "ordinario" della maggior parte delle attività antropiche.

## 2. Zonizzazione del territorio laziale

La Valutazione della qualità dell'aria presentata in questo documento si basa sulla zonizzazione del territorio laziale, di seguito riassunta, ridefinita con la Deliberazione della Giunta Regionale n.305 del 28 maggio 2021 e, successivamente, perfezionata con D.G.R. n.119 del 15 marzo 2022.

Come richiesto dalle Linee Guida del MASE, la procedura di riesame della zonizzazione del territorio laziale è stata condotta sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio, dell'uso del suolo, del carico emissivo e della densità di popolazione. Il territorio regionale risulta suddiviso in 4 Zone per tutti gli inquinanti (Tabella 2.1 e Figura 2.1) e in 3 Zone per l'ozono (Tabella 2.2 e Figura 2.2).

Dall'aggiornamento dei criteri alla base della zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria per la salute umana di maggio 2021 non emergono elementi che determinino una sostanziale trasformazione delle quattro zone omogenee (Agglomerato di Roma, Appenninica, Litoranea e Valle del Sacco) definite con la D.G.R. n° 217 del 18/05/2012 (confermate con la D.G.R. n.536 del 15/09/2016). Si è evidenziata, invece, la necessità di definire con maggiore precisione i confini, variando l'assegnazione di alcuni Comuni siti in prossimità del confine tra due zone e nello specifico:

- il Comune di Fiumicino dalla zona Litoranea all'Agglomerato di Roma, poiché mostra con quest'ultimo una continuità abitativa, di servizi e flussi di persone e merci;
- i Comuni di Sora, Sant'Elia Fiumerapido, Vico del Lazio e Collepardo che, nel 2012, erano stati inclusi nella zona Appenninica, in quanto caratterizzati da un'orografia complessa, con zone in montagna e zone in valle, e da emissioni non significative. Di fatto, proprio a causa della morfologia del territorio, delle caratteristiche meteorologiche della valle a cui afferiscono e delle emissioni dei comuni della Valle del Sacco confinanti, i comuni menzionati sono stati spostati dalla zona Appenninica alla Valle del Sacco.

Tabella 2.1 - Zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti a esclusione dell'ozono.

ZONA	Codice	Comuni	Area (km <sup>2</sup> )	Popolazione
Appenninica 2021	IT1216	197	7025.5	541.130
Valle del Sacco 2021	IT1217	86	2976.4	627.438
Litoranea 2021	IT1218	69	4957.9	1.196.305
Agglomerato di Roma 2021	IT1219	26	2271.9	3.514.210

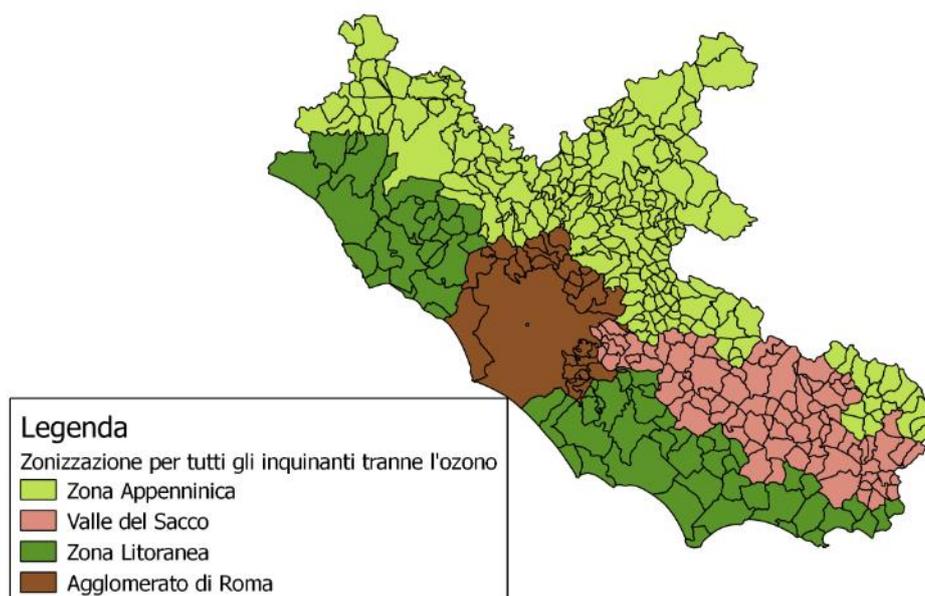
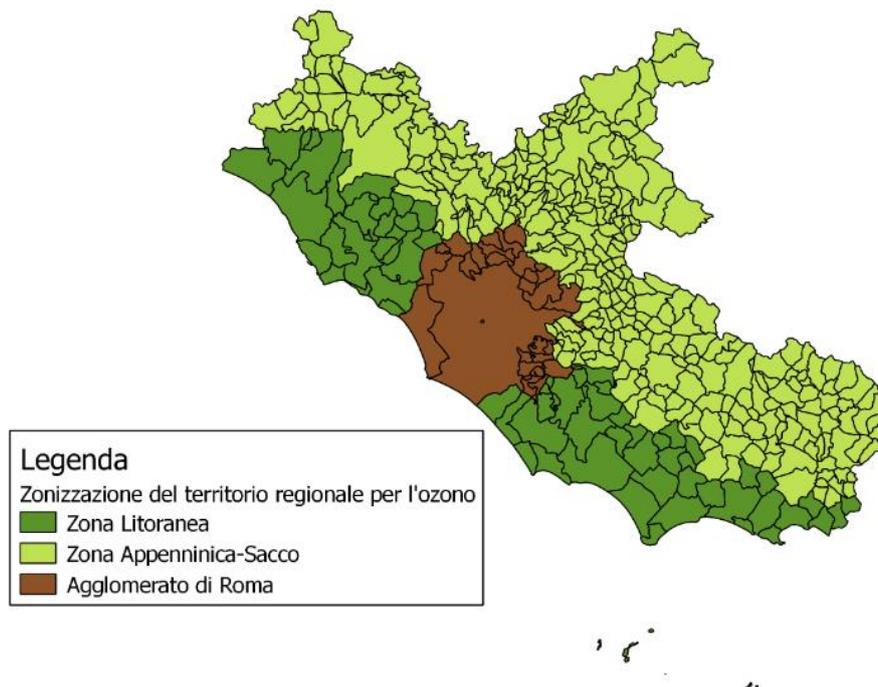


Figura 2.1 - Zone del territorio regionale del Lazio per tutti gli inquinanti a esclusione dell'ozono.

Relativamente all'ozono, la zona IT1214 è di fatto l'accorpamento delle zone Appenninica e Valle del Sacco relative alla Tabella 2.1.

Tabella 2.2 - Zonizzazione del territorio regionale per l'ozono.

ZONA	Codice	Comuni	Area (km <sup>2</sup> )	Popolazione
Litoranea 2021	IT1218	69	4957.9	1.196.305
Appennino-Valle del Sacco	IT1214	283	10001.9	1.178.568
Agglomerato di Roma 2021	IT1219	26	2271.9	3.514.210



*Figura 2.2 - Zone del territorio regionale del Lazio per l'ozono.*

A seguito della zonizzazione del territorio, ciascuna zona o agglomerato è stato classificato allo scopo di individuare le modalità di valutazione della qualità dell'aria in conformità alle disposizioni del D.lgs. n. 155/2010 (D.G.R. n.305 del 28 maggio 2021 e n.119 del 15 marzo 2022).

In base alla classificazione effettuata, e al numero di abitanti delle zone individuate, il D.lgs. n. 155/2010 fissa il numero minimo di stazioni da prevedere nella rete di misura per ogni inquinante.

Alla luce della classificazione è poi stato redatto il progetto per la riorganizzazione della rete di monitoraggio, approvato dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica nel gennaio 2014 e aggiornato con la D.G.R. n. 1124 del 30 novembre 2022.

### 3. Analisi meteorologica

Il Lazio è costituito da strutture orografiche molto differenti tra loro.

Partendo dal Nord-Ovest della regione, si possono distinguere tre gruppi montuosi di modeste dimensioni: i monti Volsini, i monti Cimini ed i monti Sabatini. Caratteristica comune di questi gruppi montuosi è la loro origine vulcanica, testimoniata, oltre che dagli elementi geologici, dalla presenza, in ciascuno di questi, di un lago: il lago di Bolsena sui Volsini, il lago di Vico sui Cimini ed il lago di Bracciano sui Sabatini. Questi gruppi montuosi degradano dolcemente verso la pianura maremmana ad ovest, e verso la valle del Tevere ad est, le due pianure laziali più settentrionali. La Tuscia, ovvero la maremma laziale, trova qui il suo limite meridionale, nei Monti della Tolfa.

Nella parte orientale del Lazio si trovano i rilievi più alti della regione, che raggiungono con i Monti della Laga e in particolare con il monte Gorzano (2458 m), il loro punto più alto in questa piccola porzione laziale. Il resto del territorio Appenninico corre diagonalmente da nord-ovest a sud-est comprendendo i rilievi dei monti Reatini, Sabini, Simbruini ed Ernici, con rilievi attorno ai 1300-2200 m.

Accanto a questo va considerata l'ampia area costiera che coinvolge tutta la parte ovest del territorio e, chiaramente, l'area metropolitana di Roma che ha un'estensione di circa 1300 km<sup>2</sup>.

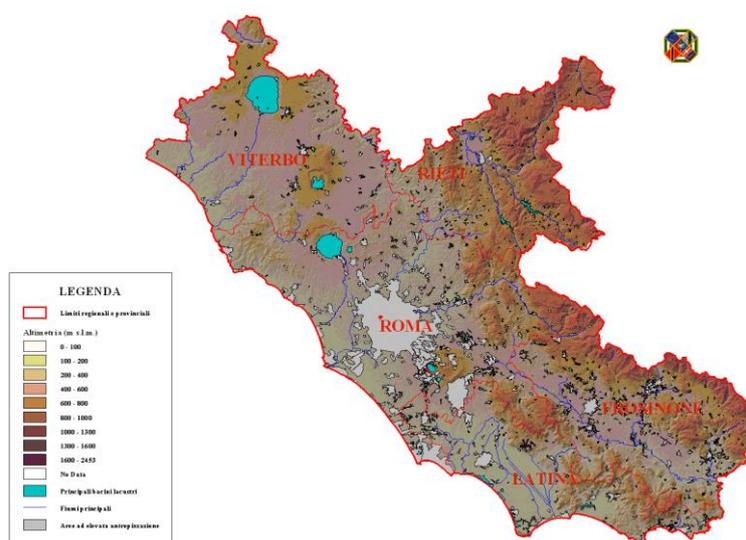


Figura 3.1 - Struttura orografica del territorio laziale.

La complessa struttura orografica influisce notevolmente sulle caratteristiche meteorologiche e micro-meteorologiche del territorio che sono alla base dei processi di dispersione delle sostanze inquinanti rilasciati in atmosfera.

Di seguito viene riportata una descrizione delle principali caratteristiche meteorologiche della regione, l'analisi prenderà in considerazione i principali fenomeni meteorologici utili alla dispersione e abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici: precipitazioni, venti e variabili legate alla turbolenza atmosferica. La Rete Meteorologica Regionale (RMR) è così composta:

- Rete Micro-Meteorologica (RMM): 8 stazioni;
- Rete Meteo Convenzionale (RMC): 3 mezzi mobili, una serie di sensori sulle stazioni di qualità dell'aria, la WTX (Weather Transmitter).

#### 3.1 La rete micro-meteorologica dell'ARPA Lazio

L'ARPA Lazio, a supporto della valutazione e previsione della qualità dell'aria, ha realizzato una rete micro-meteorologica (RMM) costituita da 8 stazioni con dotazione strumentale avanzata.

Quattro stazioni sono posizionate nell'Agglomerato di Roma e le restanti nei quattro capoluoghi di provincia della regione. Le stazioni sono dotate di sensori meteorologici classici (temperatura, umidità, pressione e

precipitazione) associati a strumentazione dedicata alla caratterizzazione delle proprietà turbolente e radiative dell'atmosfera, importanti per la dispersione degli inquinanti e la qualità dell'aria in generale (anemometri sonici, piranometri e pirogeometri).

Oltre alla valutazione della dispersione meccanica (vento) e del dilavamento (precipitazioni) tramite questi sensori si possono ricavare informazioni relative alla turbolenza atmosferica attraverso variabili ricavate (ad esempio, la velocità di attrito  $u^*$  e il flusso di calore cinematico  $H_0$ ) che danno indicazioni delle capacità dispersiva dei primi strati dell'atmosfera.

Tabella 3.1 - Localizzazione delle stazioni della rete micro-meteorologica.

Zona	Sigla	Località	Latitudine	Longitudine
IT1219 - Agglomerato di Roma 2021	AL001	Roma – CNR Tor Vergata	41.8417	12.6476
	AL003	Roma – Tenuta del Cavaliere	41.9290	12.6583
	AL004	Roma – Castel di Guido	41.8894	12.2664
	AL007	Roma – Boncompagni	41.9093	12.4965
IT1217 - Valle del Sacco 2021	AL006	Frosinone	41.6471	13.2999
IT1218 – Litoranea 2021	AL002	Latina	41.4850	12.8457
IT1216 – Appenninica 2021	AL005	Rieti	42.4294	12.8191
	AL008	Viterbo	42.4308	12.0625

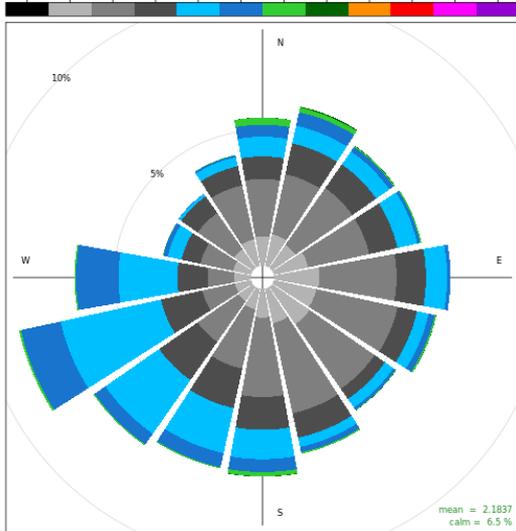


### 3.2 Intensità del vento

Utilizzando i dati della rete delle stazioni micro-meteorologiche dell'ARPA Lazio è possibile evidenziare le distribuzioni delle intensità e della direzione dei venti in 8 punti della regione, di cui 4 appartenenti all'Agglomerato di Roma e le altre 4 nei restanti capoluoghi di provincia della Regione.

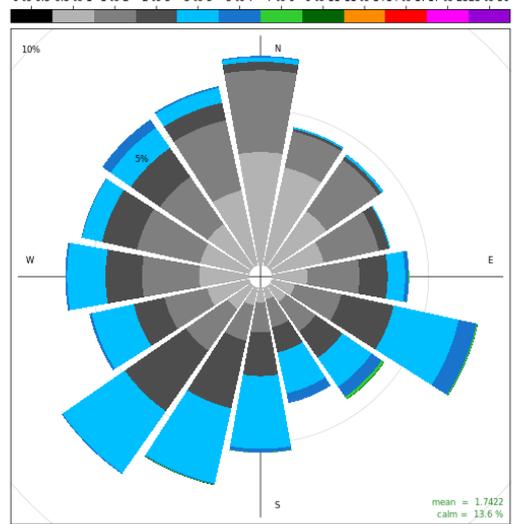
Nelle immagini seguenti sono rappresentate le rose dei venti nell'ordine: Roma-Tor Vergata e Latina, Roma-Tenuta del Cavaliere e Roma-Castel di Guido, Rieti e Frosinone, Roma-Via Boncompagni e Viterbo.

from: 01 Jan 2022 00 to: 31 Dec 2022 23 av. wind: 2.18 m s<sup>-1</sup> total data: 17376 dati validi: 93.1 %  
 station number: AL001 station name: Tor Vergata wind speed (m s<sup>-1</sup>)  
 0 to 0.5 0.5 to 1 1 to 2 2 to 3 3 to 5 5 to 7 7 to 9 9 to 11 11 to 14 14 to 17 17 to 25 25 to 50



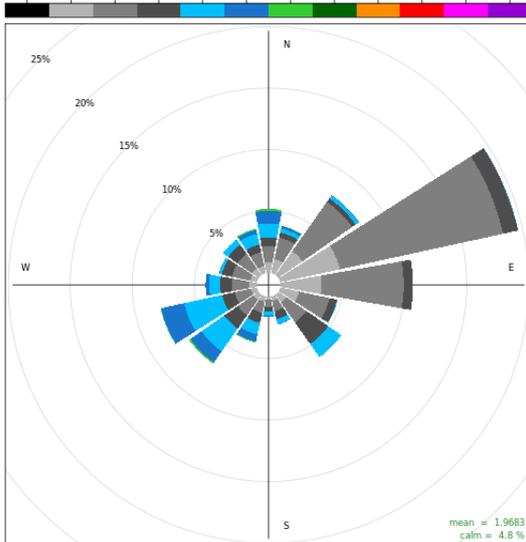
Frequency of counts by wind direction (%)

from: 01 Jan 2022 00 to: 31 Dec 2022 23 av. wind: 1.74 m s<sup>-1</sup> total data: 17376 dati validi: 84.8 %  
 station number: AL002 station name: Latina wind speed (m s<sup>-1</sup>)  
 0 to 0.5 0.5 to 1 1 to 2 2 to 3 3 to 5 5 to 7 7 to 9 9 to 11 11 to 14 14 to 17 17 to 25 25 to 50



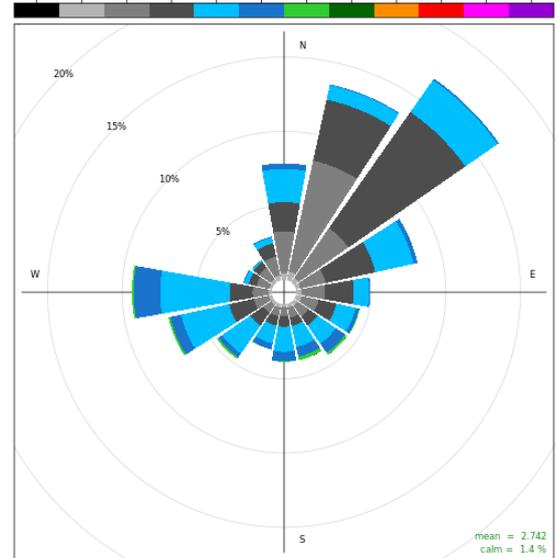
Frequency of counts by wind direction (%)

from: 01 Jan 2022 00 to: 31 Dec 2022 23 av. wind: 1.97 m s<sup>-1</sup> total data: 17376 dati validi: 87 %  
 station number: AL003 station name: Tenuta del Cavaliere wind speed (m s<sup>-1</sup>)  
 0 to 0.5 0.5 to 1 1 to 2 2 to 3 3 to 5 5 to 7 7 to 9 9 to 11 11 to 14 14 to 17 17 to 25 25 to 50



Frequency of counts by wind direction (%)

from: 01 Jan 2022 00 to: 31 Dec 2022 23 av. wind: 2.74 m s<sup>-1</sup> total data: 17376 dati validi: 94.7 %  
 station number: AL004 station name: Castel di Guido wind speed (m s<sup>-1</sup>)  
 0 to 0.5 0.5 to 1 1 to 2 2 to 3 3 to 5 5 to 7 7 to 9 9 to 11 11 to 14 14 to 17 17 to 25 25 to 50



Frequency of counts by wind direction (%)

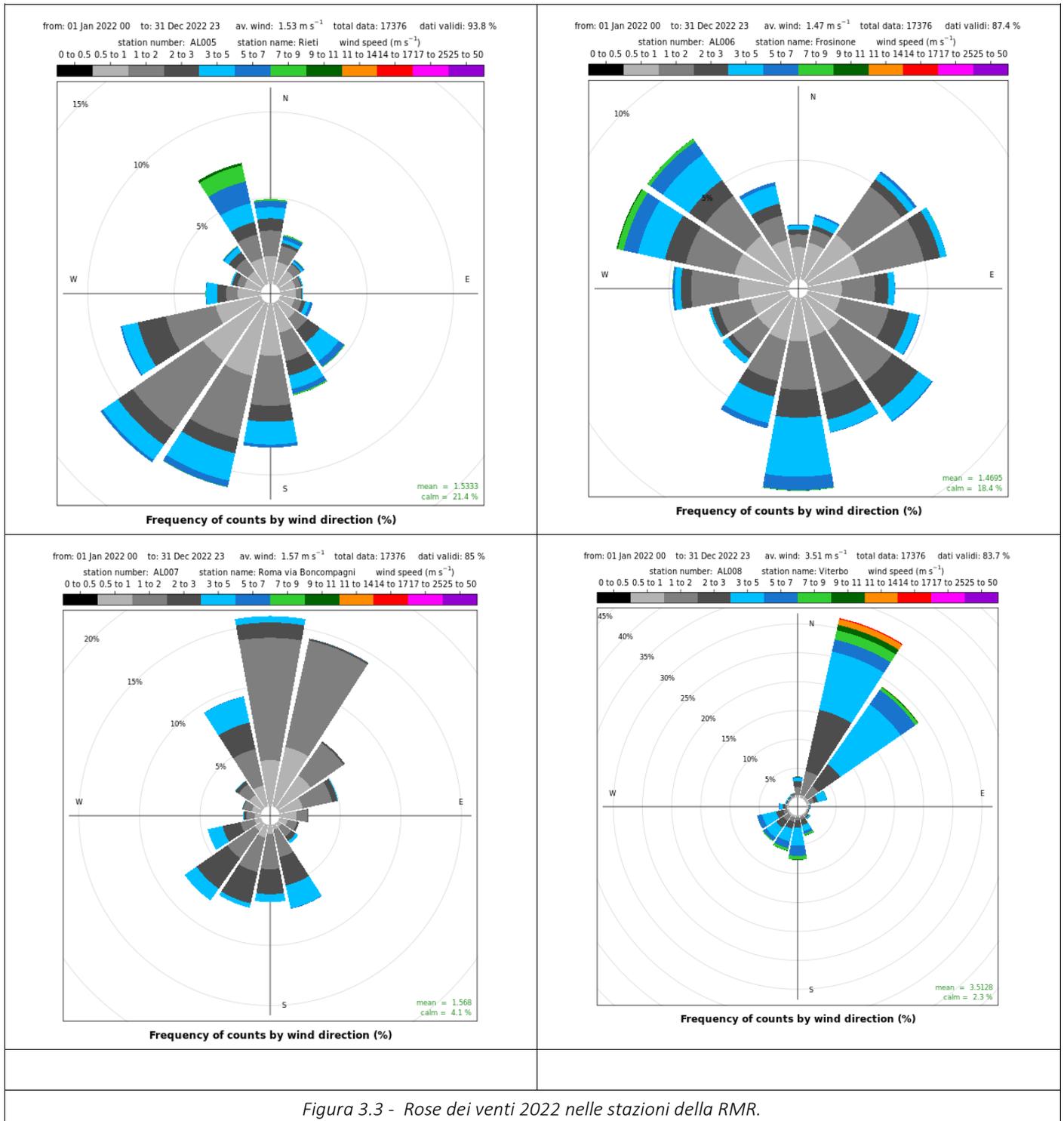


Figura 3.3 - Rose dei venti 2022 nelle stazioni della RMR.

Dalle rose dei venti si evidenzia che la circolazione nelle stazioni di Viterbo, Tenuta del Cavaliere e Boncompagni sono fortemente direzionali. A Viterbo e a Tenuta del Cavaliere i limiti sono imposti dall'orografia, mentre a Boncompagni dal contesto urbano circostante. Tor Vergata e Latina hanno rose più distribuite, con direzioni preferenziali dai quadranti sud e sud-ovest, mentre Rieti e Frosinone tendono maggiormente a risentire della loro posizione geografica, circondata dalle valli.

L'intensità media annuale dei venti è compresa tra i 1.47 m/s di Frosinone, protetta dall'orografia circostante, e i 3.51 m/s di Viterbo, dove probabilmente vi è un effetto di incanalamento delle correnti. La brezza di mare è poco evidente, ma comunque evidenziabile nei terzi quadranti di Tor Vergata e Castel di Guido. Mentre

deboli, ma molto frequenti, risultano i venti catabatici che scendono la valle del Tevere registrati dalla stazione di Tenuta del Cavaliere (I quadrante).

Tabella 3.2 - Velocità medie dei venti 2022 e media 2012-2020 in m/s rete micro-meteorologica regionale.

Stazione RMR	vv medio 2022	vv medio 2021	vv medio 2012-21	calme 2022	calme 2021	calme 2012-21
Tor Vergata (RM)	2.19	2.32	2.32	6.5%	5.5%	5.8%
Latina	1.74	1.74	1.75	13.6%	13.7%	13.1%
Tenuta del Cavaliere (RM)	1.97	2.04	2.06	4.8%	4.4%	4.8%
Castel di Guido (RM)	2.74	2.74	2.76	1.4%	1.5%	1.4%
Rieti	1.53	1.61	1.63	21.4%	18.9%	18.7%
Frosinone	1.47	1.53	1.54	18.4%	16.6%	16.7%
Roma via Boncompagni (RM)	1.57	1.62	1.63	4.1%	3.7%	3.8%
Viterbo	3.51	3.63	3.57	2.3%	1.4%	1.7%
<b>Media</b>	<b>2.09</b>	<b>2.15</b>	<b>2.16</b>	<b>8.3%</b>	<b>8.2%</b>	<b>8.3%</b>

Dal punto di vista della ventilazione, l'anno 2022 è stato leggermente meno ventoso del 2021 e della media dei 10 anni precedenti (2012-2021). La percentuale di calma di vento è risultata poco più alta in relazione a quella dell'anno precedente (2021) e in linea con la serie climatica disponibile (2012-2021).

Il dato della RMR conferma quanto ricavato dalla rete sinottica (SYNOP). Le differenze di valori sono dovute alla diversa posizione geografica e alla diversa altezza dei sensori del vento. L'anno 2022 è risultato essere in linea rispetto alla media degli 12 anni precedenti. Le rose dei venti mostrano come le stazioni litoranee risentano degli effetti delle brezze di terra e di mare (attive specie nei mesi estivi) e dei venti sinottici, anche sostenuti, nelle direzioni SE-NO e da N-S (presenti specie nei mesi invernali).

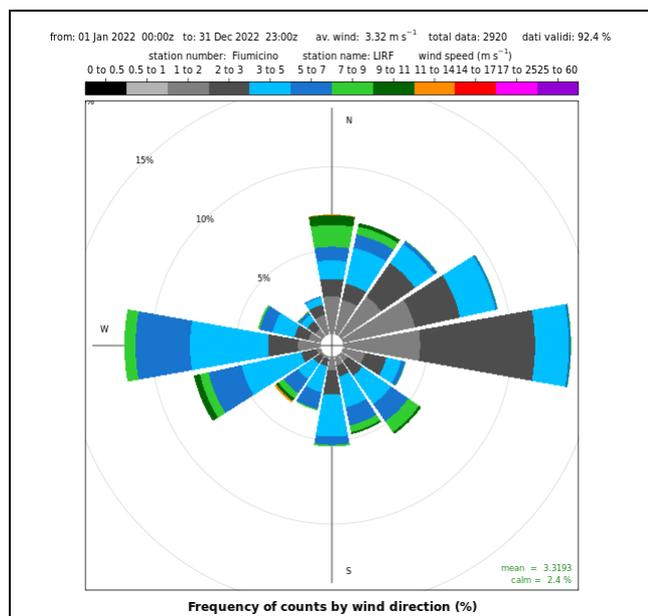


Figura 3.4 - Rosa dei venti di Fiumicino (16242 – LIRF) anno 2022.

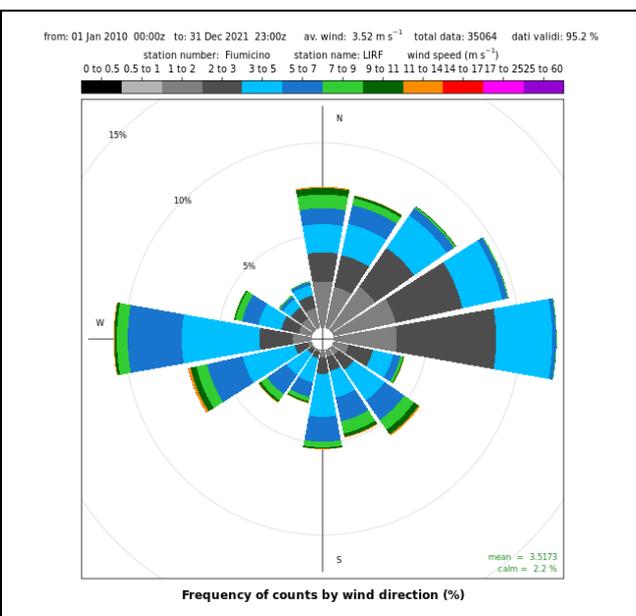


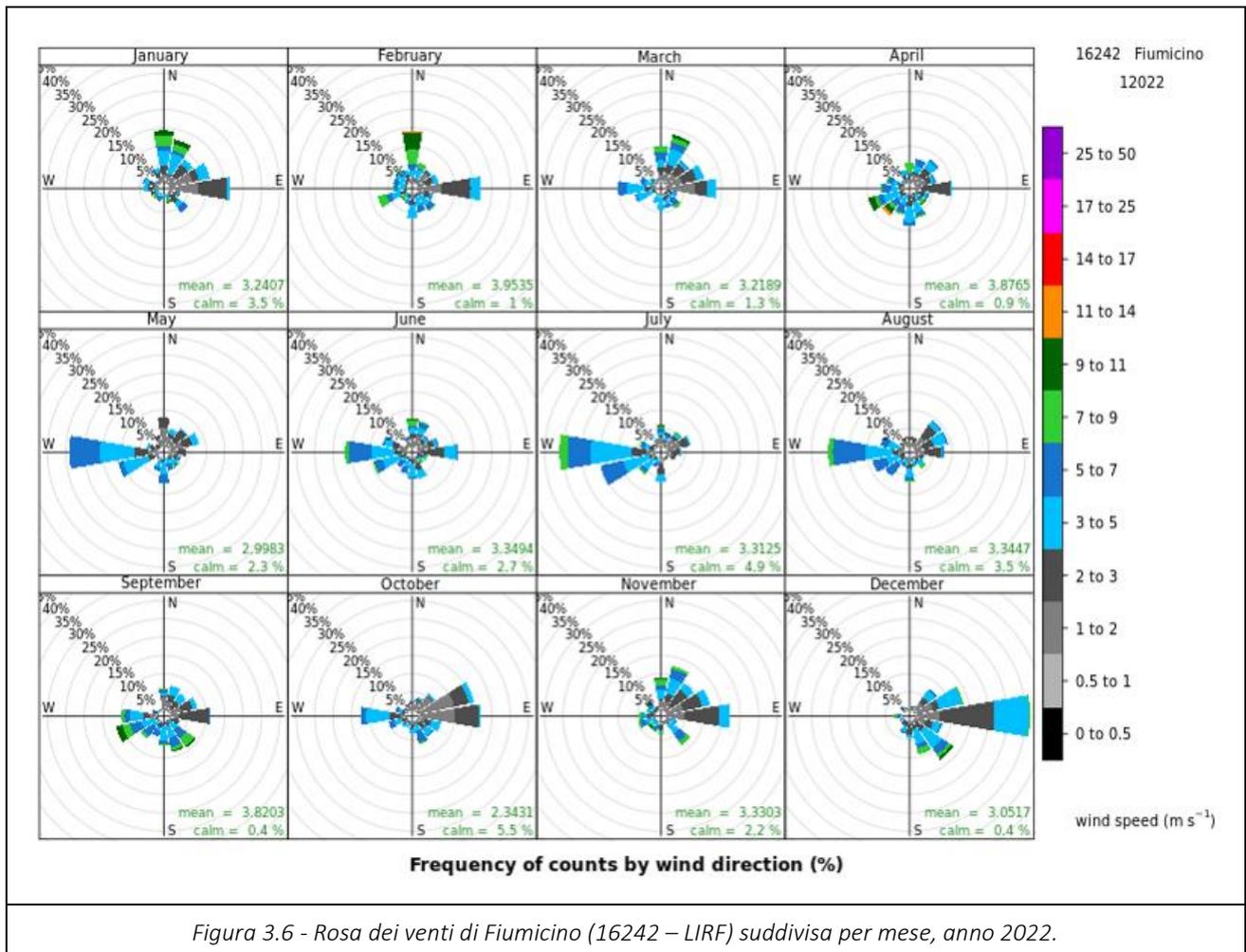
Figura 3.5 - Rosa dei venti di Fiumicino (16242 – LIRF) anni 2010-2021.

Tabella 3.3 - Velocità media dei venti 2022 e media 2010-2021 in m/s.

Stazione SYNOP	vento medio 2022	vento medio 2021	vento medio 2009-21	calme 2022	calme 2021
Viterbo*	4.15	4.29	4.22	0.8%	1.0%
Guidonia*	2.87	2.84	2.81	4.4%	6.1%
Fiumicino	3.32	3.33	3.44	2.4%	2.1%
Ciampino	2.96	2.99	2.81	2%	1.9%
Pratica di Mare	3.70	3.77	3.81	1.9%	1.7%
Latina*	3.31	2.93	2.86	2.2%	3.9%
Frosinone*	2.55	2.50	2.41	0.3%	0.3%
<b>Media</b>	<b>3.27</b>	<b>3.24</b>	<b>3.19</b>	<b>1.9%</b>	<b>2.1%</b>

(\*stazioni SYNOP con disponibilità dati solo durante il giorno)

Il confronto mensile mostra brezze di mare più attive e intense a giugno, luglio e agosto, si veda ad esempio la stazione di Fiumicino in Figura 3.5 (anno 2022). Da ottobre a dicembre i venti sono stati in prevalenza dai quadranti orientali.



### 3.3 Precipitazioni

Analizzando i dati della rete micrometeorologica dell'ARPA Lazio e quelli della rete ARSIAL, si evidenzia che l'anno 2022 è stato complessivamente meno piovoso dei precedenti, soprattutto per i primi mesi dell'anno. La distribuzione spaziale delle precipitazioni cumulate mostra massimi sulla zona meridionale della regione, tra Latina e Frosinone.

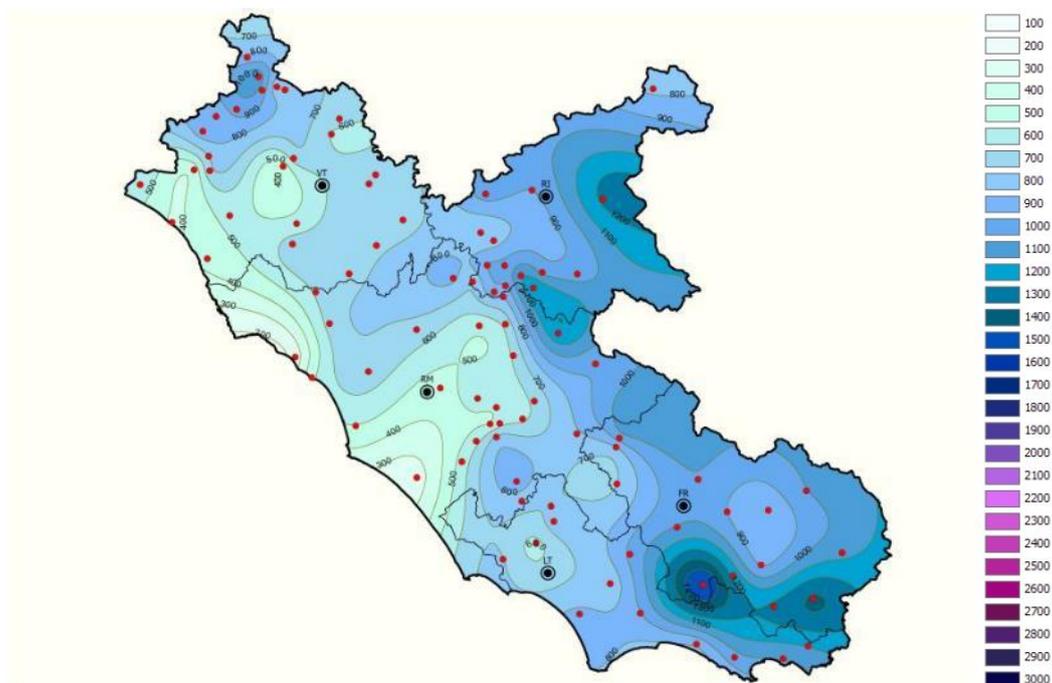


Figura 3.7 - Mappa ARSIAL precipitazioni 2022.

Nell'istogramma a seguire si mostra il confronto 2022-2021 della precipitazione per le 8 stazioni RMM e per 5 stazioni ARSIAL scelte come riferimento per ogni capoluogo di provincia (VT-Montefiascone, RI-Rieti, RM-Lanciani, FR-Alatri, LT-Pontinia). Nel 2022 le piogge sono state inferiori rispetto all'anno precedente in tutte le stazioni.

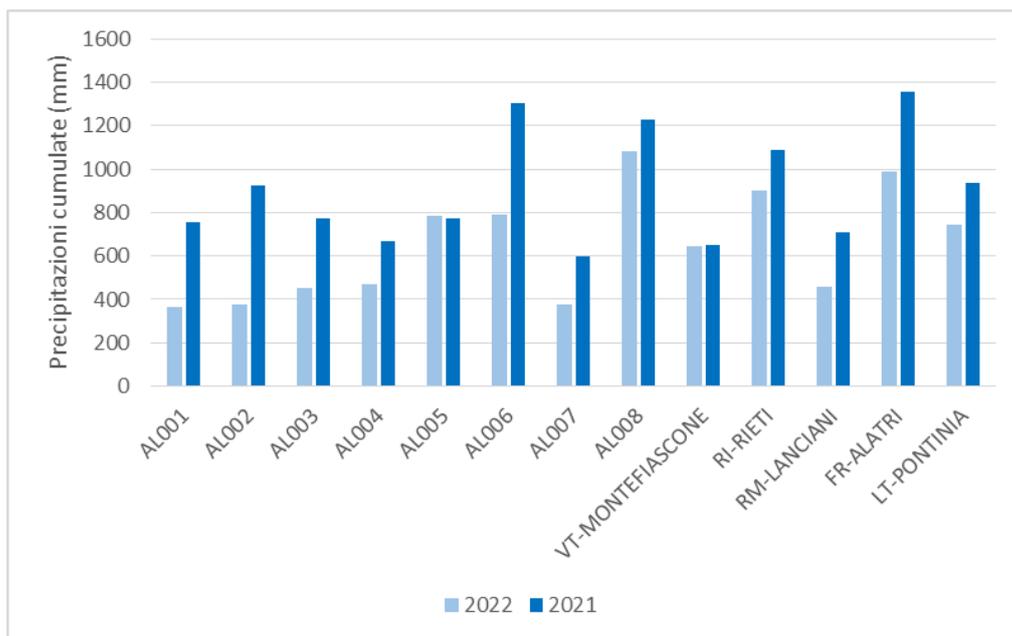


Figura 3.8 – Confronto precipitazioni 2022-2021.

### 3.4 Temperatura

Analizzando i dati della rete micrometeorologica dell'ARPA Lazio e quelli della rete ARSIAL, si nota che l'anno 2022 è stato complessivamente più caldo del precedente, in modo particolare per i mesi di maggio, giugno, luglio e dicembre. Si registra nel 2022 un incremento medio di temperatura pari a 0,82 °C rispetto al 2021. (Tale incremento di temperatura si è riscontrato in tutta l'Italia: secondo i risultati CNR ISAC, l'anno 2022 è stato il più caldo degli ultimi 30 anni - trentennio 1991-2020 -, con un'anomalia di 1.15°C).

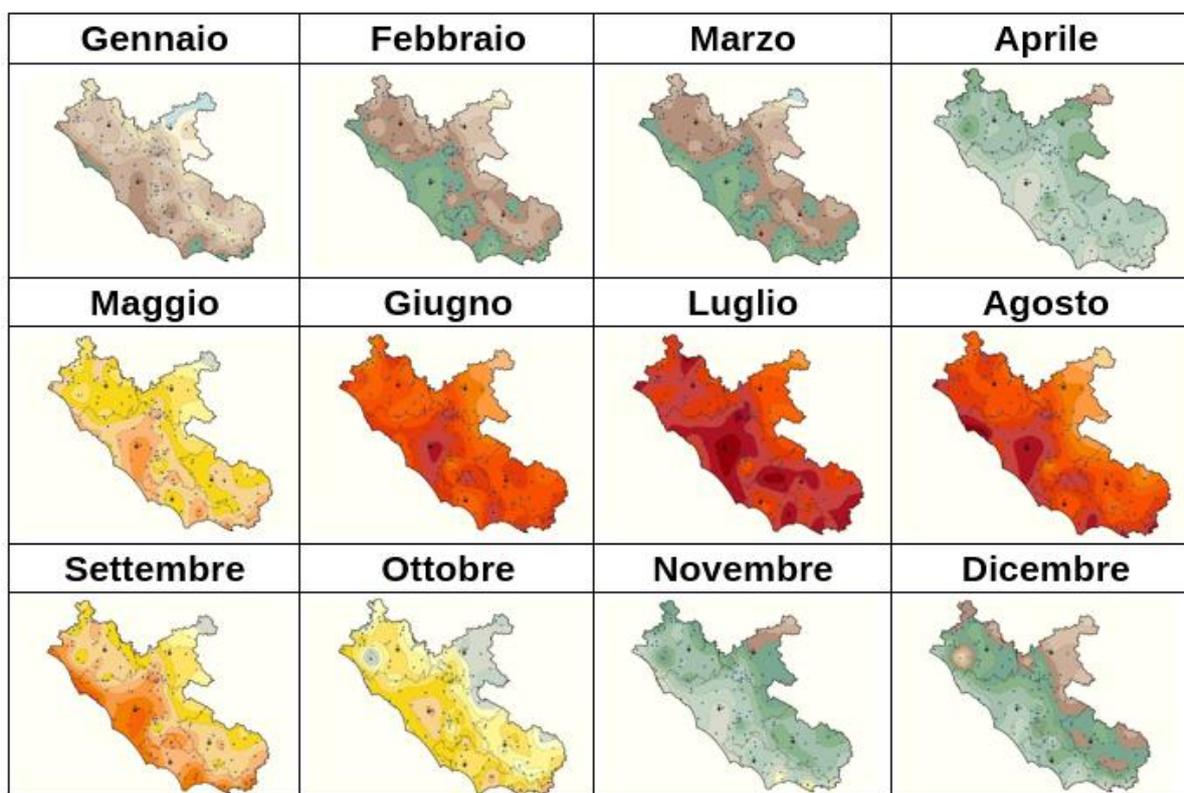


Figura 3.9 – Mappe mensili temperatura ARSIAL

Nell'istogramma a seguire si mostra il confronto 2022-2021 della temperatura media per le 8 stazioni RMM e per 5 stazioni ARSIAL scelte come riferimento per ogni capoluogo di provincia (VT-Montefiascone, RI-Rieti, RM-Lanciani, FR-Alatri, LT-Pontinia). Nel 2022, in tutte le stazioni, la temperatura media è stata maggiore rispetto all'anno precedente.

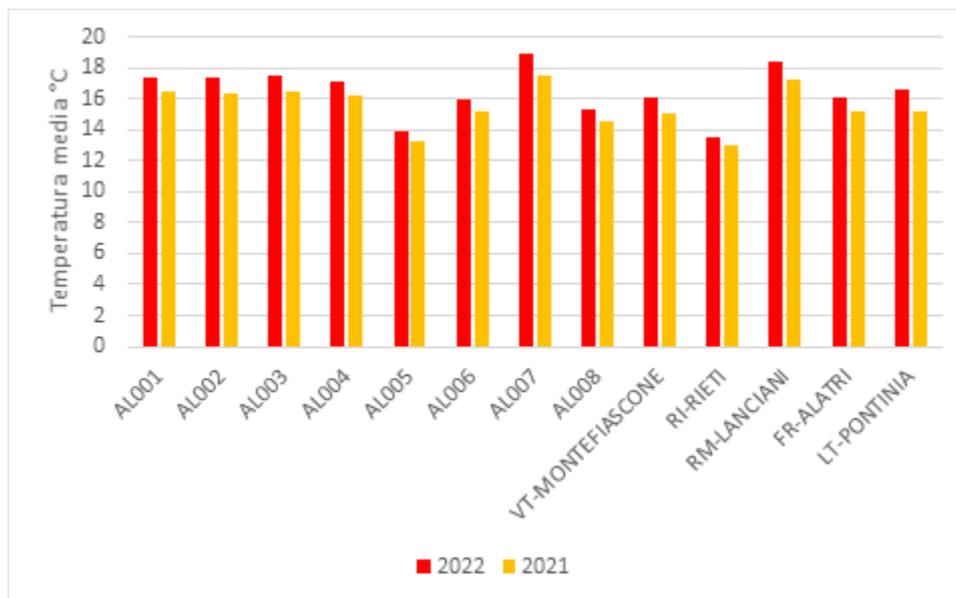


Figura 3.10 – Confronto temperatura 2022-2021.

Analizzando l'andamento mensile, i mesi che hanno mostrato un maggior incremento di temperatura in confronto all'anno precedente sono stati maggio, giugno, luglio e dicembre. Nella figura il confronto 2022-2021 per la stazione AL001 Tor Vergata. (Relativamente alla stazione presa come esempio, si registrano 2.92 °C di differenza per il mese di maggio, 2.39 °C di differenza a giugno, 1.99 °C di differenza a luglio e 2.22 °C a dicembre).

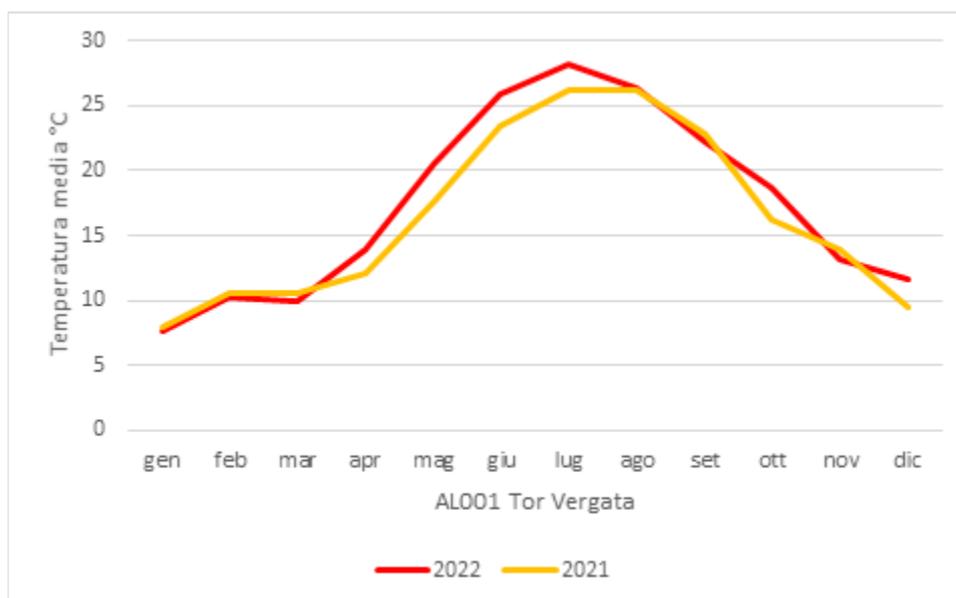


Figura 3.11 – Confronto 2022-2021 dell'andamento della temperatura media per la stazione AL001 Tor Vergata.

### 3.5 Valori estremi anno 2022 e conclusioni meteorologiche

A seguire si riportano i valori estremi registrati per le 5 stazioni ARSIAL scelte come riferimento per ogni capoluogo di provincia (VT-Montefiascone, RI-Rieti, RM-Lanciani, FR-Alatri, LT-Pontinia). Si sottolinea il massimo di temperatura a fine giugno con valori anche oltre i 40 °C.

Tabella 3.4 – Valori estremi anno 2022 stazioni ARSIAL.

Stazioni	Temperatura massima	Temperatura minima	Precipitazione massima assoluta	Giorni piovosi (precipitazione > 1 mm)
VT -Montefiascone	40,1 °C (il 27/06)	- 0,9 °C (il 26/01)	45 mm (il 15/11)	62
RI - Rieti	37,8 °C (il 27/06)	- 7,5 °C (il 26/01)	54,4 mm (il 22/11)	72
RM - Lanciani	39,8 °C (il 28/06)	0,1 °C (il 26/01)	65,3 mm (il 3/12)	53
FR - Alatri	41,2 °C (il 28/06)	- 0,7 °C (il 22/01)	90 mm (il 22/11)	81
LT - Pontinia	39,4 °C (il 28/06)	- 4,4 °C (il 09/03)	90.6 mm (il 25/09)	61

Riassumendo, i dati evidenziano un 2022 meno ventilato, meno piovoso e soprattutto più caldo del 2021. L'anno 2022 si è concluso con cumulate di precipitazione annuali che mostrano un bilancio negativo. Le piogge sono state scarse in tutta la regione soprattutto i primi mesi dell'anno. La diminuzione riscontrata conferma l'andamento generale che ha visto, negli ultimi 10 anni, una sensibile riduzione delle precipitazioni. Si registra inoltre un progressivo aumento della temperatura, come è evidente dalla Figura 3.12 sottostante, con un incremento medio di 1,18 °C negli ultimi 10 anni.

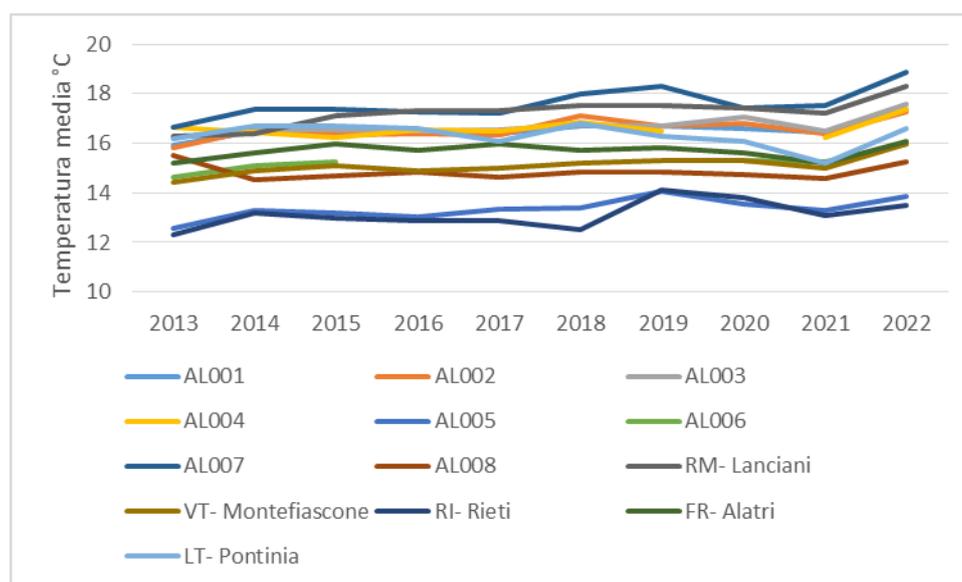


Figura 3.12 – Andamento temperatura media 2013-2022 per le stazioni RMM e ARSIAL.

A titolo di esempio, si riportano in Figura 3.13 i trend che mostrano le anomalie di entrambe le variabili (calcolate come differenza tra la media nel periodo 2008-2022 e il valore medio o, nel caso delle precipitazioni, cumulado registrato nel 2022) in funzione del tempo: mentre per le precipitazioni si registra un trend negativo di  $-2.37\%/anno$ , le temperature aumentano di  $0.099\text{ }^{\circ}\text{C}/anno$ .

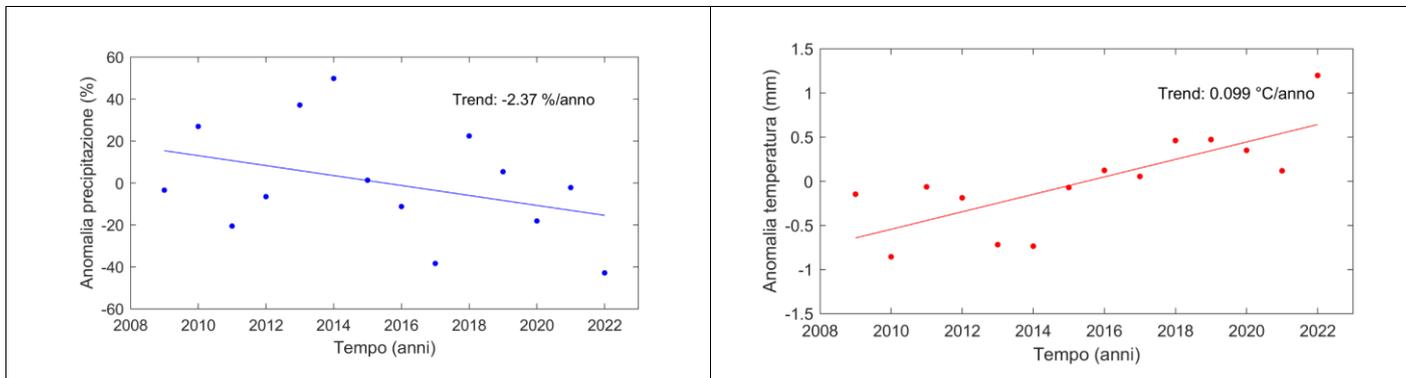


Figura 3.13 - Anomalie di precipitazione e di temperatura tra il 2008 e il 2022

## 4. Rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria

Nel 2022, la rete di monitoraggio della qualità dell'aria regionale è stata costituita da 55 stazioni di monitoraggio di cui 46 incluse nel progetto di rete del Programma di Valutazione della qualità dell'aria regionale approvato con la D.G.R. n. 478 del 2016.

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;
- 18 stazioni nell'Agglomerato di Roma (di cui 2 non incluse nel Programma di Valutazione regionale);
- 22 stazioni in zona Litoranea (di cui 7 non incluse nel Programma di Valutazione regionale).

Le centraline non incluse nel Programma di Valutazione sono: Boncompagni e Fiumicino Porto per l'Agglomerato di Roma e le restanti 7 in zona Litoranea: Civitavecchia Morandi, Civitavecchia Porto, Aurelia, San Gordiano, Santa Marinella, Allumiere e Tolfa (queste ultime 5 appartenenti alla rete "ex-Enel"). Delle centraline ex-ENEL non è attualmente attiva la stazione di Tarquinia.

Nel mese di marzo 2022, la stazione di misura "Tolfa" è stata disattivata e dal 16/03/2022 è stata attivata una nuova postazione di misura denominata "Tolfa Braccianese". Pertanto, si fa presente che la copertura temporale delle misure di entrambe le stazioni non è sufficiente a computare gli standard annuali, secondo quanto previsto dal D.lgs. n. 155/2010 e ss.mm.ii.

La Figura 4.1 riporta la dislocazione delle stazioni di misura sul territorio regionale.

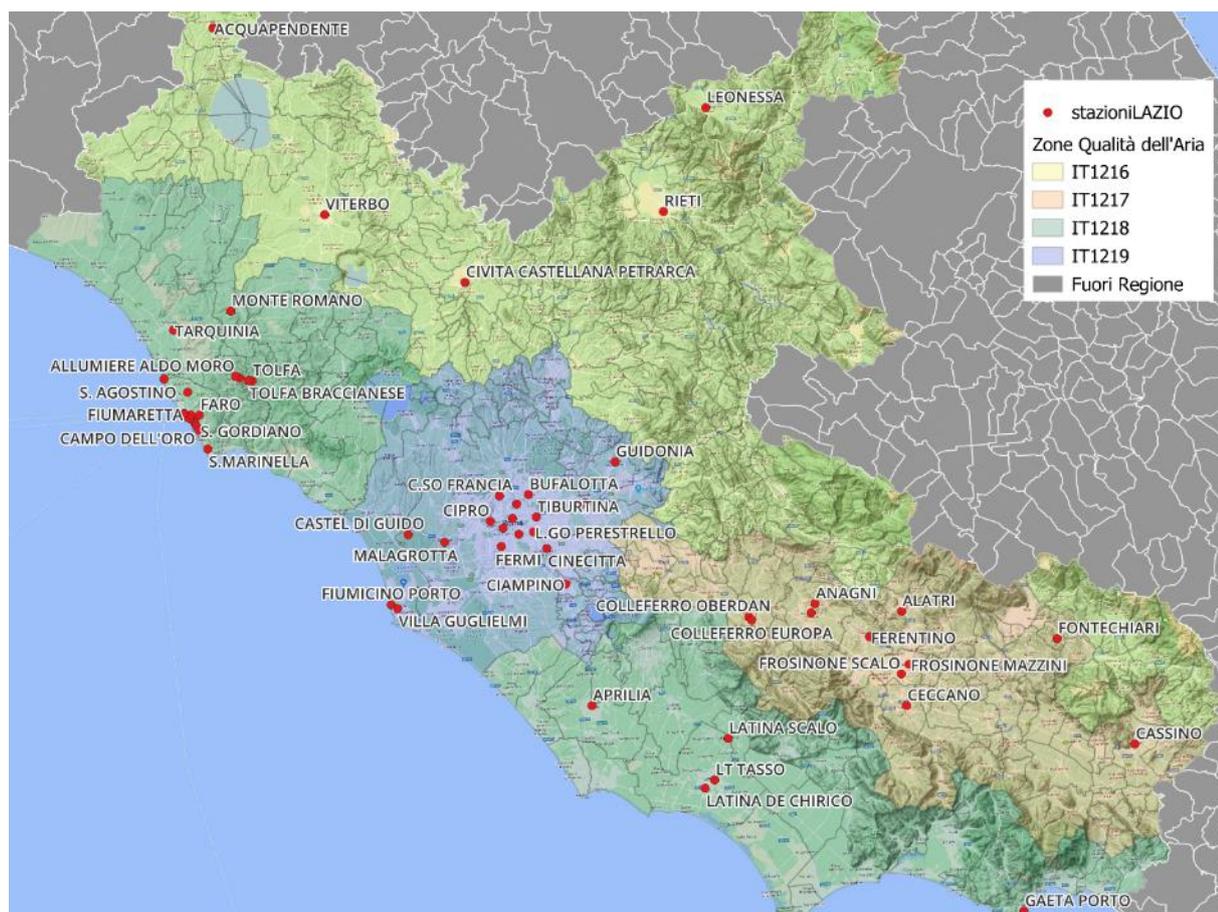


Figura 4.1 - Localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2022.

Per un approfondimento, nelle Figura 4.2, Figura 4.3 e Figura 4.4 sono riportati i dettagli cartografici delle stazioni localizzate, rispettivamente, nell'Agglomerato di Roma, nella Zona Valle del Sacco e nel comprensorio di Civitavecchia.

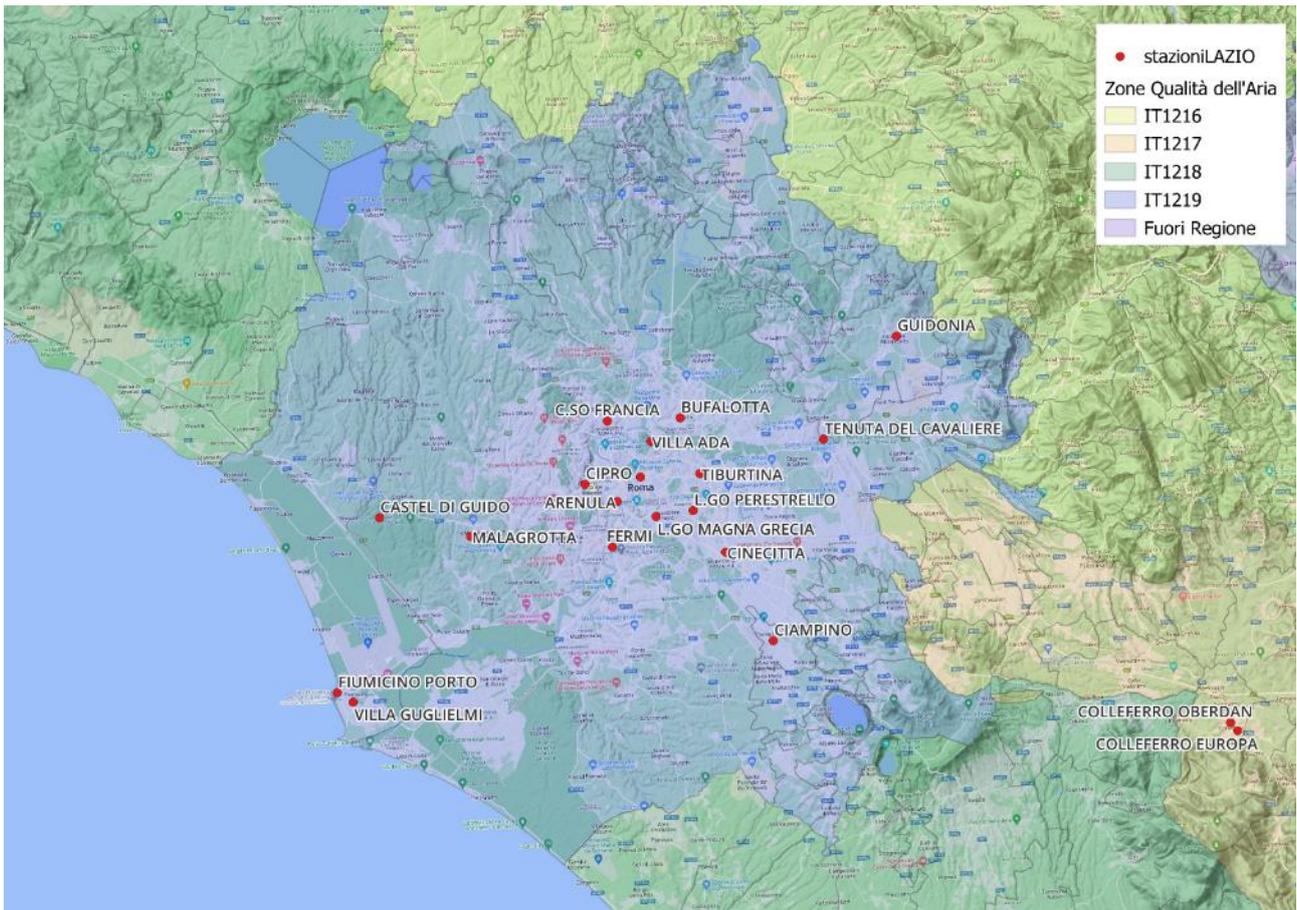


Figura 4.2 - Stazioni dell'Agglomerato di Roma.

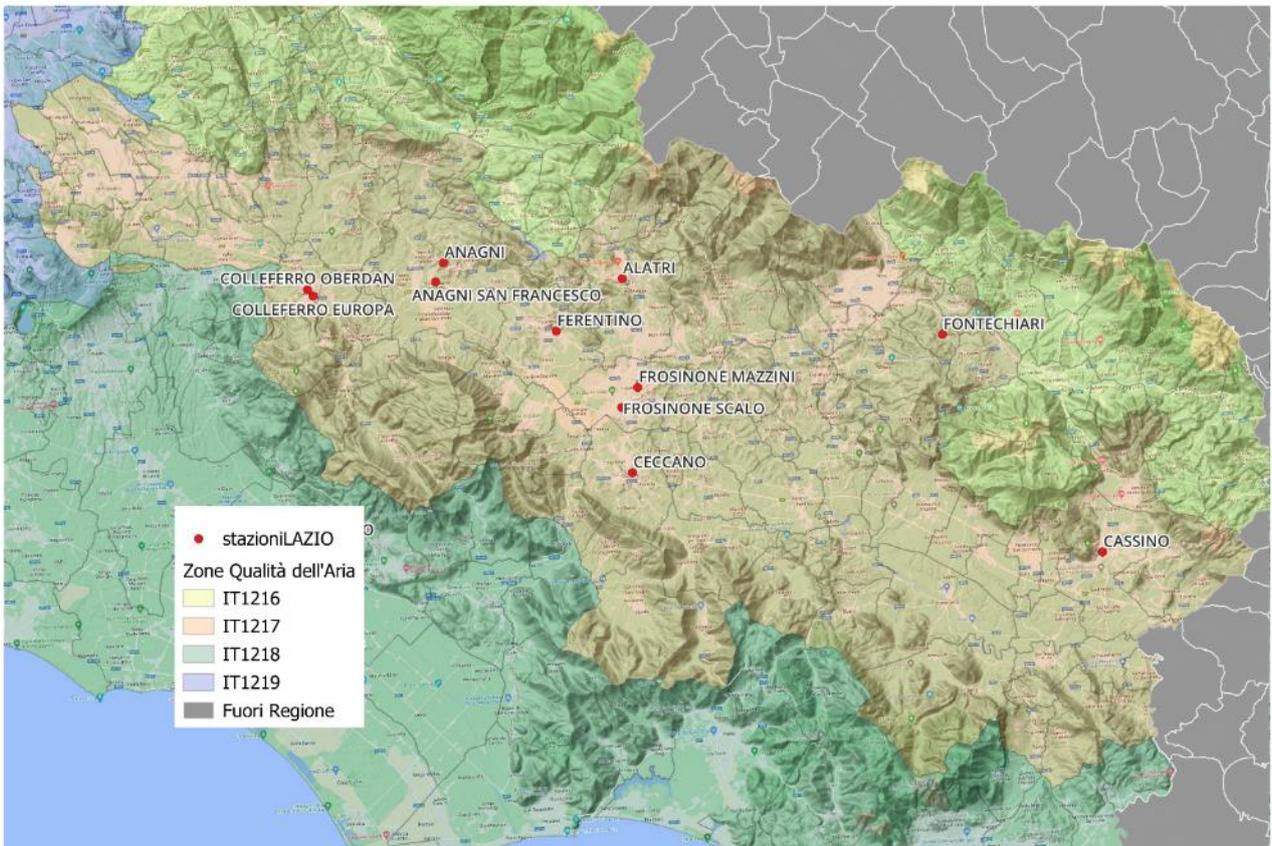


Figura 4.3 - Stazioni di misura nella Valle del Sacco.

In Figura 4.4 è riportato il dettaglio cartografico dell'area urbana di Civitavecchia.

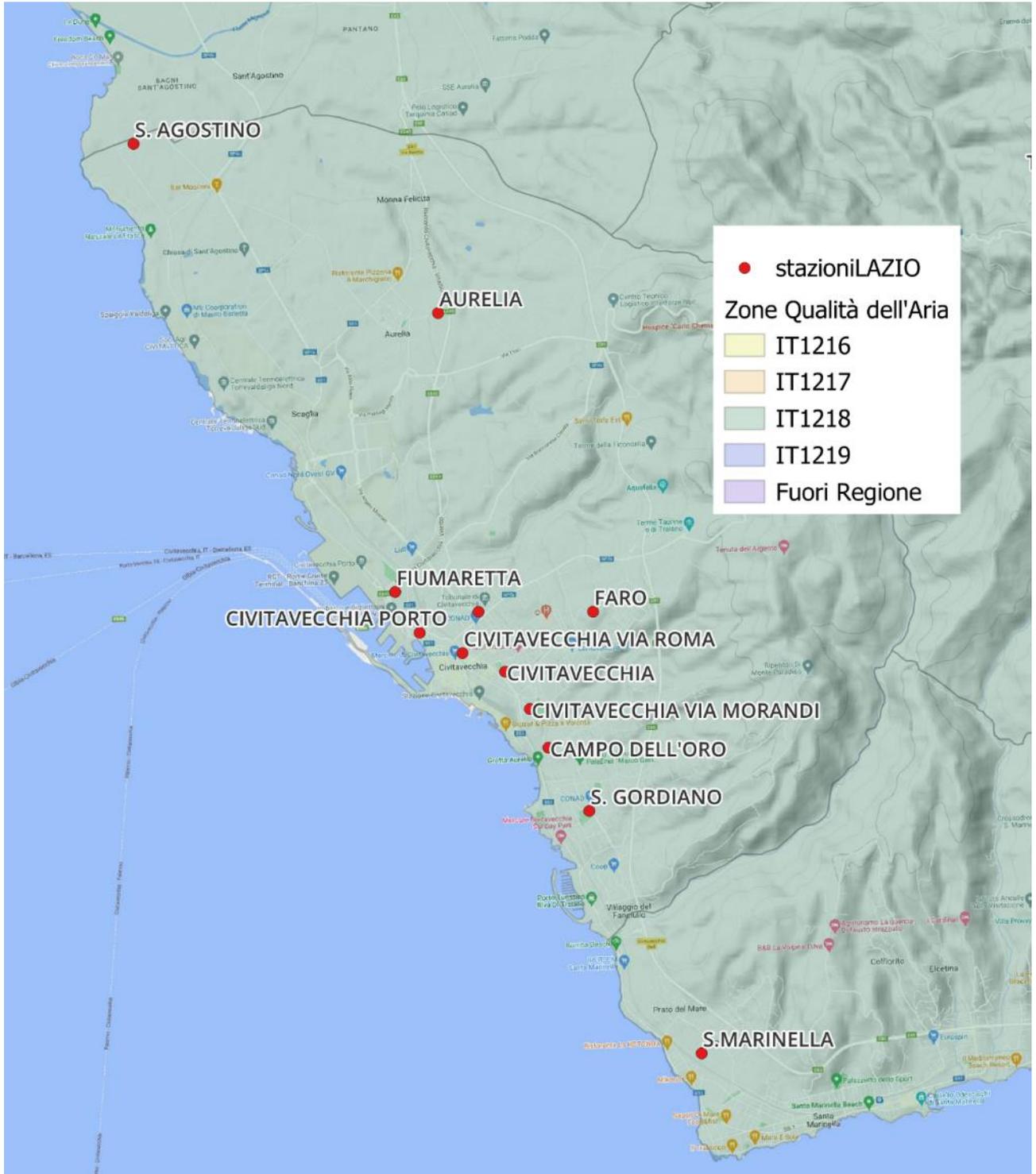


Figura 4.4 - Stazioni della rete di misura nel Comune di Civitavecchia.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate la dotazione strumentale e la localizzazione di ogni stazione fissa di misura relative al 2022, per ogni zona e agglomerato in cui il territorio regionale è suddiviso ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

Tabella 4.1 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni della Zona Litoranea.

Zona Litoranea 2021												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTEX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	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	X <sup>^</sup>		
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 <sup>^</sup>					
Civitavecchia	Via Morandi <sup>^</sup>	42.10	11.79			X			X			
Civitavecchia	Porto <sup>^</sup>	42.09	11.81	X		X				X		
Civitavecchia	Aurelia <sup>^</sup>	42.14	11.79	X		X						
Civitavecchia	Fiumaretta	42.10	11.78	X	X <sup>^</sup>	X	X <sup>^</sup>	X		X	X <sup>^</sup>	X <sup>^</sup>
Civitavecchia	Faro	42.10	11.82	X	X	X				X		
Civitavecchia	Campo dell'Oro	42.08	11.81	X <sup>^</sup>	X <sup>^</sup>	X				X		
Civitavecchia	S. Gordiano <sup>^</sup>	42.07	11.82	X		X						
Allumiere	Allumiere Moro <sup>^</sup>	42.16	11.90	X	X	X			X	X		
Tolfa	Tolfa <sup>^</sup>	42.15	11.94	X		X						
Tolfa	Tolfa Braccianese <sup>^</sup>	42.15	11.92	X		X						
Tarquinia	S. Agostino	42.16	11.74	X	X	X			X			
Tarquinia	Tarquinia	42.24	11.77	X		X				X		
Monte Romano	Monte Romano	42.27	11.91	X <sup>^</sup>		X						
Santa Marinella	Santa Marinella <sup>^</sup>	42.04	1.83			X			X			

(<sup>^</sup>) - non inserita nel progetto di rete; (<sup>^^</sup>) nel corso del 2022 la stazione di Tolfa è stata sostituita da Tolfa Braccianese

Tabella 4.2 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni dell'Agglomerato di Roma.

Agglomerato di Roma 2021												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTEX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Metalli	IPA
Roma	L.go Arenula	41.89	12.48	X	X	X			X			
Roma	Preneste	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	41.80	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		

Agglomerato di Roma 2021												
Comune	Stazione	Lat.	Long	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTEX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Metalli	IPA
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 <sup>^</sup>	41.91	12.50	X	X	X			X			
Fiumicino	Porto <sup>^</sup>	41.77	12.22	X		X						
Fiumicino	Villa Guglielmi	41.77	12.24	X	X	X			X			

(<sup>^</sup>) - non inserita nel progetto di rete

Tabella 4.3 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni della Zona Valle del Sacco.

Zona Valle del Sacco 2021												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTEX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Metalli	IPA
Colleferro	Colleferro Oberdan	41.73	13.00	X		X	X		X	X		
Colleferro	Colleferro Europa	41.73	13.01	X	X <sup>^</sup>	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 <sup>^</sup>	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

(<sup>^</sup>) - non inserita nel progetto di rete

Tabella 4.4 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni della Zona Appenninica.

Zona Appenninica 2021												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTEX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	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		

## 5. Standard di qualità dell'aria

In questa sezione vengono riportati gli standard di legge derivati dalle misure, sia continue che discontinue (IPA e metalli), della rete di monitoraggio di qualità dell'aria del territorio regionale.

Il D.lgs. n. 155/2010 norma il rispetto dei valori limite degli inquinanti atmosferici, riportati nella Tabella 5.1, sia ai fini della protezione della salute umana, sia a tutela della vegetazione.

Tabella 5.1 - Valori limite previsti dal D.lgs. n. 155/2010.

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Margine di tolleranza	Numero superamenti consentiti	Data rispetto limite
SO <sub>2</sub>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	-	24	01/01/2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	-	3	01/01/2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m <sup>3</sup>	-	-	19/07/2001
NO <sub>2</sub>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	-	18	01/01/2010
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
NO <sub>x</sub>	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>	-	-	19/07/2001
PM <sub>10</sub>	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	-	35	01/01/2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2005
PM <sub>2.5</sub>	Valore obiettivo	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2010
	Fase 1					
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2015
	Fase 2					
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	Da stabilire con successivo decreto*	-	-	01/01/2020
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2010
CO	Valore limite protezione salute umana		10 mg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2005

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Margine di tolleranza	Numero superamenti consentiti	Data rispetto limite
		massima media su 8h consecutive				
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo protezione della salute umana	massima media su 8h consecutive nell'anno	120 µg/m <sup>3</sup>	-	da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	01/01/2010
	AOT40-Valore obiettivo protezione della vegetazione	Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00	18000 µg/m <sup>3</sup> •h come media su 5 anni	-	-	01/01/2010
	Obiettivo a lungo termine protezione della salute umana	massima media su 8h consecutive nell'anno	120 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
	AOT40-Obiettivo a lungo termine protezione della vegetazione	Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00	6000 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
	Soglia di informazione	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
	Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2005

\*Il D.lgs. n. 155/2010 prevede che dal 01/01/2020 il limite normativo venga rivalutato e stabilito con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6. Attualmente, il nuovo decreto non è stato ancora emanato.

Nella

Tabella 5.2 viene riportato un quadro sintetico, per ogni zona, che riassume la verifica del rispetto dei valori limite per la protezione della salute umana imposti dal D.lgs. n. 155/2010.

Tabella 5.2 - Quadro riassuntivo dei superamenti riscontrati dal monitoraggio da rete fissa nel Lazio per il 2022.

Zona	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	CO	O <sub>3</sub>	Benzene	B(a)P	Metalli
Agglomerato di Roma 2021	Verde	Rosso	Rosso	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Zona Appenninica 2021	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Zona Litoranea 2021	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Verde
Zona Valle del Sacco 2021	Verde	Verde	Rosso	Rosso	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde

In rosso è evidenziato il superamento, e in verde il rispetto dei valori limite per la protezione della salute umana. Per gli inquinanti con più di un valore limite imposto dalla norma, è stato considerato il peggiore per ogni zona.

L'Agglomerato di Roma e la Valle del Sacco emergono come le aree più critiche. Infatti, nella Valle del Sacco si sono registrati superamenti dei valori limite relativi al PM<sub>10</sub> e al PM<sub>2.5</sub> e nell'Agglomerato di Roma l'inosservanza dei limiti imposti dalla norma ha riguardato il PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>. Relativamente all'O<sub>3</sub> il superamento del valore obiettivo per la protezione della vegetazione e per la protezione della salute umana ha interessato la Zona Litoranea.

Nei paragrafi successivi verranno riportati e discussi approfonditamente i dati di ogni singola stazione della rete di monitoraggio di qualità dell'aria e le analisi di IPA e metalli effettuate sui campioni di PM<sub>10</sub>.

## 5.1 Rete automatica di misura - PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Ai fini della verifica del rispetto dei limiti imposti dal D.lgs. n. 155/2010, in questa sezione del documento sono riportati e discussi i valori degli standard di legge di tutti gli inquinanti rilevati in continuo dalle stazioni della rete di monitoraggio.

### 5.1.1 Agglomerato di Roma 2021

La Tabella 5.3 presenta i valori delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici misurati nell'Agglomerato di Roma nel 2022 (i superamenti del valore limite sono riportati in rosso) e la tipologia di stazione (background urbano, UB; background suburbano, SB; urbana da traffico, UT; background rurale, RB; industriale, I).

Come si deduce dalla tabella, nel 2022 sono emerse delle criticità relative alla concentrazione di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>. In particolare, il numero massimo di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.lgs. n. 155/2010, pari a 35 superamenti, è stato raggiunto e superato dalla stazione di misura Tiburtina (n. 36 superamenti).

La media annua di PM<sub>10</sub> non ha superato il valore limite fissato a 40 µg/m<sup>3</sup> in nessuna stazione della rete di misura dell'Agglomerato di Roma. Infine, non si sono registrati superamenti del valore limite annuo relativo al PM<sub>2.5</sub>, pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

La concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub>, al di sopra del valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup> imposto dal D.lgs. n. 155/2010, è stata registrata solamente nella stazione di Fermi che, nello specifico, ha registrato una concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> pari a 45 µg/m<sup>3</sup>.

Il numero di superamenti del valore limite orario di NO<sub>2</sub>, corrispondente a 200 µg/m<sup>3</sup>, non ha superato mai la soglia massima consentita (18 superamenti l'anno).

Relativamente all'O<sub>3</sub>, il valore obiettivo per la protezione della salute umana di 120 µg/m<sup>3</sup>, calcolato come media su 3 anni del massimo consentito, e da non superare per più di 25 giorni per anno civile, non è stato mai raggiunto né superato. Tuttavia, l'indicatore AOT40, che esprime l'esposizione cumulata della vegetazione

all'O<sub>3</sub> a concentrazioni maggiori di 40 ppb, ha superato il limite stabilito dalla norma pari a 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h nella sola stazione di Preneste.

Infine, i valori di benzene, SO<sub>2</sub> e CO sono risultati inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>		BENZENE	SO <sub>2</sub>		CO	O <sub>3</sub>			
				media annua valore limite 40 (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m <sup>3</sup> max 35 anno	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti di 200 µg/m <sup>3</sup>	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m <sup>3</sup> *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti orari di 240 µg/m <sup>3</sup>
AGGLOMERATO DI ROMA 2021	Roma	Villa Ada	UB	23	7	12	24	0	0.5	0	0	0	12692	5	0	0
	Roma	Arenula	UB	24	12	14	33	0	--	--	--	--	4350	0	0	0
	Roma	Bufalotta	UB	26	18	--	28	0	--	0	0	--	12110	4	2	0
	Roma	Tenuta del Cavaliere	SB	23	8	13	22	0	--	--	--	--	17296	24	2	0
	Ciampino	Ciampino	UT	28	22	--	25	0	1	--	--	--	--	--	--	--
	Roma	Cinecittà	UB	27	22	17	30	0	--	--	--	--	14174	23	2	0
	Roma	Cipro	UB	24	15	13	32	0	--	--	--	--	5484	1	0	0
	Roma	Fermi	UT	29	26	--	45	1	1.7	--	--	0	--	--	--	--
	Roma	C.so Francia	UT	24	7	14	37	0	1.4	--	--	--	--	--	--	--
	Fiumicino	Fiumicino Villa Guglielmi	UB	21	4	11	24	3	--	--	--	--	9679	2	0	0
	Fiumicino	Fiumicino Porto	^	20	4	--	16	0	--	0	0	--	--	--	--	--
	Roma	L.go Magna Grecia	UT	20	4	--	38	0	--	--	--	--	--	--	--	--
	Roma	Castel di Guido	RB	23	10	11	9	0	--	--	--	--	10817	6		0
	Guidonia Montecelio	Guidonia	ST	24	10	12	22	0	--	0	0	--	--	--	--	--
	Roma	Malagrotta	SB	23	10	13	17	0	0.7	0	0	--	11877	5	0	0
	Roma	Preneste	UB	25	15	--	30	0	--	--	--	--	19322	17	0	0
Roma	Tiburtina	UT	31	36	--	34	0	--	--	--	--	--	--	--	--	

Tabella 5.3 - Standard di legge del 2022 per le stazioni localizzate all'interno dell'Agglomerato di Roma.

(\*) - calcolato come media su 5 anni (2018-2022); (\*\*) - calcolato come media su 3 anni (2020-2022); (^) - stazione non inclusa nel progetto di rete..

### 5.1.2 Zona Valle del Sacco 2021

Nel 2022, le stazioni ubicate nella Zona della Valle del Sacco hanno registrato il superamento dei valori limite relativi al PM (Tabella 5.4 - i superamenti del valore limite sono riportati in rosso).

In particolare, le elevate concentrazioni di PM<sub>10</sub> rappresentano la criticità più significativa della zona. Il numero di superamenti giornalieri di 50 µg/m<sup>3</sup> ha superato i 35 consentiti dalla norma nelle stazioni di Cassino, Ceccano, Colleferro Europa, Ferentino e Frosinone Scalo che hanno registrato 56, 94, 45, 39 e 61 superamenti, rispettivamente. Ciononostante, la media annua della concentrazione di PM<sub>10</sub> non ha mai superato il valore limite stabilito dalla norma di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Il limite annuo relativo al PM<sub>2,5</sub> di 25 µg/m<sup>3</sup> è stato superato nella stazione di Cassino, nella quale si è registrato un valore medio di PM<sub>2,5</sub>, relativo all'anno civile, pari 26 µg/m<sup>3</sup>.

In merito all'NO<sub>2</sub> non sono stati rilevati superamenti né del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>, né del valore limite annuale, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. Tuttavia, si fa presente che il valore di concentrazione media annua più elevato è stato registrato dalla stazione di Cassino (31 µg/m<sup>3</sup>).

Analogamente, anche nel caso dell'O<sub>3</sub> non sono stati rilevati superamenti dei limiti normati dal D.lgs. n. 155/2010.

Infine, i valori di benzene, SO<sub>2</sub> e CO sono rimasti al di sotto dei rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>		BENZENE	SO <sub>2</sub>		CO	O <sub>3</sub>			
				media annua valore limite 40 (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m <sup>3</sup> max 35 anno	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti di 200 µg/m <sup>3</sup>	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m <sup>3</sup> *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti orari di 240 µg/m <sup>3</sup>
ZONA VALLE DEL SACCO 2021	Colleferro	Colleferro Oberdan	I, SB	18	7	--	27	0	--	0	0	0	9752	2	0	0
	Colleferro	Colleferro Europa	I, SB	32	45	20	24	0	--	--	--	--	-	-	-	-
	Alatri	Alatri	UB	24	16	--	29	0	--	--	--	0	-	-	-	-
	Anagni	Anagni	UB	22	6	--	20	0	--	--	--	--	-	-	-	-
	Cassino	Cassino	UT	34	56	26	31	0	--	0	0	--	-	-	-	-
	Ceccano	Ceccano	UT	39	94	--	25	0	--	--	--	--	-	-	-	-
	Ferentino	Ferentino	UT	29	39	20	14	0	--	--	--	0	-	-	-	-
	Fontechiari	Fontechiari	RB	16	1	11	5	0	--	--	--	--	17302	21	0	0
	Frosinone	Frosinone Mazzini	UB	24	21	17	25	0	--	0	0	0	11559	1	0	0
	Frosinone	Frosinone Scalo	UT	30	61	--	29	0	2	--	--	0	-	-	-	-

(\*) - calcolato come media su 5 anni (2018-2022).

(\*\*) - calcolato come media su 3 anni (2020-2022).

Tabella 5.4 - Standard di legge del 2022 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Valle del Sacco.

### 5.1.3 Zona Appenninica 2021

Nel 2022, nella Zona Appenninica (Tabella 5.5 - i superamenti del valore limite sono riportati in rosso) non è stato registrato nessun superamento dei valori limite relativi a PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, benzene, SO<sub>2</sub> e CO. Tuttavia, l'indicatore l'AOT40 relativo all'O<sub>3</sub> è risultato superiore ai 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h previsti dalla norma di riferimento nella stazione di Leonessa.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		BENZENE	SO <sub>2</sub>		CO	O <sub>3</sub>			
				media annua valore limite 40 (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m <sup>3</sup> max 35 anno	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti di 200 µg/m <sup>3</sup>	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m <sup>3</sup> *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti orari di 240 µg/m <sup>3</sup>
ZONA APPENNINICA 2021	Leonessa	Leonessa	RB	13	3	8	5	0	--	--	--	--	18455	15	0	0
	Rieti	Rieti	UT	20	4	13	14	0	0.3	0	0	0	6044	0	0	0
	Civita Castellana	Civita Castellana PetRARCA	UB	25	19	--	12	0	--	0	0	--	--	--	--	--
	Viterbo	Viterbo	UT	19	4	10	20	0	1	0	0	0	8451	5	0	0
	Acquapendente	Acquapendente	RB	15	2	10	4	0	--	--	--	--	12765	1	0	0

(\*) - calcolato come media su 5 anni (2018-2022).

(\*\*) - calcolato come media su 3 anni (2020-2022).

Tabella 5.5 - Standard di legge del 2022 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Appenninica.

#### 5.1.4 Zona Litoranea 2021

Nella Zona Litoranea, l'unica criticità riscontrata nel 2022 ha riguardato l'O<sub>3</sub>. Nello specifico, l'indicatore AOT40 è risultato superiore ai 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h previsti dalla norma di riferimento nella stazione di Allumiere Via Aldo Moro. Nello stesso sito, inoltre, sono stati registrati 39 superamenti del valore limite di concentrazione di O<sub>3</sub> pari a 120 µg/m<sup>3</sup>, calcolato come media mobile massima sulle 8 ore e come media su 3 anni, a fronte dei 25 per anno civile ammessi dalla norma.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		BENZENE	SO <sub>2</sub>		CO	O <sub>3</sub>			
				media annua valore limite 40 (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m <sup>3</sup> max 35 anno	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti di 200 µg/m <sup>3</sup>	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m <sup>3</sup> *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti orari di 240 µg/m <sup>3</sup>
ZONA LITORANEA 2021	Aprilia	Aprilia	UB	23"	5"	--	15	0	--	--	--	--	--	--	--	--
	Latina	LT De Chirico	UT	22	6	--	22	0	1.2	--	--	0	--	--	--	--
	Latina	LT Scalo	SB	23	6	12	22	0	--	--	--	--	--	--	--	--
	Latina	LT Tasso	UB	22	10	--	21	0	--	--	--	--	3370	1	0	0
	Gaeta	Gaeta Porto	UB	24	14	--		0	--	0	0	--	10395	0	0	0
	Allumiere	Allumiere	RB	13	6	--	6	0	--	--	--	--	16707	16	0	0
	Civitavecchia	Civitavecchia	UB	22"	4"	--	19	0	--	0	0	0	6673	0	0	0
	Civitavecchia	Villa Albani	UT	24	10	--	22	0	--	--	--	--	10753	0	0	0
	Civitavecchia	via Roma	UT	--	--	--	28	0	--	--	--	0	--	--	--	--
	Civitavecchia	via Morandi	^	--	--	--	20	0	--	--	--	--	4333	0	0	0
	Civitavecchia	Porto	^	18	5	--	22	0	--	0	0	--	--	--	--	--
	Allumiere	Allumiere Aldo Moro	^	16	6	9	5	0	--	0	0	--	25103	39	0	0
	Civitavecchia	Aurelia	^	14	4	--	8	0	--	--	--	--	--	--	--	--
	Civitavecchia	Campo Oro	UB	19	6	9	13	0	--	0	0	--	--	--	--	--
	Civitavecchia	Faro	UB	18	4	9	8	0	--	0	1	--	--	--	--	--
	Civitavecchia	Fiumaretta	UT	19	4	9	15	0	0.4	0	0	0	--	--	--	--
	Civitavecchia	Monte Romano	SB	18	5	--	5	0	--	--	--	--	--	--	--	--

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		BENZENE	SO <sub>2</sub>		CO	O <sub>3</sub>			
				media annua valore limite 40 (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m <sup>3</sup> max 35 anno	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti di 200 µg/m <sup>3</sup>	media annua (µg/m <sup>3</sup> )	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m <sup>3</sup> *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m <sup>3</sup>	numero di superamenti orari di 240 µg/m <sup>3</sup>
ZONA LITORANEA 2021	Civitavecchia	S. Gordiano	^	21	7	--	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--
	Santa Marinella	Santa Marinella	^	--	--	--	10	0	--	--	--	--	"	3	0	0
	Tarquinia	S. Agostino	RB	16	3	8	4	0	--	0	0	--	16003	11	0	0
	Tolfa	Tolfa	^	"	0	--	"	0	--	--	--	--	--	--	--	--
	Tolfa	Tolfa Braccianese	^	16"	5"	--	4"	0"	--	--	--	--	--	--	--	--

(\*) - calcolato come media su 5 anni (2018-2022).

(\*\*) - calcolato come media su 3 anni (2020-2022).

(^)- stazione non inclusa nel progetto di rete.

(") - la copertura temporale dei dati non è sufficiente a computare gli standard annuali.

Tabella 5.6 - Standard di legge del 2022 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Litoranea.

## 5.2 Analisi su filtro: Benzo(a)pirene e Metalli

La normativa sulla qualità dell'aria prevede la determinazione quantitativa della concentrazione di IPA e metalli su filtri di PM campionati in stazioni rappresentative della rete di misura. Di seguito si riportano i dati relativi al 2022, ottenuti dai filtri campionati presso le stazioni della provincia di Rieti, Roma e Frosinone.

### 5.2.1 IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono composti organici con due o più anelli aromatici uniti tra loro, formati da carbonio e idrogeno. Tra tutti gli IPA che hanno una nota rilevanza tossicologica e che sono generalmente presenti in aria ambiente, la normativa nazionale di riferimento (D.lgs. n. 155/2010) prende in considerazione il benzo(a)pirene come indicatore dell'andamento di tutta la classe di tali composti. Per il benzo(a)pirene viene individuato un valore obiettivo riferito al tenore totale dell'inquinante presente nella frazione di PM<sub>10</sub>, e calcolato come media su un anno civile pari ad 1 ng/m<sup>3</sup>. Nella Tabella 5.7 sono riportati i valori rilevati nel 2022.

Tabella 5.7 - Concentrazione media annua di benzo(a)pirene nel 2022.

BENZO(A)PIRENE			
ZONA	STAZIONE	MEDIA ANNUA (ng/m <sup>3</sup> ) Valore limite 1 ng/m <sup>3</sup>	N.CAMPIONI
AGGLOMERATO DI ROMA 2021	Cinecittà	0.62	60
	Francia	0.36	132
	Villa Ada	0.44	150
	Ciampino	1.0	127
ZONA LITORANEA 2021	Civitavecchia	0.23	60
	Fiumaretta <sup>^</sup>	0.092	59
ZONA VALLE DEL SACCO 2021	Colleferro Europa	1.2	135
	Frosinone Scalo	2.4	137
	Fontechiari	0.53	61
ZONA APPENNINICA 2021	Rieti	0.96	74

(<sup>^</sup>) - stazione non inclusa nel progetto di rete.

Nell'Agglomerato di Roma e nella zona Valle del Sacco si riscontra il superamento del valore limite annuale. In dettaglio, la centralina di Ciampino ha registrato un valore medio pari a 1.02 ng/m<sup>3</sup>, di poco superiore al valore limite di riferimento, la stazione di Colleferro Europa una media annua di 1.2 ng/m<sup>3</sup> e, infine, la centralina di Frosinone Scalo un valore medio di benzo(a)pirene pari a 2.4 ng/m<sup>3</sup>.

### 5.2.2 Metalli

Il D.lgs. n. 155/2010 prevede un valore limite per il piombo (Pb) e un valore obiettivo per arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni), calcolati come media su un anno civile. Per As, Cd e Ni la norma stabilisce i valori obiettivo di 6 ng/m<sup>3</sup>, di 5 ng/m<sup>3</sup> e di 20 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente; per il Pb il valore limite di 0.5 µg/m<sup>3</sup>.

Le analisi per la determinazione quantitativa della concentrazione elementare dei metalli vengono eseguite a partire da campioni di PM<sub>10</sub>, opportunamente trattati e analizzati mediante spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*, ICP-MS).

Nella Tabella 5.8 sono riportati i valori medi annuali per il 2022.

Tabella 5.8 - Concentrazione media annua del 2022 dei metalli.

ZONA	NOME	As Media annua valore obiettivo 6 ng/m <sup>3</sup>	Cd Media annua valore obiettivo 5 ng/m <sup>3</sup>	Ni Media annua valore obiettivo 20 ng/m <sup>3</sup>	Pb Media annua valore limite 0.5 µg/m <sup>3</sup>	N.CAMPIONI
AGGLOMERATO DI ROMA 2021	Cinecittà	0.30	0.22	2.2	0.0046	60
	Francia	0.37	0.21	2.9	0.0049	60
	Villa Ada	0.39	0.23	2.6	0.0043	72
	Ciampino	0.34	0.23	3.2	0.0036	56
ZONA LITORANEA 2021	Civitavecchia	0.48	0.39	5.4	0.0038	65
	Fiumaretta <sup>^</sup>	0.47	0.41	5.04	0.0038	54
ZONA VALLE DEL SACCO 2021	Colleferro Europa	0.34	0.31	2.3	0.0038	65
	Frosinone Scalo	0.82	0.39	3.2	0.0053	66
	Fontechiari	0.22	0.20	2.5	0.0021	60
ZONA APPENNINICA 2021	Rieti	0.63	0.26	9.1	0.0032	74

(<sup>^</sup>) – stazione non inclusa nel progetto di rete.

In tutte le stazioni di rilevamento le concentrazioni medie annue dei metalli analizzati sono risultate inferiori ai relativi valori limite imposti dal D.lgs. n. 155/2010.

### 5.3 Analisi delle serie storiche degli inquinanti

Nei paragrafi che seguono vengono presentate le serie storiche degli standard normativi degli ultimi cinque anni (2018-2022) per ogni zona.

#### 5.3.1 Agglomerato di Roma

La concentrazione media annua dell'NO<sub>2</sub> nell'Agglomerato di Roma ha rappresentato per anni un problema di importanza rilevante per la qualità dell'aria. Tuttavia, dal 2018 al 2022, si è osservato un incoraggiante andamento decrescente dell'indicatore in questione. Come si può notare dalla Figura 5.1, e come già evidenziato nel paragrafo 5.1.1, tra le centraline urbane da traffico ubicate all'interno del GRA (Grande Raccordo Anulare di Roma), nel 2022 solo la stazione Fermi ha registrato una concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> superiore al valore limite, e pari a 45 µg/m<sup>3</sup>.

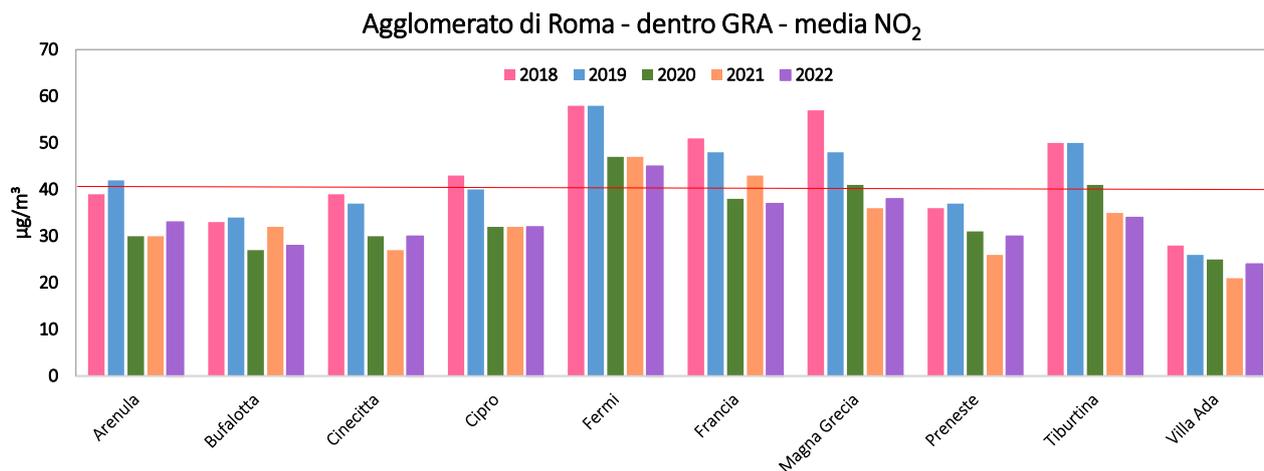


Figura 5.1 – Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> misurata nelle stazioni dell’Agglomerato di Roma comprese nel GRA, relativa al periodo 2018-2022. In rosso è evidenziato il valore limite per la protezione della salute umana, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

L’andamento dei superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub>, relativo al quinquennio 2018-2022 (Figura 5.2) non è ancora sistematicamente decrescente e mostra un’evidente variabilità tra gli anni considerati. Tuttavia, particolarmente in alcune stazioni di monitoraggio (es. Malagrotta e Preneste), si evidenzia una tendenza di fondo decrescente a rappresentare un fattore decisamente promettente. Nel 2022, il superamento del limite in questione si è riscontrato esclusivamente presso la stazione di monitoraggio Tiburtina che ha registrato 36 superamenti.

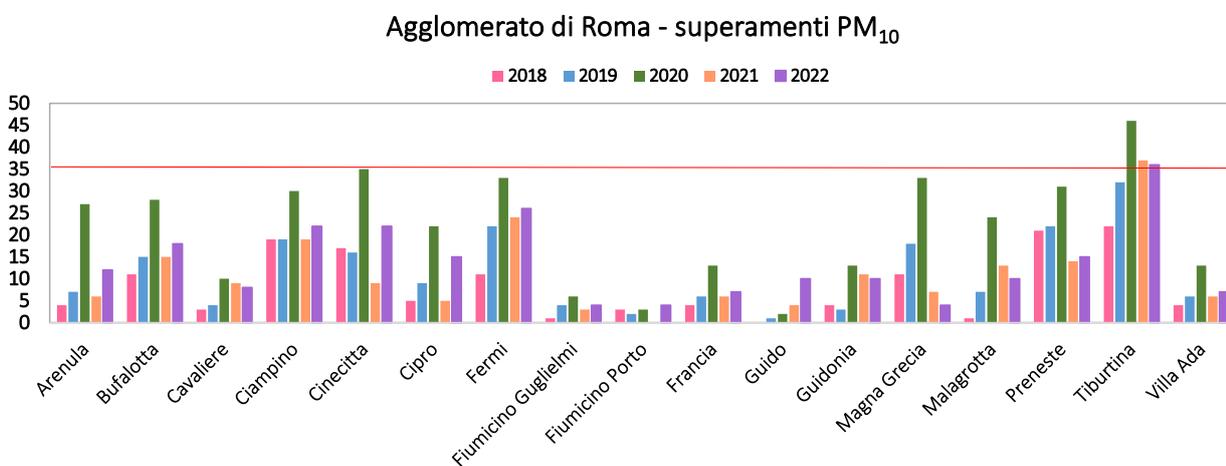


Figura 5.2 - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> nelle stazioni di monitoraggio dell’Agglomerato di Roma, relativi al periodo 2018-2022. In rosso è evidenziato il limite dei 35 giorni di superamento della soglia di 50 µg/m<sup>3</sup>.

L’ozono troposferico ha rappresentato per anni una criticità significativa per l’Agglomerato di Roma. La presenza dell’O<sub>3</sub> è strettamente connessa ai processi fotochimici che avvengono nella troposfera e, quindi, decisamente influenzata dalle condizioni di irraggiamento solare estivo, oltre che dalla concentrazione di inquinanti precursori della sua formazione. Nei grafici seguenti (Figure 5.3 e 5.4) sono riportati gli andamenti dei superamenti del valore obiettivo per la salute umana e quello dell’AOT40 registrati dalle centraline di monitoraggio dell’Agglomerato di Roma dal 2014 al 2022 e dal 2012 al 2022, rispettivamente. Com’è noto e

come è stabilito dal D.lgs. n. 155/2010, la valutazione dei limiti di legge dell'O<sub>3</sub> riguarda esclusivamente le stazioni di fondo suburbano e rurale; di conseguenza, per l'analisi degli andamenti sono state considerate solo le stazioni incluse in quelle categorie.

Come si riscontra dai grafici, gli andamenti dei superamenti del valore obiettivo sono molto variabili negli anni ed evidentemente legati alla meteorologia che caratterizza la stagione estiva, oltre che alle caratteristiche peculiari della zona in cui è ubicata la stazione di monitoraggio. Per queste ragioni, risulta complesso identificare una tendenza comune a tutte le centraline considerate. La stessa valutazione può essere attribuita ai dati relativi all'AOT40 che, tuttavia, negli anni si sono progressivamente allontanati dal valore limite di 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h, a conferma di una riduzione della concentrazione dell'ozono e dei suoi precursori. A quanto detto fa eccezione la stazione di Preneste in cui si registra una certa stabilità dell'AOT40.

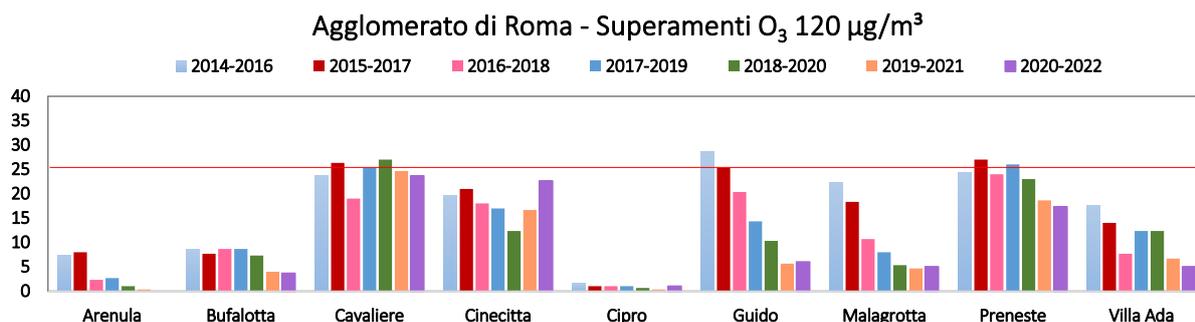


Figura 5.3 - Numero di superamenti di 120 µg/m<sup>3</sup> per l'O<sub>3</sub> (mediato su 3 anni) registrati nelle stazioni dell'Agglomerato di Roma. In rosso è evidenziato il limite dei 25 superamenti.

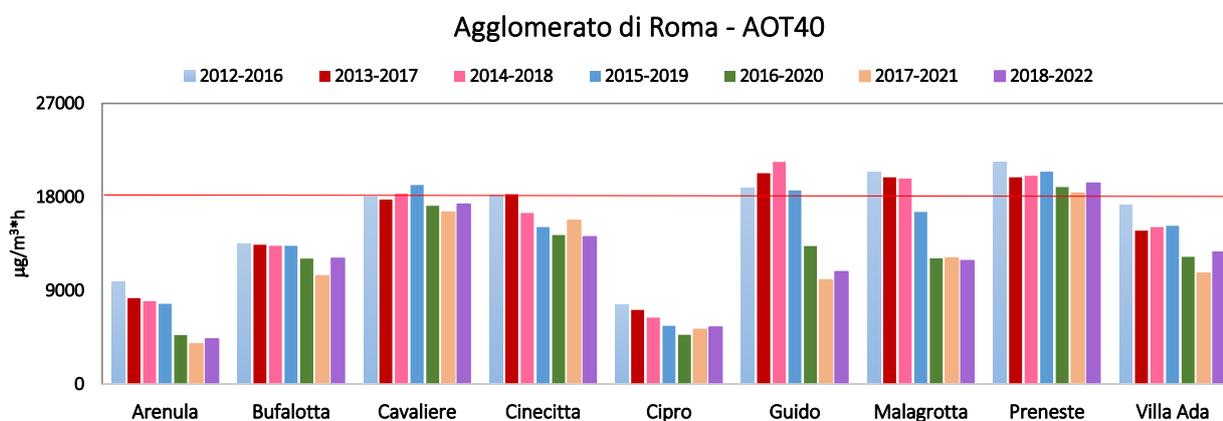


Figura 5.4 - AOT40 - O<sub>3</sub> (mediato su 5 anni) relativo alle stazioni dell'Agglomerato di Roma. In rosso è evidenziato il valore obiettivo per la protezione della vegetazione di 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h.

### 5.3.2 Zona Valle del Sacco

Nella Valle del Sacco l'inquinante che determina un impatto significativo sulla qualità dell'aria è il PM. La media delle concentrazioni annue, sia del PM<sub>2.5</sub> che del PM<sub>10</sub>, esibisce un andamento decrescente negli anni, o comunque stabile. Nell'ultimo quinquennio la concentrazione media annua del PM<sub>2.5</sub> e del PM<sub>10</sub> (Figura 5.5 e Figura 5.6, rispettivamente) è rientrata nel limite stabilito dal D.lgs. n. 155/2010. Tuttavia, nel 2022, la centralina di Cassino ha registrato una concentrazione media di PM<sub>2.5</sub> pari a 26 µg/m<sup>3</sup>, quindi superiore al limite normativo, a conferma delle criticità che sussistono per questo inquinante. Infatti, anche i superamenti del Valutazione della qualità dell'aria - 2022

valore limite giornaliero del PM<sub>10</sub> (Figura 5.7) nel 2022 hanno oltrepassato il valore consentito dalla norma nel 50% delle centraline. Inoltre, in quanto standard di breve periodo, quest'ultimo indicatore negli anni mostra una variabilità più evidente rispetto agli altri indicatori considerati.

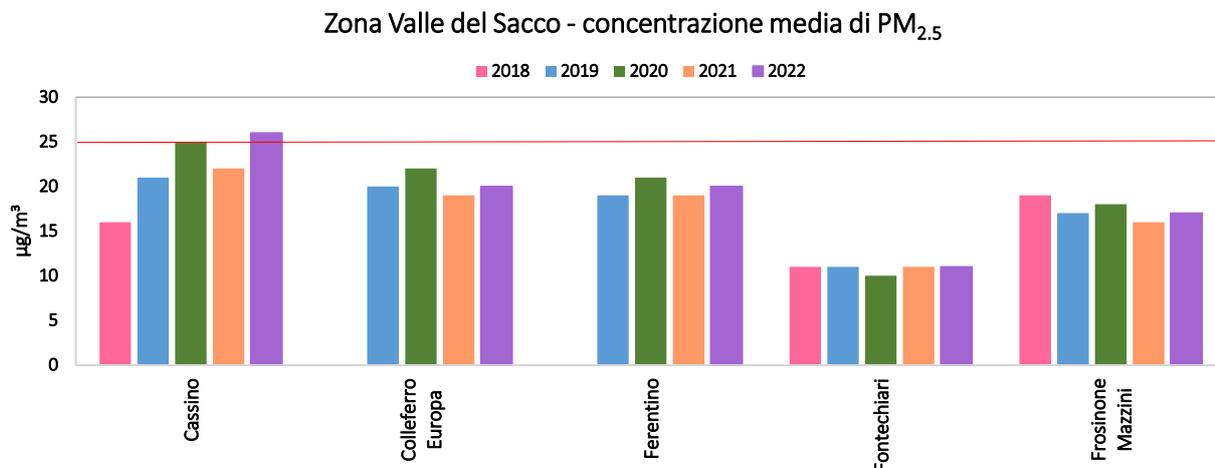


Figura 5.5 – Concentrazione media annua di PM<sub>2.5</sub> nelle stazioni di monitoraggio della Zona Valle del Sacco, relativa al periodo 2018-2022. In rosso è evidenziato il valore limite annuale di 25 µg/m<sup>3</sup>.

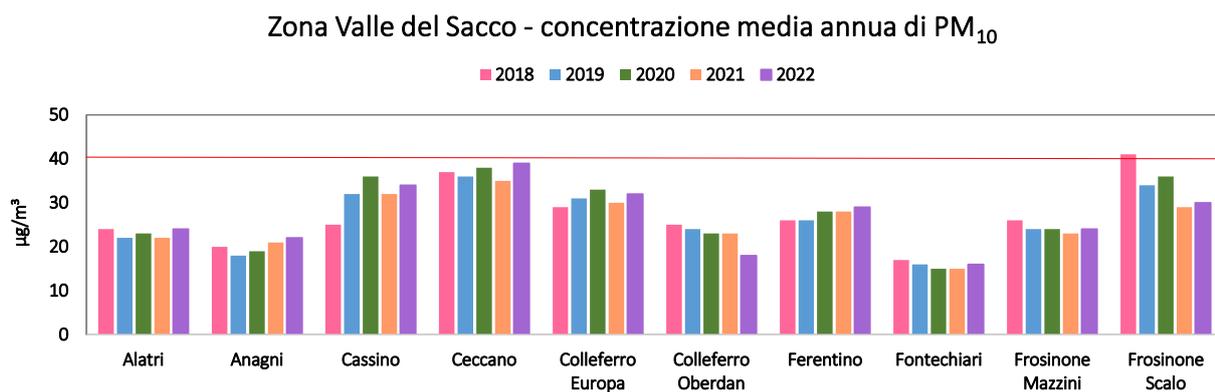


Figura 5.6 – Concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> nelle stazioni di monitoraggio della Zona Valle del Sacco, relativa al periodo 2018-2022. In rosso è evidenziato il valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>.

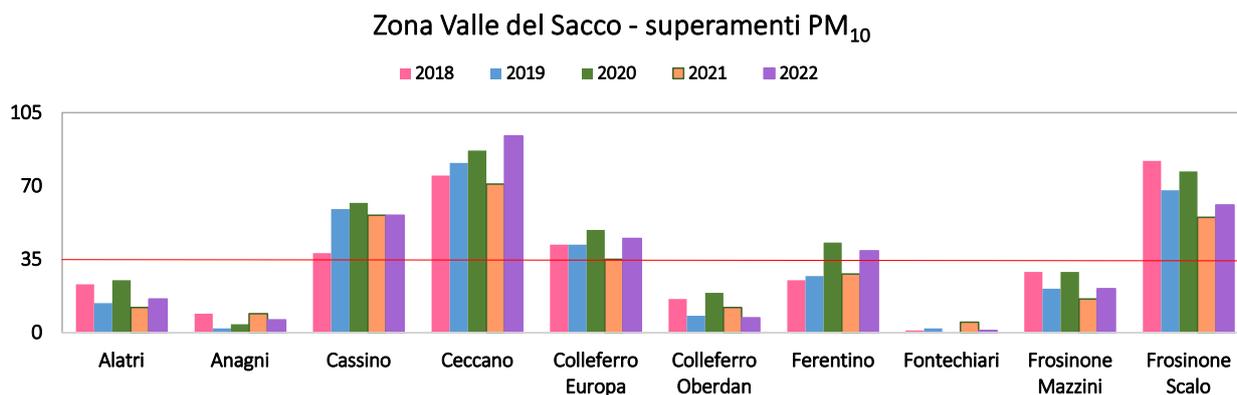


Figura 5.7 - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> nelle stazioni di monitoraggio della Zona Valle del Sacco, relativi al periodo 2018-2022. In rosso è evidenziato il limite dei 35 giorni di superamento della soglia di 50 µg/m<sup>3</sup>.

La media annua dell'NO<sub>2</sub> registrata presso le centraline della Valle del Sacco ha un andamento tendenzialmente decrescente negli anni e, come già evidenziato nel paragrafo 5.1.2, nel 2022 non si registra nessun superamento del valore limite in questione.

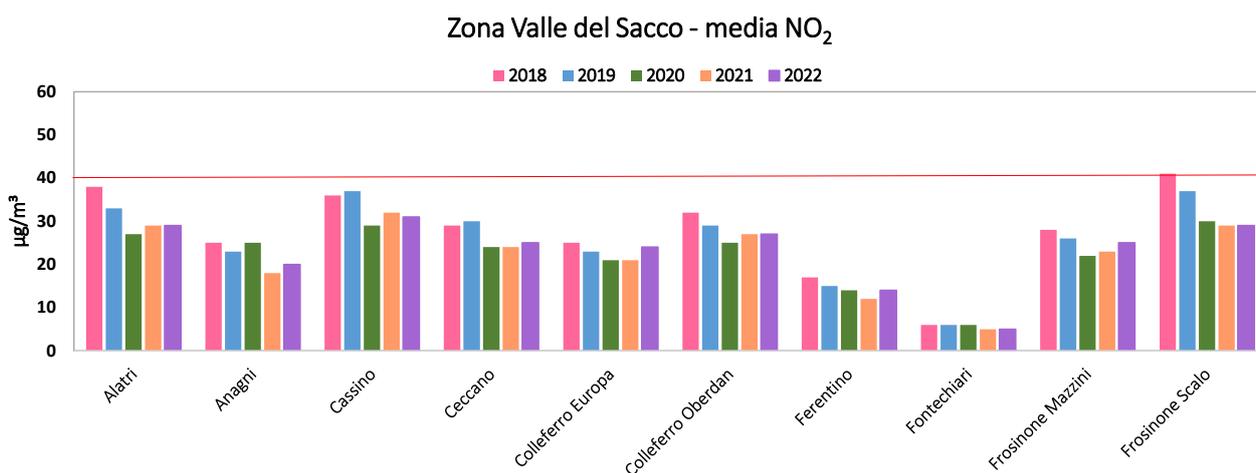


Figura 5.8 - Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> misurata nelle stazioni della Zona Valle del Sacco, relativa al periodo 2018-2022. In rosso è evidenziato il valore limite per la protezione della salute umana, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

### 5.3.3 Zona Appenninica-Valle del Sacco

Per l'O<sub>3</sub> la Valle del Sacco e l'Appenninica costituiscono una zona unica. Come mostrato nei grafici in Figura 5.9 e Figura 5.10, l'andamento degli indicatori dell'O<sub>3</sub> è tendenzialmente decrescente, nonostante la variabilità dell'inquinante in questione. Rimane al di sopra dei limiti la stazione di Leonessa con un valore di AOT40 pari a 18455 µg/m<sup>3</sup>\*h.

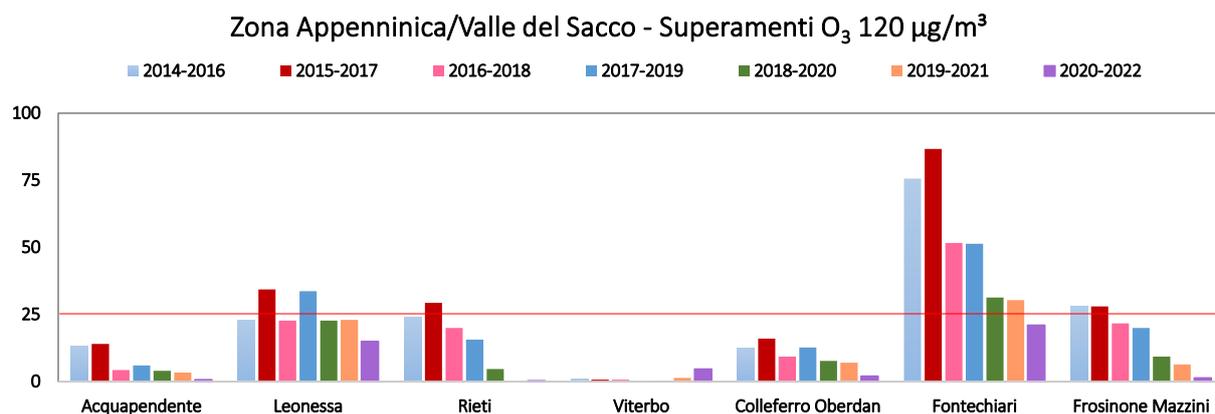


Figura 5.9 - Numero di superamenti di 120 µg/m<sup>3</sup> per l'O<sub>3</sub> (mediato su 3 anni) registrati nelle stazioni della Zona Appenninica/Valle del Sacco. In rosso è evidenziato il limite dei 25 superamenti.

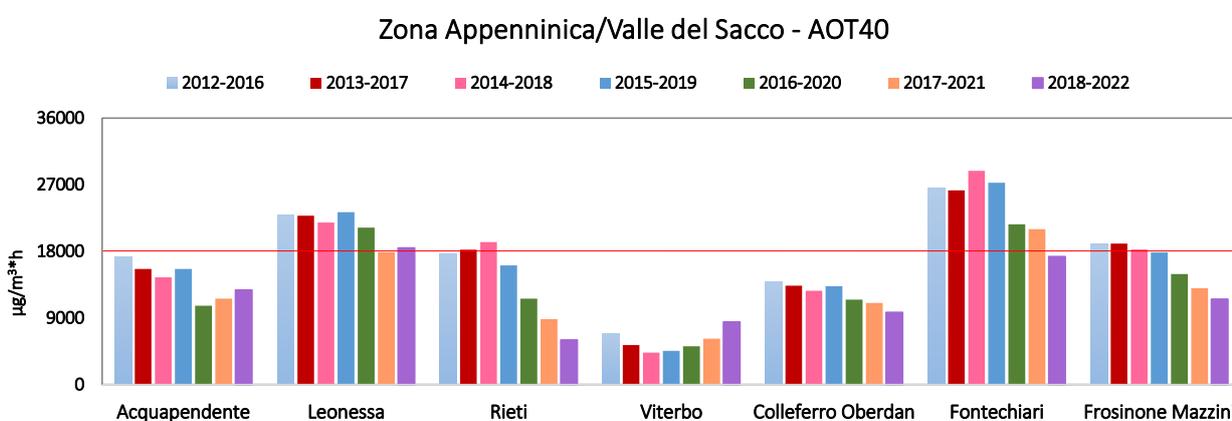


Figura 5.10 - AOT40 - O<sub>3</sub> (mediato su 5 anni) relativo alle stazioni della Zona Appenninica/Valle del Sacco. In rosso è evidenziato il valore obiettivo per la protezione della vegetazione di 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h.

#### 5.3.4 Zona Litoranea

Dal 2014, la Zona Litoranea è interessata da criticità relative prevalentemente all'ozono. Nello specifico, i valori fuori dai limiti imposti dalla norma vengono generalmente registrati nel Comune di Allumiere, nel quale sono situate due stazioni rurali ad una distanza di circa 500 m s.l.m.. Come precedentemente evidenziato, è impegnativo identificare l'andamento degli indicatori dell'ozono a causa della complessità dei processi fotochimici che portano alla sua formazione, dell'influenza esercitata dalle variabili meteorologiche e della concentrazione e dispersione dei suoi precursori. Infatti, per ovviare alla variabilità intrinseca degli indicatori relativi all'O<sub>3</sub>, la norma ne prevede un calcolo mediato su più anni.

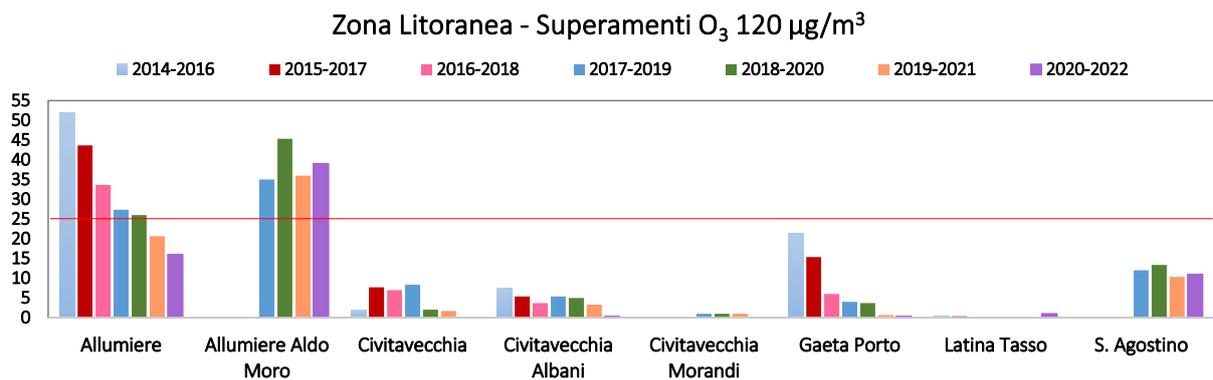


Figura 5.11 - Numero di superamenti di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per l' $O_3$  (mediato su 3 anni) registrati nelle stazioni della Zona Litoranea. In rosso è evidenziato il limite dei 25 superamenti.

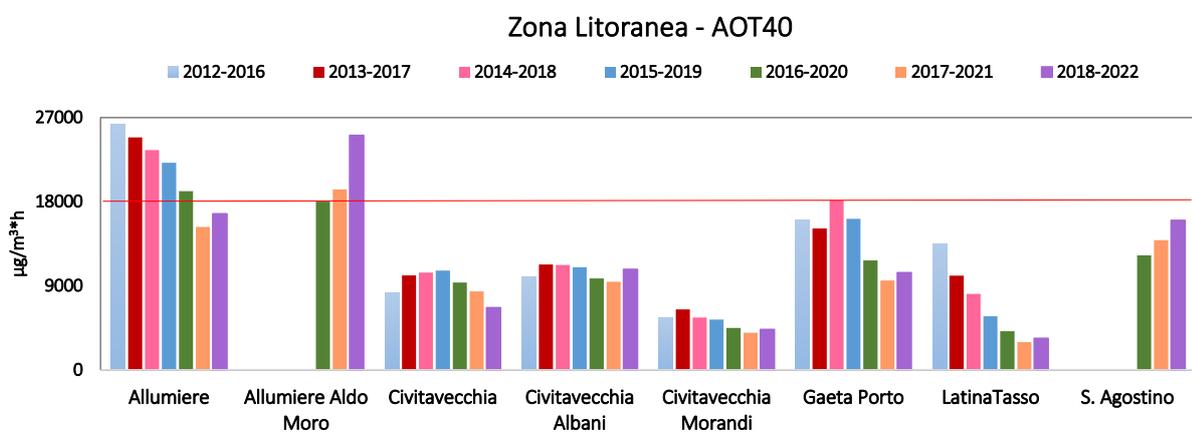


Figura 5.12 - AOT40 -  $O_3$  (mediato su 5 anni) relativo alle stazioni della Zona Litoranea. In rosso è evidenziato il valore obiettivo per la protezione della vegetazione di  $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ .

## 6. Sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria

Presso il Centro Regionale della Qualità dell'Aria (CRQA) di ARPA Lazio è operativo un sistema modellistico per la determinazione della distribuzione spaziale e temporale delle concentrazioni degli inquinanti normati dal D.lgs. n. 155/2010. Il sistema viene utilizzato in modalità sia previsionale che ricostruttiva. In dettaglio:

- ✓ *Previsioni di inquinamento atmosferico*: sul sito internet dell'Agenzia (nella sezione "Previsioni" del seguente link <http://www.arpalazio.net/main/aria/sci/>), il CRQA mette quotidianamente a disposizione le previsioni fino a 120 ore (5 giorni) della distribuzione spaziale della concentrazione dei principali inquinanti sul territorio regionale, con attenzione particolare verso l'area metropolitana di Roma e la Valle del Sacco, in quanto più critiche per la qualità dell'aria, e quella di Civitavecchia, per la presenza significativa di sorgenti emissive.
- ✓ *Ricostruzione dello stato della qualità dell'aria del giorno precedente*: quotidianamente il sistema modellistico fornisce, per il giorno precedente, le informazioni necessarie ai fini della verifica del rispetto dei valori limite imposti dal D.lgs. n. 155/2010 su tutto il territorio regionale, a partire dai campi di concentrazione prodotti dalla catena modellistica integrati/combinati con le misure, sia fisse che indicative, mediante tecniche di assimilazione e tecniche statistiche di stima oggettiva. Le informazioni risultanti, disponibili come stime numeriche per ogni Comune del territorio regionale, sono consultabili sul sito internet dell'Agenzia alla sezione "Stato della Qualità dell'Aria>Stime qualità dell'aria" raggiungibile al seguente indirizzo: "<http://www.arpalazio.net/main/aria/sci/>".

La raccolta delle informazioni succitate ha come obiettivo generale la comunicazione delle previsioni sull'inquinamento ai cittadini, e delle informazioni per l'attuazione di eventuali azioni a tutela della salute umana necessarie nel caso di previsione di eventi acuti di inquinamento atmosferico agli enti competenti. Oltre quanto appena illustrato, il sistema modellistico viene utilizzato per effettuare:

- ✓ *Ricostruzioni Near-Real Time (NRT)*: con cui si intende la ricostruzione della concentrazione degli inquinanti in tempo quasi-reale. La ricostruzione NRT si effettua mediante l'acquisizione delle misure di concentrazione della rete di monitoraggio di qualità dell'aria, con un ritardo temporale massimo di 3 ore, e la loro integrazione con il sistema modellistico mediante tecniche di assimilazione. L'obiettivo è riprodurre la fotografia continua e più probabile dello stato di qualità dell'aria regionale e delle cause meteorologiche e micrometeorologiche che lo determinano.
- ✓ *Valutazione della qualità dell'aria*: al termine di ogni anno civile il sistema modellistico viene utilizzato per la verifica del rispetto dei limiti previsti dalla norma di riferimento su tutto il territorio regionale a partire dai campi di concentrazione prodotti dalla catena modellistica integrati/combinati con le misure, sia fisse che indicative, mediante tecniche di assimilazione e tecniche statistiche di stima oggettiva.

In questa sede il sistema è stato utilizzato per la valutazione della qualità dell'aria del 2022, ossia per verificare il rispetto dei limiti di legge attraverso la ricostruzione degli andamenti dei parametri fissati dalla normativa per i principali inquinanti.

Di seguito viene presentata una descrizione del sistema modellistico e, a seguire, i dettagli dell'analisi effettuata per il 2022.

### 6.1 La catena modellistica

Le previsioni e ricostruzioni di qualità dell'aria sono realizzate dal sistema modellistico costituito dai seguenti moduli, la cui architettura è illustrata nella Figura 6.1 e strutturata come segue:

- modello meteorologico prognostico WRF per la ricostruzione dei campi meteorologici a scala regionale effettuata a partire dai campi meteorologici a scala globale NCEP forniti da US-NOAA;
- modulo di interfaccia per l'adattamento dei campi meteorologici prodotti da WRF sui domini di calcolo di FARM (codice GAP);
- processore meteorologico per la descrizione della turbolenza atmosferica e per la definizione dei parametri dispersivi (codice SURFPRO);
- processore per il trattamento delle emissioni (codice EMMA) da fornire come input al modello Euleriano, a partire dai dati dell'inventario nazionale delle emissioni ISPRA) integrato con le informazioni a scala regionale riferite in particolare alle sorgenti puntuali ed al traffico stradale;
- condizioni la contorno fornite dal sistema nazionale *QualeAria*;
- modello Euleriano per la dispersione e le reazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera (codice FARM);
- combinazione dei dati osservati con i campi di concentrazione forniti dalla catena modellistica mediante tecniche di *Data Fusion*;
- modulo di post-processing per il calcolo dei parametri necessari alla verifica del rispetto dei limiti di legge (medie giornaliere, medie su 8 ore).

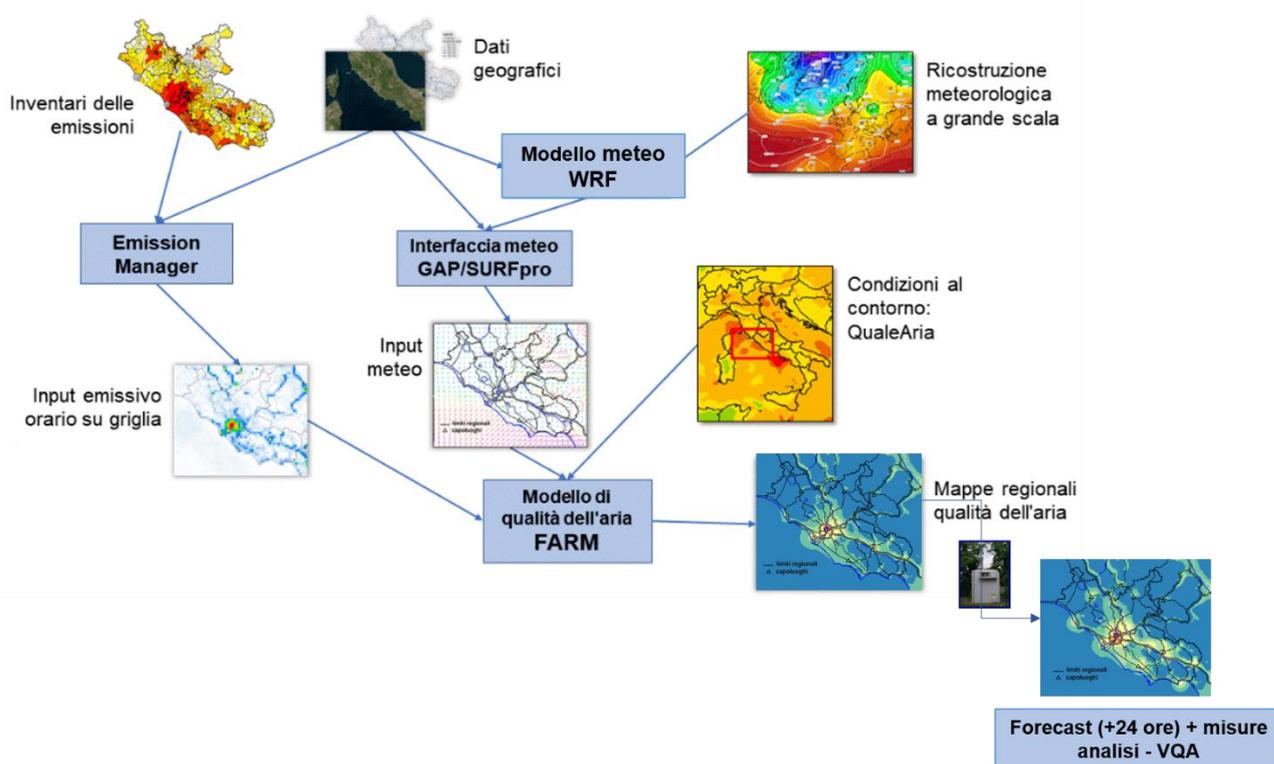


Figura 6.1 - Schema del sistema modellistico.

## 6.2 Dominio di calcolo

Le caratteristiche generali del dominio di calcolo della catena modellistica utilizzata per la valutazione annuale sono riportate nella tabella sottostante.

Tabella 6.1 - Caratteristiche spaziali del dominio di calcolo.

<b>Dominio</b>	Lazio (244 x 204 km <sup>2</sup> )
<b>Numero nodi</b>	nx: 244; ny: 204; nz: 16
<b>Angolo SW</b>	x: 686500 - y: 4552500
<b>Risoluzione orizzontale</b>	Campi meteorologici 3km x 3km Campi di concentrazione: 1km x 1km
<b>Proiezione</b>	UTM32 WGS84
<b>Livelli verticali (m)</b>	10;35;70;120;195;305;465;695;1025;1505;2200;3205;4550;6050;7550;9050

### 6.3 Trattamento delle emissioni

L'inventario regionale delle emissioni *Lazio\_2017 (vs. 2020)* ha come punto di partenza il database ISPRA 2015, all'interno del quale le emissioni, dettagliate a livello provinciale, sono suddivise in sorgenti diffuse e puntuali. Nell'inventario regionale sono presenti aggiornamenti ad anni più recenti, rispetto al 2015, per specifici settori, e vengono descritte entità e distribuzione geografica delle sorgenti emmissive originate dalle diverse attività presenti sul territorio per tale anno.

Come primo passo le emissioni diffuse a livello provinciale sono state disaggregate a quello comunale, utilizzando un approccio *top-down* grazie all'utilizzo di indicatori ausiliari, comunemente detti variabili surrogato o *proxy*, che si assumono rappresentativi della distribuzione spaziale delle attività responsabili delle emissioni. In questo modo, le pressioni ambientali attribuibili alle diverse attività risultano definite con maggior dettaglio e assumono importanza diversa comune per comune.

La base dati delle sorgenti puntuali è stata integrata e aggiornata sulla base di informazioni relative agli anni 2015-16. Le sorgenti rappresentate nell'inventario regionale risultano in tal modo pari a circa 400, e sono riconducibili ad attività legate alla produzione di energia elettrica o ad attività di combustione e produzione industriale particolarmente rilevanti.

A partire da quanto appena descritto, sono stati effettuati ulteriori approfondimenti focalizzati su alcuni settori di particolare rilevanza sul territorio regionale, con particolare riferimento alle sorgenti puntuali, al riscaldamento domestico (utilizzo della biomassa) e al trasporto stradale. Un'indagine campionaria sul consumo domestico di biomasse legnose condotta nel 2019 ha consentito di aggiornare a tale anno la stima delle emissioni da riscaldamento tramite l'uso di quel determinato tipo di combustibile. Le emissioni legate al traffico stradale sono state aggiornate sulla base delle informazioni sui parchi veicolari circolanti al 2017, e per quanto riguarda la rete stradale di Roma, sulla base i flussi di traffico riferiti al 2015.

In Figura 6.2 viene riportata la distribuzione delle sorgenti puntuali sul territorio regionale.

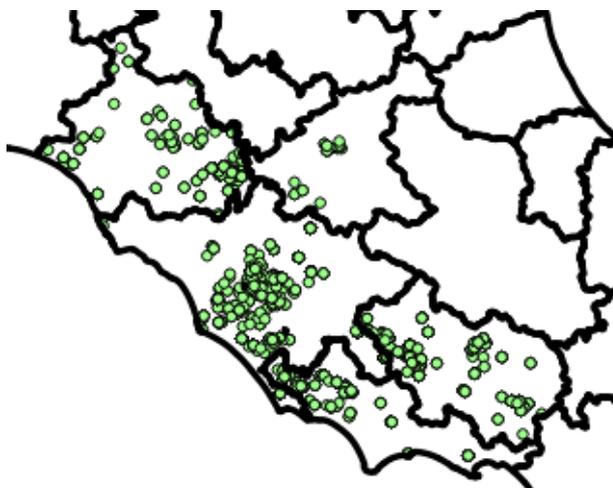


Figura 6.2 – sorgenti puntuali.

Il riscaldamento domestico rappresenta una fonte primaria di inquinamento, in particolare se implica la combustione di biomassa. Per caratterizzare dettagliatamente questo settore, ARPA Lazio ha commissionato un'indagine statistica i cui risultati hanno permesso una modifica sostanziale dei contenuti rispetto all'inventario ISPRA 2015, in termini assoluti (consumo di biomassa), relativi (distribuzione del consumo sul territorio) e di tecnologie in uso. Nello specifico, rispetto a quanto emerso dall'indagine ISTAT condotta nel 2013 (ISTAT, 2013), su cui è basato l'inventario ISPRA 2015, è stato constatato un incremento dei consumi di biomassa di circa il 40%, con consumo complessivo su base regionale di poco più di 2.2 Mt all'anno. In merito alla distribuzione del consumo sul territorio, l'indagine regionale mette in luce differenze significative tra le province laziali, discostandosi in maniera sostanziale dalla distribuzione dei consumi sottesa all'inventario nazionale ISPRA 2015. In termini relativi, la ripartizione dei consumi di biomassa tra le province indica un maggior ricorso alla biomassa in contesti montani (in particolare nelle province di Rieti e Frosinone) e fuori dai centri urbani più popolati, come ragionevolmente ci si aspettava. Di contro, nei contesti più urbanizzati, la diffusione di combustibili come il metano, la difficoltà di approvvigionamento e di stoccaggio della biomassa necessaria a soddisfare i bisogni di riscaldamento stagionale, la tipologia di edifici con abitazioni distribuite su più piani, determinano un consumo ridotto di biomassa legnosa pro-capite.

L'aggiornamento relativo al settore del trasporto stradale è stato effettuato con due diversi livelli di dettaglio per il Comune di Roma e per il resto del territorio regionale.

La stima delle emissioni attribuibili al traffico stradale all'interno dei confini del Comune di Roma ha beneficiato dell'esistenza di un dettagliato modello del traffico realizzato da Roma Servizi per la Mobilità. Tale rete è composta da oltre 70000 archi stradali (polilinee che congiungono due nodi significativi della rete, cioè punti di discontinuità del flusso di veicoli, come per esempio gli incroci).

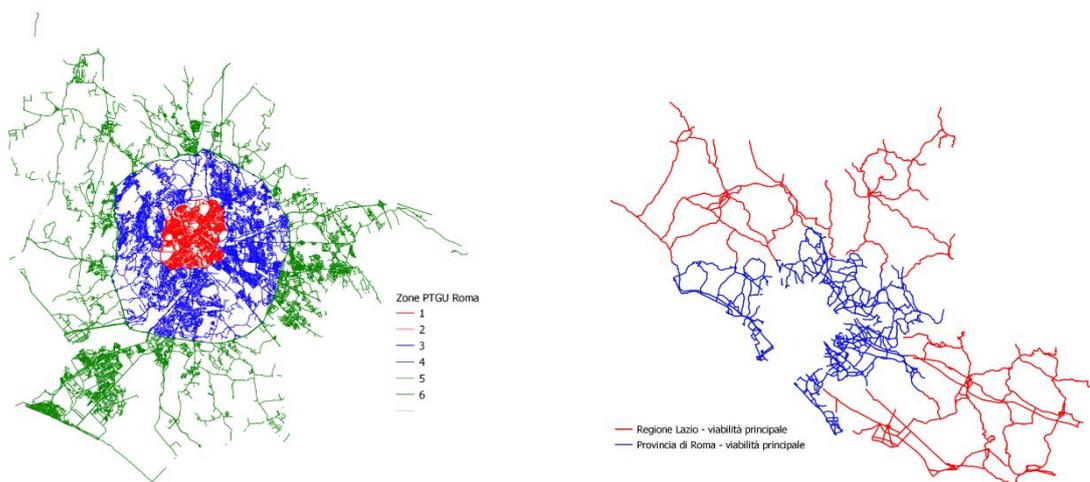


Figura 6.3 – Sinistra: Rappresentazione della rete stradale di Roma per appartenenza alle zone PGTU 2014. 1 – Mura Aureliane, 2 – Anello ferroviario, 3 – Fascia verde, 4 – GRA, 5 - Confine comunale, 6 – Ostia e Acilia. Destra: rete stradale al di fuori del Comune di Roma.

Di seguito un esempio delle emissioni di NO<sub>x</sub> da trasporto stradale nell'area di Roma (Kg/h) e nel territorio regionale (tonn/anno).

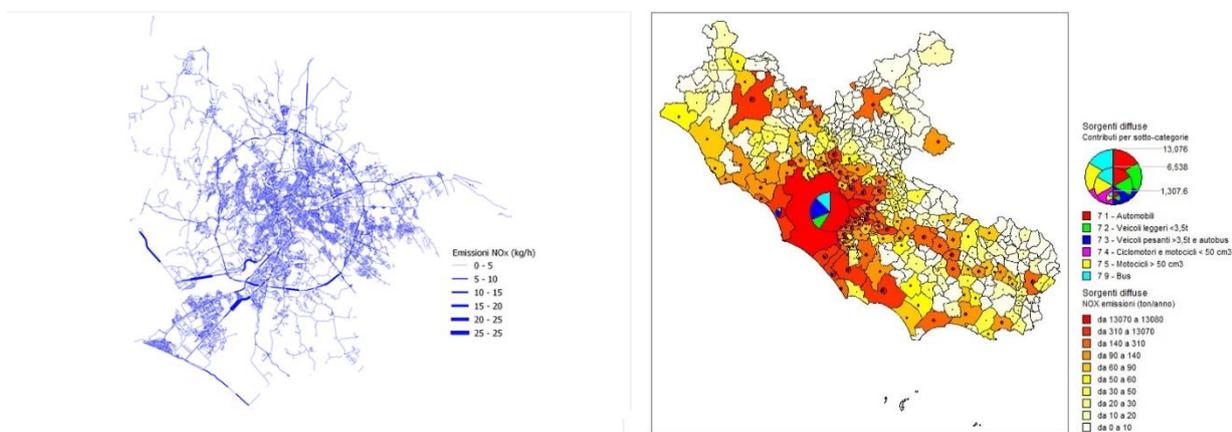


Figura 6.4 – Sinistra: emissioni di NO<sub>x</sub> da trasporto stradale nel Comune di Roma (Kg/h). Destra: emissioni di NO<sub>x</sub> da trasporto stradale regionale (tonn/anno).

In Figura 6.5 vengono riportate le emissioni totali su base comunale di NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub> e la frazione *coarse* di PM<sub>10</sub> (compreso tra 2.5 µm e 10 µm).

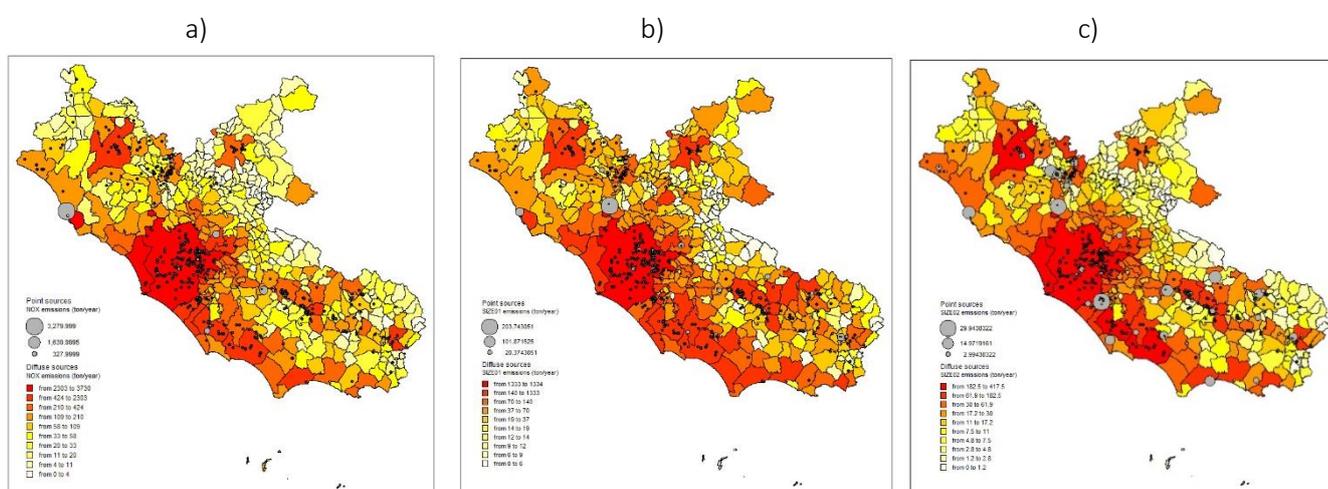


Figura 6.5 – a) emissioni totali di NO<sub>x</sub>, b) emissioni totali di PM<sub>2,5</sub>, c) emissioni totali di PM *coarse*.

Le emissioni orarie sono calcolate per mezzo di un processore (EMMA) che consente la disaggregazione spaziale, la modulazione temporale e la speciazione dei VOC per i dati degli inventari relativi a sorgenti puntuali, areali e lineari utilizzando la cartografia numerica regionale come informazione di supporto.

## 6.4 Downscaling e pre-processing meteorologico

I campi meteorologici necessari alla realizzazione della previsione di qualità dell'aria vengono ricostruiti a partire dalle previsioni meteorologiche rese disponibili dal servizio meteorologico degli Stati Uniti d'America (NCEP). I campi meteorologici distribuiti descrivono la dinamica e la termodinamica dell'atmosfera con una risoluzione spaziale orizzontale di circa 1 grado terrestre e con risoluzione temporale di 3 ore. I campi meteorologici alla scala regionale sono dunque ottenuti attraverso l'applicazione del modello meteorologico prognostico non-idrostatico WRF, che realizza la discesa di scala utilizzando un sistema di griglie di calcolo innestate, aventi risoluzioni orizzontali fino a 3 km nel dominio più fine.

A valle del suddetto processo viene utilizzato il processore meteorologico SURFPRO per calcolare i coefficienti di dispersione necessari al modello fotochimico.

## 6.5 Modello fotochimico per la dispersione degli inquinanti in atmosfera

Il modello utilizzato per la simulazione della dispersione e delle reazioni chimiche degli inquinanti è il codice FARM (Flexible Air quality Regional Model), un modello Euleriano tridimensionale di trasporto e chimica atmosferica multifase, configurabile con diversi schemi chimici (SAPRC99 è lo schema chimico in operativo). Le condizioni iniziali e al contorno sono costruite a partire dalle previsioni prodotte dal sistema QualeAria, che fornisce in operativo le previsioni degli inquinanti fino a 5 giorni a scala nazionale.

## 6.6 Integrazione delle misure nel sistema modellistico

Le concentrazioni dei diversi inquinanti ricostruite dal sistema modellistico risultano essere in alcuni casi distanti dalle concentrazioni misurate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria. Tali incongruenze sono legate a diversi fattori tra cui, la risoluzione spaziale adottata nelle ricostruzioni modellistiche e le emissioni con le quali viene alimentata la catena modellistica.

La risoluzione spaziale del dominio di calcolo è una misura del dettaglio con cui la ricostruzione modellistica riesce a descrivere i complessi fenomeni fisici e chimici che avvengono in atmosfera. In particolare effettuare una simulazione modellistica ad una risoluzione *target* equivale a trascurare l'insieme dei fenomeni sia meteorologici che chimici caratterizzati da scale spaziali inferiori alla risoluzione *target* scelta. Appare chiaro, a questo punto, che la scelta ottimale sarebbe un'altissima risoluzione spaziale in modo da comprendere nella ricostruzione delle concentrazioni anche fenomeni fisici che avvengono su scale locali. Di fatto la scelta della risoluzione spaziale non è assolutamente una scelta *libera* poiché deve essere necessariamente compatibile con il dettaglio delle informazioni con cui viene alimentata la catena modellistica, le emissioni, il land-use e l'orografia. In particolare tanto più la base dati emissiva utilizzata è in grado di selezionare spazialmente la quantità di massa che alimenta il modello di dispersione tanto più sarà possibile effettuare una simulazione modellistica ad elevata risoluzione fisicamente realistica tenendo conto, in ogni caso, dei naturali limiti numerici che tale scelta comporta per le simulazioni con una catena modellistica euleriana.

Nel caso specifico, la simulazione è stata effettuata su un dominio *target* di 1km x 1km sull'intero territorio regionale.

Con l'obiettivo di ottenere dei campi di concentrazione più vicini alle osservazioni si è ritenuto opportuno combinare/integrare le misure prodotte dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria con i campi di concentrazione prodotti dalla catena modellistica WRF/FARM mediante opportune tecniche di *data fusion*. Seguendo quanto prodotto in Silibello et al, 2013 (*Application of a chemical transport model and optimized data assimilation methods to improve air quality assessment* pubblicato su Air Quality, Atmosphere & Health, Vol. 2, 2013) le misure sono state assimilate mediante il metodo delle correzioni successive ottimizzando i parametri che gestiscono l'assimilazione, come la rappresentatività dei punti di misura, correlazione orizzontale, correlazione verticale, in base alle caratteristiche dei singoli inquinanti e delle singole misure.

Una delle criticità dell'assimilazione dati è legata al numero ed alla localizzazione delle misure disponibili da integrare con il campo di concentrazione prodotto dal modello. Un numero di punti di misura limitato può notevolmente influire sul campo di concentrazione in modo da sbilanciare la distribuzione spaziale producendo delle incongruità fisico/chimiche non compatibili con la situazione realistica che si vuole ricostruire. Pertanto, limitatamente al PM<sub>10</sub>, si è deciso di combinare i campi di concentrazione con le misure prodotte dalle numerose campagne sperimentali effettuate, nel 2022 e negli anni precedenti, su tutto il territorio regionale mediante l'utilizzo del laboratorio mobile.

Tali campagne, sebbene siano state realizzate rispettando i requisiti di durata richiesti dal d.lgs. n. 155/2010, sono per loro natura discontinue e limitate nel tempo, tipicamente 2 mesi di cui uno nel periodo estivo ed uno nel periodo invernale.

Poiché le campagne di misura con i mezzi mobili non coprono l'intero arco annuale, che è il requisito necessario per poter effettuare l'integrazione di tali dati con il sistema modellistico è stato effettuato un passaggio intermedio finalizzato a ricostruire, mediante un metodo di stima oggettiva, la serie annuale di concentrazione di PM<sub>10</sub> per ogni singola campagna di misura a partire dalle misure discontinue della campagna in oggetto e dalle misure della rete fissa di monitoraggio. La tecnica statistica utilizzata è descritta in Sozzi et al., 2017 (*Quality control and gap-filling of PM<sub>10</sub> daily mean concentrations with the best linear unbiased estimator. Environ. Monit. Assess. (2017) 189:562*) e in Sozzi et al., 2013 (*Stimatore statistico lineare per la stima della concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub>, BEA-UNIDEA, 2013/03*).

L'applicazione dello stimatore statistico fornisce, per ogni campagna di misura, una serie storica costituita dalle misure reali (per tutti i giorni in cui il mezzo è presente nel sito considerato) e dalle stime statistiche (per tutti i giorni in cui il mezzo mobile era assente). Si è dunque applicata la procedura sopra descritta per ottenere delle "stazioni virtuali" nei punti in cui è stato effettuato un monitoraggio nel 2022 o negli anni precedenti per

un sufficiente periodo di copertura e che comprendesse almeno una campagna nel periodo invernale. I siti utilizzati vengono riportati in Tabella 6.2.

I valori ricostruiti con lo stimatore lineare BLUE sono poi stati utilizzati nella procedura di assimilazione per ottenere delle stime più aderenti alla realtà.

Tabella 6.2 - Campagne monitoraggio 2022 utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria.

Località	Latitudine	Longitudine	z (m s.l.m.)
Aprilia	41.577648	12.646495	67
Arce	41.584791	13.576944	200
Ardea	41.681124	12.606548	118
Castrocielo	41.53048	13.694711	205
Fondi	41.359729	13.432065	14
Gallese	42.373530	12.428736	72
Montecompatri	41.849324	12.731348	146
Sezze	41.495829	13.039283	28

Si evidenzia come applicando la procedura statistica, nel caso in cui una campagna sperimentale con il mezzo mobile venga ripetuta periodicamente, anno dopo anno e nello stesso punto del territorio, si può ottenere la gerarchia di quadruple delle postazioni *slave* ed i relativi pesi riferita ad una statistica *multianno*. Ciò comporta che è di fatto possibile attivare la procedura sopra descritta per ricostruire la serie storica relativa al sito considerato, che verrà mantenuta sempre attiva fornendo costantemente una stima di concentrazione media giornaliera. Ogni anno è possibile riaggiornare la gerarchia delle postazioni *slave* ed i relativi pesi per tener conto di eventuali variazioni nel quadro emissivo e delle variazioni del quadro meteorologico.

Il risultato netto sarà che pur non avendo aggiunto nuove postazioni fisse alla rete di monitoraggio regionale, nei fatti ad essa si aggiungeranno tante postazioni virtuali quanti saranno i siti sedi delle campagne sperimentali periodiche con i mezzi mobili incrementando notevolmente le informazioni disponibili per la valutazione della qualità dell'aria del territorio. Nella regione Lazio è stato realizzato un piano di monitoraggio periodico con i mezzi mobili allo scopo di aggiungere alla rete fissa di monitoraggio delle postazioni virtuali localizzate in punti del territorio in cui è necessario incrementare l'informazione della qualità dell'aria.

In sintesi la valutazione della qualità dell'aria sul territorio regionale deriva dalla distribuzione spaziale della concentrazione degli inquinanti ottenuti dall'assimilazione dei campi di concentrazione forniti dal sistema modellistico con i dataset seguenti:

- ✓ Misure orarie o, nel caso del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, giornaliere fornite da tutte le stazioni della rete regionale fissa di monitoraggio della qualità dell'aria;
- ✓ Limitatamente al PM<sub>10</sub>, ricostruzione delle concentrazioni giornaliere effettuate a partire dalle campagne di misura condotte con il Laboratorio mobile mediante la tecnica di stima oggettiva BLUE

## 7. Valutazione della qualità dell'aria del 2022

La valutazione della qualità dell'aria è l'elemento base per la verifica del rispetto dei valori limite previsti dal D.lgs. n. 155/2010 attuata mediante *"l'utilizzo dei metodi stabiliti dal presente decreto per misurare, calcolare, stimare o prevedere i livelli degli inquinanti"*. I metodi stabiliti dalla norma fanno riferimento a diversi strumenti di controllo della qualità dell'aria: la gestione della rete fissa di monitoraggio, le misure indicative effettuate tramite laboratori mobili (per loro natura discontinue nel tempo), l'applicazione di metodi statistici di stima oggettiva e l'utilizzo di catene modellistiche in grado di spazializzare la concentrazione degli inquinanti. L'integrazione dei suddetti elementi, così profondamente differenti tra loro, è l'obiettivo che ci si è posti per effettuare una valutazione della qualità dell'aria che tenesse in considerazione sia dell'intrinseca precisione delle misure sperimentali sia delle capacità descrittive di un modello di simulazione.

Appare chiaro che l'unico strumento per poter determinare i livelli di concentrazione su tutto il territorio di cui si dispone sia un sistema modellistico che, a partire dalle caratteristiche meteorologiche, micro meteorologiche, orografiche ed emmissive del territorio, sia in grado di ricostruire la dispersione, le trasformazioni chimiche (sia in fase gassosa che solida) delle sostanze che vengono immesse (e delle sostanze che risiedono) in atmosfera. D'altra parte, è necessario sfruttare le notevoli informazioni, sia in termini di precisione che accuratezza, che una serie di punti di misura, fissi o mobili, sono in grado fornire anche se solo in un numero limitato di punti del territorio.

Alla luce di quanto appena detto, si è deciso di combinare le misure sperimentali effettuate tramite la rete fissa e il sistema modellistico, tramite tecniche di assimilazione in modo da conservare le capacità descrittive del sistema modellistico introducendo, nel sistema stesso, le informazioni prodotte dalla rete di monitoraggio tramite tecniche di assimilazione. Relativamente alle misure indicative di PM<sub>10</sub> effettuate con il mezzo mobile, a causa della loro intrinseca criticità legata alla scarsa copertura temporale, sono state sfruttate impiegando un metodo statistico di stima oggettiva per ricostruire la serie temporale annuale a partire dalle poche osservazioni svolte e dalle misure della rete fissa.

Il risultato dell'integrazione degli strumenti previsti dalla norma ha permesso di ottenere le mappe di concentrazione dei diversi inquinanti più realistiche possibili.

### 7.1 Distribuzione spaziale della concentrazione di PM<sub>10</sub>

Di seguito è riportata la mappa di concentrazione media annua del 2022 di PM<sub>10</sub> nel territorio regionale e due ingrandimenti della mappa nelle aree di Roma e della Valle del Sacco.

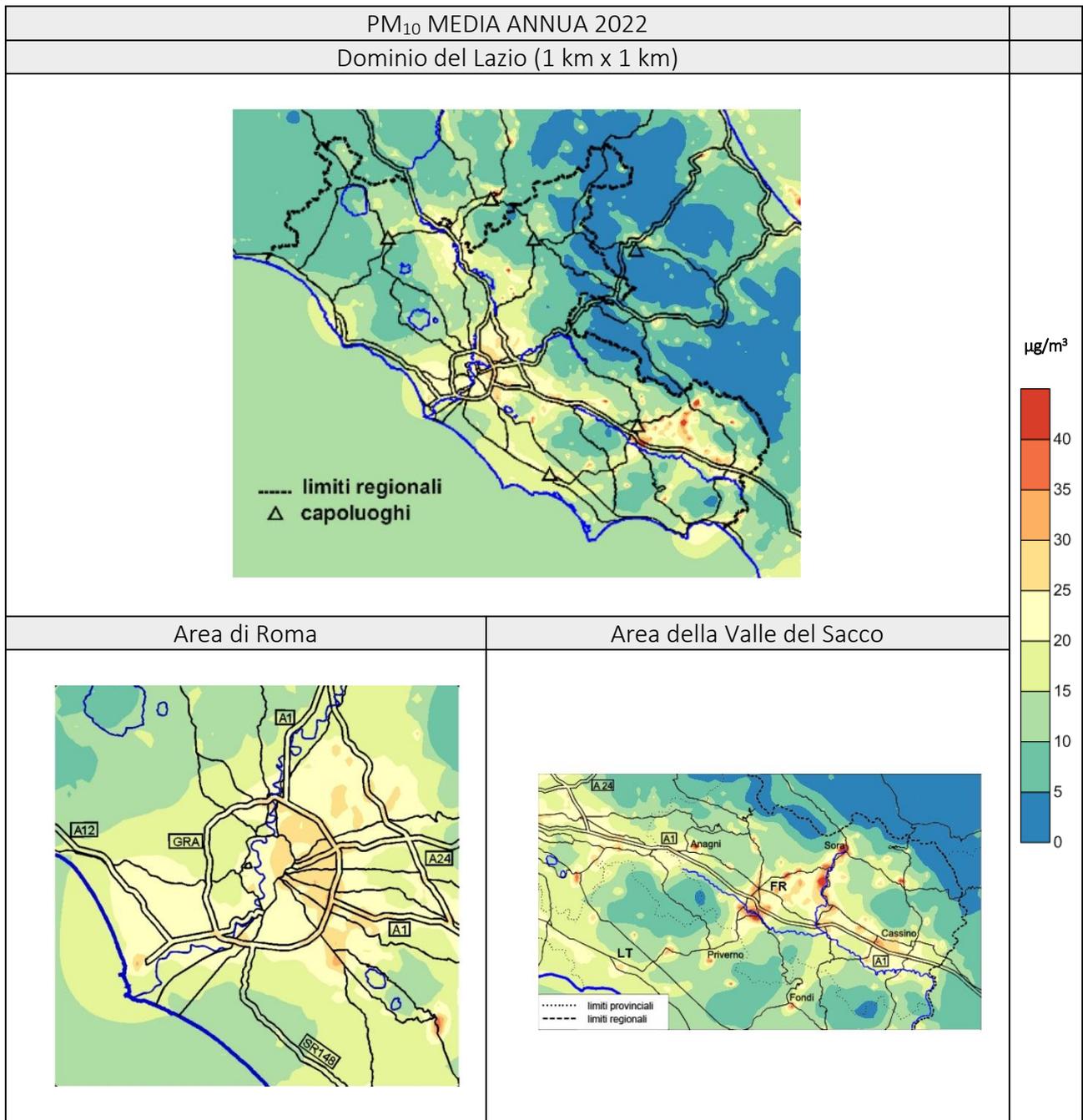


Figura 7.1 - Distribuzione spaziale della media annua di PM<sub>10</sub> nel 2022.

Il PM<sub>10</sub> si accumula in maggior misura nelle zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma. La zona Valle del Sacco (Figura 7.1, in basso a dx) presenta dei valori di concentrazione superiori al limite di 40 µg/m<sup>3</sup>. Per le restanti zone: l'Agglomerato (Figura 7.1, in basso a sx) e la zona Litoranea nonostante il carico emissivo che le caratterizza beneficiano della vicinanza con la costa che garantisce una buona dispersione degli inquinanti mentre la zona Appenninica è caratterizzata da un'emissione più bassa di polveri.

La distribuzione spaziale del numero di superamenti del valore limite di 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 7.2) risulta maggiormente critica nella Zona Valle del Sacco, tanto da eccedere il numero massimo di superamenti consentiti anche in alcune aree della zona Appenninica confinante.

Per la zona Litoranea e nell'agglomerato di Roma (Figura 7.2, dx) si osserva l'eccedenza del numero massimo di superamenti stabilito dalla normativa in modo discontinuo nel territorio.

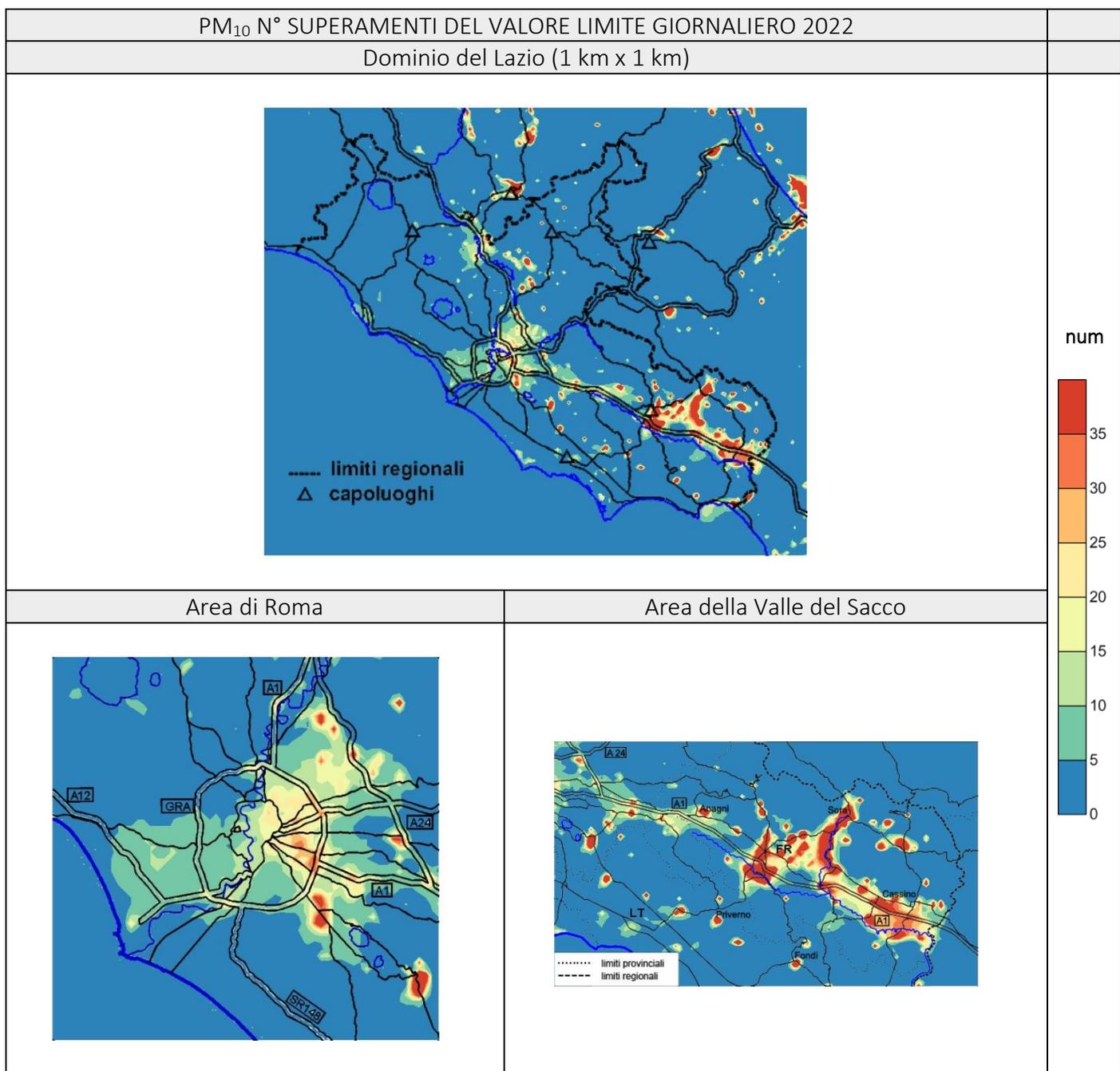


Figura 7.2 - Distribuzione spaziale del numero di superamenti di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{PM}_{10}$  nel 2022.

## 7.2 Distribuzione spaziale della concentrazione di $\text{PM}_{2.5}$

In Figura 7.3 è riportata la distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di  $\text{PM}_{2.5}$  per il 2022 nel territorio regionale e due ingrandimenti della mappa nelle aree di Roma e della Valle del Sacco.

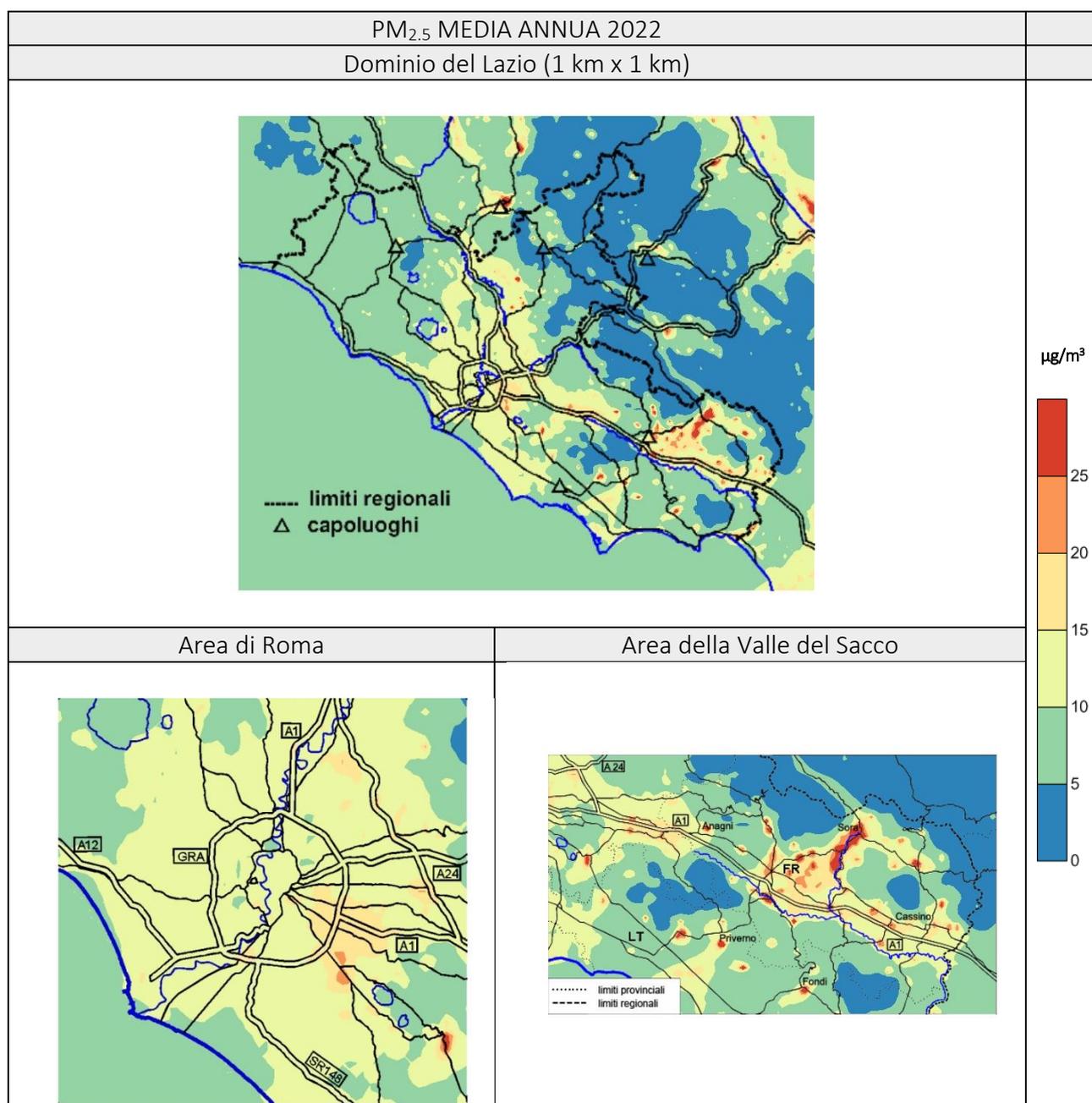


Figura 7.3 - Distribuzione spaziale della media annua di PM<sub>2.5</sub> nel 2022.

La distribuzione spaziale della concentrazione media annua di PM<sub>2.5</sub> presenta valori più elevati nella Valle del Sacco (Figura 7.3, destra) distribuiti in modo disomogeneo nel territorio.

### 7.3 Distribuzione spaziale della concentrazione di NO<sub>2</sub>

Di seguito viene riportata la distribuzione della media annuale di NO<sub>2</sub> nel territorio regionale e due ingrandimenti della mappa nelle aree di Roma e della Valle del Sacco.

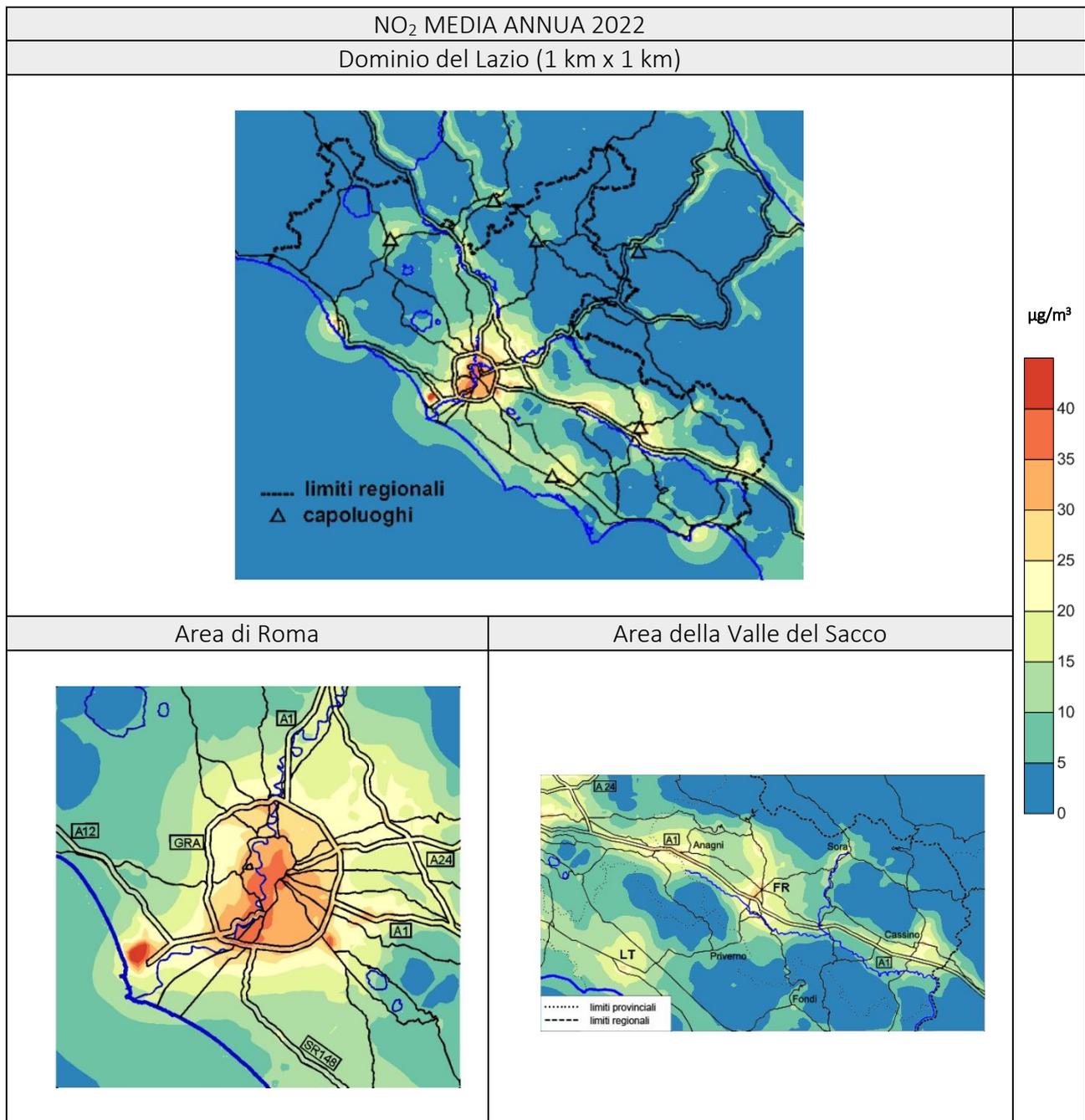


Figura 7.4 - Distribuzione spaziale della media annua di NO<sub>2</sub> nel 2022.

Le Zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma presentano dei valori per le concentrazioni di NO<sub>2</sub> più elevati rispetto al resto del territorio regionale. La situazione più critica si registra nell'Agglomerato di Roma, in particolare nel comune di Fiumicino e nell'area metropolitana di Roma, dove le concentrazioni sono superiori al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Nel comune di Roma (Figura 7.4, sinistra), le criticità più significative interessano gran parte dell'area urbana con particolare riferimento alle aree interne al Gran Raccordo Anulare. Le concentrazioni medie annuali sono inferiori nelle aree verdi urbane, a ovest della città, la riserva dell'Insugherata, il parco naturale della Tenuta dei Massimi e il parco dell'Appia Antica.

Nella Valle del Sacco si osservano le concentrazioni maggiori si registrano presso i centri urbani più densamente popolati lungo l'autostrada A1.

## 7.4 Distribuzione spaziale della concentrazione di O<sub>3</sub>

Relativamente all'ozono, in Figura 7.5 viene riportata la distribuzione spaziale del numero di superamenti del limite di 120 µg/m<sup>3</sup>, calcolato come massimo della media mobile delle 8 ore, nel territorio regionale e due ingrandimenti della mappa nelle aree di Roma e della Valle del Sacco.

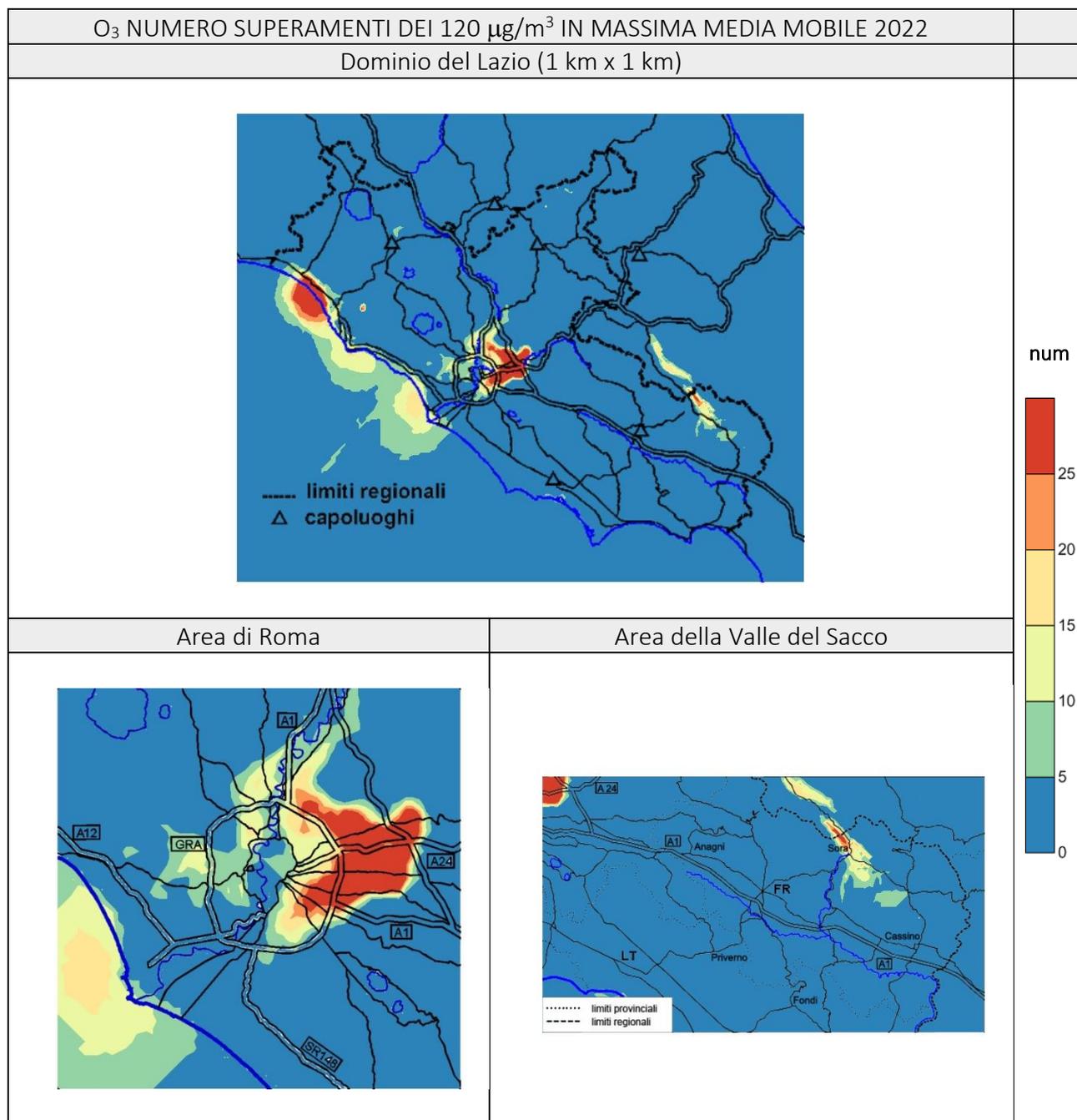


Figura 7.5 - Distribuzione spaziale del numero di superamenti di 120 µg/m<sup>3</sup> (max della media di 8 ore) di O<sub>3</sub> nel 2022.

Si osservano superamenti del valore limite di 120 µg/m<sup>3</sup> lungo la dorsale appenninica, nell'area sud-est e ad ovest dell'Agglomerato di Roma.

## 7.5 Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene

La distribuzione media annua della concentrazione di benzene evidenzia i valori maggiori in corrispondenza di alcuni centri abitati (Figura 7.6).

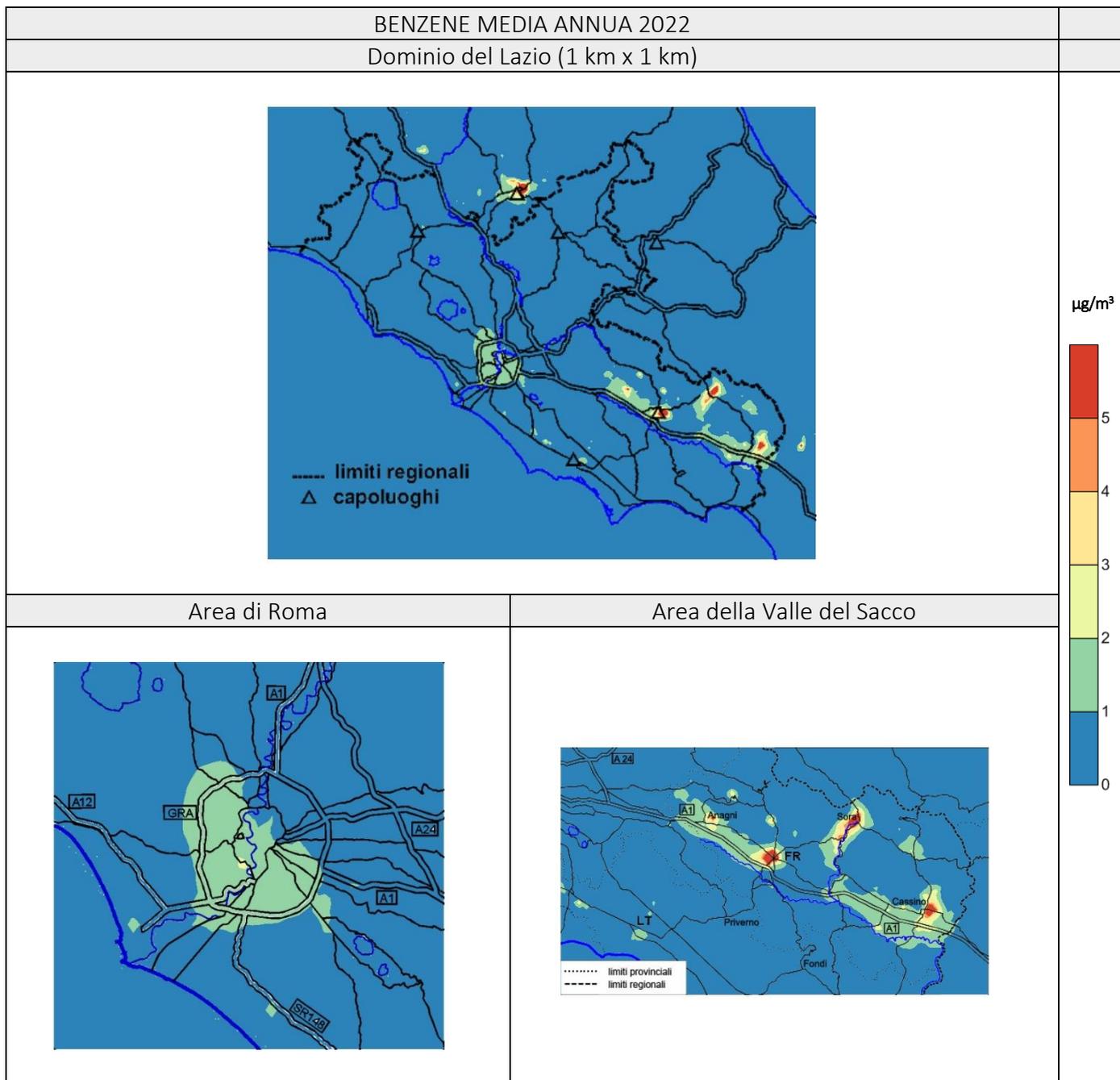


Figura 7.6 - Distribuzione spaziale della media annua di benzene nel 2022.

Le concentrazioni più elevate si osservano in corrispondenza dei centri abitati di Frosinone, Cassino e Sora. Nell'agglomerato di Roma la concentrazione media annua non eccede i 2 µg/m<sup>3</sup>.

## 7.6 Caratterizzazione comunale dello stato della qualità dell'aria

Una volta effettuata la valutazione della qualità dell'aria nel territorio regionale, si procede con la caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria per ogni Comune. Di seguito si riportano alcune considerazioni relative alla risoluzione del sistema modellistico.

Il modello di dispersione fornisce, come riportato nei paragrafi precedenti, il campo di concentrazione dei diversi inquinanti sull'intero territorio regionale con una risoluzione di 1 km<sup>2</sup>. La risoluzione di un modello equivale a una discretizzazione dello spazio all'interno del quale calcolare i campi di concentrazione. Ciò significa che il modello è in grado di fornire i valori medi orari di concentrazione su celle di dimensioni pari alla risoluzione orizzontale a partire dai quali vengono poi calcolati gli standard di legge riportati nei paragrafi precedenti. In generale, l'estensione spaziale dei Comuni nel territorio laziale è superiore della risoluzione orizzontale della simulazione modellistica, ciò implica che la superficie comunale sia discretizzata in un numero elevato di celle, ognuna caratterizzata da un determinato valore di concentrazione.

Al fine di caratterizzare lo stato di qualità dell'aria rappresentativo del Comune, e in assenza di indicazioni normative o di linee guida tecniche, è necessario definire, per ogni inquinante, quale valore di concentrazione considerare tra quelli delle diverse celle che costituiscono la superficie amministrativa del Comune.

A questo riguardo sono inizialmente valutate due ipotesi:

- 1) la media pesata delle celle (o frazioni) comprese nell'area del Comune in funzione della percentuale di superficie della cella ricadente nel perimetro del Comune;
- 2) il valore massimo tra le celle (o frazioni) ricomprese nell'area del Comune calcolato secondo la metodologia di seguito descritta

Per scegliere è necessario definire cosa si intende per superamento di un Comune: si è deciso di considerare come superamenti tutti i valori di concentrazione sopra i valori limite per almeno 1 km<sup>2</sup> di territorio (unità elementare con maggiore risoluzione del dominio).

In base al principio di precauzione il parametro utilizzato è il valore massimo sul Comune. Per ogni Comune il valore rappresentativo dello standard è il massimo dello standard sulla superficie del Comune se questo valore è relativo ad una cella intera. Altrimenti, se il valore massimo è relativo a una frazione di cella, si considera il valore più elevato tra le restanti celle o frazioni di celle che costituiscono la superficie del Comune, questo sarà il valore rappresentativo per il Comune se la somma della sua area e quella della frazione di cella è maggiore di 1 Km<sup>2</sup>.

Il Comune è in superamento se questo massimo è superiore al valore limite imposto dalla norma.

Sempre in accordo con il principio di precauzione, ai fini della valutazione del rispetto del valore limite, nei casi in cui ci sia una differenza tra le informazioni restituite dal modello e quelle ottenute dalle misure della rete fissa, si utilizza il valore peggiore.

Per completezza, nell'Allegato vengono comunque riportati anche i valori minimi e medi (pesati) di concentrazione stimati per ogni singolo Comune, le aree di superamento e la popolazione esposta. Il confronto tra i valori medi e i massimi degli standard è utile a valutare se gli eventuali superamenti riguardino solo una piccola porzione di territorio o l'intero territorio comunale.

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le caratterizzazioni in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2022, per ogni Comune delle quattro zone in cui è suddiviso il territorio del Lazio.

Nella Tabella 7.1, è riportata la descrizione dei parametri contenuti nelle Tabelle 7.2 – 7.5.

Tabella 7.1 - Descrizione dei parametri.

Inquinante	Parametro	Descrizione
PM <sub>10</sub>	media	media annua (µg/m <sup>3</sup> )
	superamenti	numero di superamenti giornalieri di 50 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	media	media annua (µg/m <sup>3</sup> )
NO <sub>2</sub>	media	media annua (µg/m <sup>3</sup> )

Inquinante	Parametro	Descrizione
	superamenti	numero di superamenti orari di 200 µg/m <sup>3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	media	media annua (µg/m <sup>3</sup> )
CO	superamenti	numero di superamenti di 10 mg/m <sup>3</sup> della media mobile massima su 8 ore
SO <sub>2</sub>	superamenti	numero di superamenti giornalieri di 125 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	superamenti	numero di superamenti giornalieri di 120 µg/m <sup>3</sup> (media su 3 anni)

### 7.6.1 Agglomerato di Roma

In Tabella 7.2 è riportata la caratterizzazione di ogni comune dell'Agglomerato di Roma, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2022 (i superamenti del valore limite sono riportati in rosso)

Tabella 7.2 - Caratterizzazione della qualità dell'aria dei comuni dell'Agglomerato di Roma.

IT1219 AGGLOMERATO ROMA 2021													
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
RM	12058003	Albano Laziale	23,9	24	12	17	16	0	1	0	0	0	
RM	12058005	Anguillara Sabazia	65	17	10	15	9	0	0	0	0	2	
RM	12058009	Ariccia	18,2	19	7	13	12	0	1	0	0	0	
RM	12058015	Campagnano di Roma	46,1	18	14	16	10	0	0	0	0	0	
RM	12058018	Capena	29,5	20	9	15	20	0	0	0	0	3	
RM	12058022	Castel Gandolfo	14,6	21	7	14	17	0	1	0	0	1	
RM	12058024	Castelnuovo di Porto	30,8	20	7	15	21	0	1	0	0	2	
RM	12058118	Ciampino	11	30	41	22	32	0	1	0	0	0	
RM	12058036	Fiano Romano	41,8	19	14	16	20	0	0	0	0	2	
RM	12058120	Fiumicino	213,4	32	23	16	49	4	1	0	0	9	
RM	12058122	Fonte Nuova	20,2	27	25	16	22	0	0	0	0	8	
RM	12058038	Formello	31,4	17	5	14	16	0	1	0	0	1	
RM	12058039	Frascati	22,7	30	30	19	33	0	1	0	0	1	
RM	12058046	Grottaferrata	18,2	24	10	15	21	0	1	0	0	0	
RM	12058047	Guidonia Montecelio	78,8	27	30	16	26	0	1	0	0	31	
RM	12058057	Marino	25,1	32	54	24	24	0	1	0	0	0	
RM	12058059	Mentana	24,1	28	42	20	22	0	0	0	0	1	
RM	12058064	Monte Porzio Catone	9,4	24	12	15	24	0	1	0	0	0	
RM	12058065	Monterotondo	40,5	27	42	20	21	0	1	0	0	7	
RM	12058068	Morlupo	24	16	7	15	10	0	0	0	0	0	
RM	12058081	Riano	24,9	21	18	15	16	0	0	0	0	4	
RM	12058086	Rocca di Papa	40	24	19	17	11	0	0	0	0	0	
RM	12058091	Roma	1307,7	32	39	20	45	3	2	0	0	42	
RM	12058093	Sacrofano	28,5	16	1	13	14	0	1	0	0	0	

IT1219 AGGLOMERATO ROMA 2021													
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
RM	12058098	Sant'Angelo Romano	21,5	27	27	17	23	0	0	0	0	1	
RM	12058104	Tivoli	68,4	24	13	16	25	0	1	0	0	19	

(\*\*) –calcolato come media su 3 anni.

Le criticità nell'Agglomerato di Roma sono relative a PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> e, nello specifico:

- i superamenti del PM<sub>10</sub> si attestano al di sopra del valore limite (n. 35 superamenti) a Ciampino, Marino, Mentana, Monterotondo e Roma. Proprio in merito alla città di Roma, si fa notare che come riportato nel paragrafo 5.1.1, la centralina fissa di Tiburtina ha rilevato 36 superamenti, a testimonianza di una considerevole corrispondenza tra quanto stimato e restituito dal modello, e quanto misurato in campo;
- la concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub> è superiore al valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup> nel Comune di Fiumicino e nel Comune di Roma (la concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub> del Comune di Roma è quella misurata dalla centralina di Fermi (pari a 45 µg/m<sup>3</sup>) risultando il valore massimo fornito dal modello uguale a 40.3 µg/m<sup>3</sup> - cfr. paragrafo 7.6);
- il numero di superamenti dell'O<sub>3</sub>, come massimo della media mobile di 8 ore dei 120 µg/m<sup>3</sup> e mediato sul triennio 2020-2022, eccede il valore consentito dalla norma (25 superamenti annui) nei Comuni di Guidonia Montecelio e Roma.

#### 7.6.2 Zona Valle del Sacco

In Tabella 7.3 è riportata la caratterizzazione di ogni comune della Zona Valle del Sacco, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2022 (i superamenti del valore limite sono riportati in rosso).

Tabella 7.3 - Caratterizzazione della qualità dell'aria dei comuni della Valle del Sacco.

IT1217 ZONA VALLE DEL SACCO 2021													
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
FR	12060002	Acuto	13,4	14	0	8	14	0	1	0	0	1	
FR	12060003	Alatri	97,2	30	59	27	27	0	4	0	0	1	
FR	12060005	Amaseno	77,2	14	3	18	8	0	0	0	0	0	
FR	12060006	Anagni	113,8	49	135	38	32	0	7	0	0	2	
FR	12060007	Aquino	19,2	33	63	21	20	0	2	0	0	0	
FR	12060008	Arce	39,5	38	98	24	16	0	1	0	0	1	
FR	12060009	Arnara	12,3	34	82	22	23	0	1	0	0	1	
FR	12060010	Arpino	56	29	63	25	10	0	2	0	0	16	
FR	12060012	Ausonia	20,1	18	16	14	6	0	1	0	0	1	
FR	12060014	Boville Ernica	28,2	34	90	28	12	0	1	0	0	0	
FR	12060015	Broccostella	12	22	28	21	11	0	2	0	0	17	

IT1217 ZONA VALLE DEL SACCO 2021													
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
RM	12058020	Carpineto Romano	86,4	11	1	9	7	0	0	0	0	2	
FR	12060018	Casalvieri	27,2	25	49	19	6	0	1	0	0	10	
FR	12060019	Cassino	82,8	30	43	25	29	0	12	0	0	0	
FR	12060020	Castelliri	15,5	37	87	33	12	0	3	0	0	5	
FR	12060021	Castelnuovo Parano	10	15	7	10	6	0	1	0	0	1	
FR	12060023	Castro dei Volsci	58,3	31	56	39	16	0	1	0	0	1	
FR	12060022	Castrocielo	27,9	32	57	22	18	0	2	0	0	3	
RM	12058026	Cave	17,7	19	6	14	11	0	1	0	0	1	
FR	12060024	Ceccano	60,5	57	137	40	27	0	1	0	0	3	
FR	12060025	Ceprano	38	32	60	24	18	0	3	0	0	0	
FR	12060026	Cervaro	39,2	27	62	25	18	0	2	0	0	0	
FR	12060027	Colfelice	14,2	26	28	16	17	0	1	0	0	0	
RM	12058034	Colleferro	27,6	28	41	22	27	0	1	0	0	2	
FR	12060028	Collepardo	25	15	2	6	15	0	0	0	0	1	
RM	12058035	Colonna	3,5	23	7	13	20	0	1	0	0	0	
FR	12060030	Coreno Ausonio	26	13	0	10	4	0	1	0	0	2	
FR	12060031	Esperia	108,8	25	55	21	8	0	1	0	0	1	
FR	12060032	Falvaterra	12,8	20	5	11	6	0	1	0	0	0	
FR	12060033	Ferentino	80,6	31	56	26	21	0	2	0	0	2	
FR	12060036	Fontana Liri	16	36	96	23	9	0	1	0	0	10	
FR	12060037	Fontechiari	16,2	15	0	12	6	0	1	0	0	19	
FR	12060038	Frosinone	47	35	79	25	31	0	10	0	0	2	
FR	12060039	Fumone	14,8	12	4	6	16	0	0	0	0	1	
RM	12058040	Galliciano nel Lazio	26	25	25	18	25	0	1	0	0	1	
RM	12058041	Gavignano	14,9	24	22	16	23	0	1	0	0	1	
RM	12058042	Genazzano	32,1	17	1	14	15	0	1	0	0	1	
FR	12060041	Giuliano di Roma	34	24	22	9	14	0	0	0	0	0	
RM	12058045	Gorga	26,4	12	0	6	9	0	0	0	0	1	
FR	12060043	Isola del Liri	16,2	35	91	32	16	0	5	0	0	1	
RM	12058049	Labico	11,8	25	11	14	18	0	1	0	0	0	
RM	12058060	Monte Compatri	24,3	23	9	14	22	0	1	0	0	20	
FR	12060044	Monte San Giovanni Campano	48,6	94	158	85	15	0	3	0	0	2	
RM	12058062	Montelanico	35	18	2	11	14	0	1	0	0	1	
FR	12060045	Morolo	26,5	15	6	9	14	0	2	0	0	2	
RM	12058073	Olevano Romano	26,1	17	9	15	9	0	1	0	0	1	
RM	12058074	Palestrina	47,1	25	18	16	15	0	1	0	0	1	
FR	12060046	Paliano	70,1	25	18	18	29	0	2	0	0	1	

IT1217 ZONA VALLE DEL SACCO 2021												
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
FR	12060047	Pastena	42	20	8	8	5	0	0	0	0	1
FR	12060048	Patrica	27	37	101	23	24	0	1	0	0	2
FR	12060051	Pico	32,7	20	10	10	4	0	1	0	0	1
FR	12060052	Piedimonte San Germano	17,4	29	45	17	19	0	2	0	0	0
FR	12060053	Piglio	35,2	13	2	9	15	0	1	0	0	1
FR	12060054	Pignataro Interamna	24,6	24	36	14	18	0	2	0	0	0
FR	12060055	Pofi	30,7	21	11	17	21	0	1	0	0	1
FR	12060056	Pontecorvo	88,2	31	74	26	11	0	3	0	0	1
FR	12060057	Posta Fibreno	9,1	22	30	19	6	0	1	0	0	13
FR	12060058	Ripi	31,4	30	52	24	17	0	1	0	0	1
FR	12060059	Rocca d'Arce	11,5	21	7	9	5	0	1	0	0	9
RM	12058088	Rocca Priora	28	23	8	12	10	0	0	0	0	1
FR	12060060	Roccasecca	43,3	33	72	27	18	0	2	0	0	7
FR	12060070	San Cesareo	27,1	16	10	13	15	0	1	0	0	0
RM	12058119	San Giorgio a Liri	22,7	26	23	15	22	0	1	0	0	1
FR	12060063	San Giovanni Incarico	15,5	23	42	15	11	0	2	0	0	1
FR	12060064	San Vittore del Lazio	24,9	32	74	23	8	0	1	0	0	0
FR	12060065	Sant'Ambrogio sul Garigliano	9	18	21	12	9	0	1	0	0	0
FR	12060066	Sant'Andrea del Garigliano	16,9	19	25	15	6	0	1	0	0	1
FR	12060067	Sant'Apollinare	17	22	41	16	11	0	1	0	0	0
FR	12060068	Sant'Elia Fiumerapido	41	30	62	33	16	0	3	0	0	3
FR	12060069	Santopadre	21,5	19	3	8	3	0	0	0	0	2
RM	12058102	Segni	61,3	25	24	19	25	0	1	0	0	1
FR	12060071	Serrone	15,4	15	6	12	10	0	1	0	0	0
FR	12060073	Sgurgola	19,3	16	6	8	16	0	1	0	0	1
FR	12060074	Sora	71,8	57	122	56	20	0	11	0	0	25
FR	12060075	Strangolagalli	10,5	28	34	21	10	0	1	0	0	0
FR	12060076	Supino	35,3	19	22	12	20	0	2	0	0	2
FR	12060079	Torrice	18,2	37	104	29	18	0	1	0	0	1
FR	12060082	Vallecorsa	39,7	17	5	13	6	0	1	0	0	0
FR	12060083	Vallemaio	19,5	13	1	7	5	0	0	0	0	1
RM	12058110	Valmontone	40,7	30	37	23	25	0	1	0	0	1
FR	12060085	Veroli	120,3	40	119	33	20	0	2	0	0	3
FR	12060086	Vicalvi	8,2	17	10	14	5	0	1	0	0	8
FR	12060087	Vico nel Lazio	45,8	18	9	13	18	0	1	0	0	1
FR	12060089	Villa Santa Lucia	18,2	27	36	15	21	0	2	0	0	0
FR	12060090	Villa Santo Stefano	20,3	19	3	9	11	0	0	0	0	0

IT1217 ZONA VALLE DEL SACCO 2021													
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
RM	12058114	Zagarolo	29	25	39	20	25	0	1	0	0	4	

(\*\*) –calcolato come media su 3 anni.

Le criticità della Zona Valle del Sacco sono legate al PM<sub>10</sub>, al PM<sub>2.5</sub> e al benzene. Nello specifico:

- la concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> supera il valore limite consentito dalla norma, e pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, in 4 comuni (Anagni, Ceccano, Monte San Giovanni Campano e Sora);
- il numero massimo di superamenti della concentrazione di PM<sub>10</sub> è maggiore del limite consentito dalla norma (35 annui) in 38 degli 87 Comuni inclusi nella zona in questione;
- la concentrazione media annuale di PM<sub>2.5</sub> supera il valore limite imposto dalla norma, e pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, in 15 comuni degli 87 totali;
- la concentrazione media annuale del benzene supera il valore limite imposto dalla norma, e pari a 5 µg/m<sup>3</sup>, in 4 comuni.

### 7.6.3 Zona Appenninica

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione, per ogni comune della Zona Appenninica, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2022 (i superamenti del valore limite sono riportati in rosso).

Tabella 7.4 – Caratterizzazione della qualità dell'aria dei comuni della Zona Appenninica.

IT1216 ZONA APPENNINICA 2021													
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
RI	12057001	Accumoli	86,9	5	0	4	1	0	0	0	0	0	
FR	12060001	Acquafondata	25,6	6	0	4	1	0	0	0	0	0	
VT	12056001	Acquapendente	130,3	20	8	15	5	0	0	0	0	1	
RM	12058001	Affile	15	8	0	7	4	0	0	0	0	0	
RM	12058002	Agosta	9,5	12	0	10	8	0	0	0	0	2	
FR	12060004	Alvito	52	29	78	26	7	0	1	0	0	7	
RI	12057002	Amatrice	174,4	23	25	22	4	0	0	0	0	0	
RM	12058006	Anticoli Corrado	16	10	0	8	11	0	0	0	0	2	
RI	12057003	Antrodoco	64	14	14	13	3	0	0	0	0	0	
RM	12058008	Arcinazzo Romano	28,3	12	1	9	4	0	0	0	0	0	
RM	12058010	Arsoli	11,9	11	0	9	9	0	0	0	0	1	
RI	12057004	Ascrea	14,4	6	0	5	2	0	0	0	0	0	
FR	12060011	Atina	29,8	38	99	35	9	0	2	0	0	7	
VT	12056003	Bagnoregio	72,6	13	1	10	3	0	0	0	0	0	
VT	12056006	Bassano in Teverina	12,1	23	8	10	8	0	0	0	0	0	

IT1216 ZONA APPENNINICA 2021												
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058012	Bellegra	18,7	13	0	11	7	0	0	0	0	0
FR	12060013	Belmonte Castello	14,2	10	0	7	5	0	1	0	0	1
RI	12057005	Belmonte in Sabina	23,6	9	1	6	5	0	0	0	0	0
VT	12056008	Bolsena	63,9	13	0	9	4	0	0	0	0	1
VT	12056009	Bomarzo	39,9	19	1	10	9	0	0	0	0	0
RI	12057006	Borbona	46,3	9	0	8	2	0	0	0	0	0
RI	12057008	Borgo Velino	17,3	8	0	7	3	0	0	0	0	0
RI	12057007	Borgorose	148,9	17	25	16	5	0	0	0	0	0
VT	12056010	Calcata	7,7	16	1	10	7	0	0	0	0	0
RM	12058014	Camerata Nuova	40,2	5	0	5	2	0	0	0	0	0
FR	12060016	Campoli Appennino	33,4	14	1	12	6	0	1	0	0	5
VT	12056011	Canepina	21	16	0	9	5	0	0	0	0	0
RI	12057009	Cantalice	37,7	30	79	27	7	0	0	0	0	0
RI	12057010	Cantalupo in Sabina	10,5	24	43	21	6	0	0	0	0	0
RM	12058017	Canterano	7,3	8	0	7	7	0	0	0	0	1
VT	12056013	Capodimonte	61,3	10	0	7	2	0	0	0	0	0
RM	12058019	Capranica Prenestina	20,2	9	0	7	5	0	0	0	0	1
VT	12056015	Caprarola	57,5	15	5	12	5	0	0	0	0	0
VT	12056016	Carbognano	17,3	17	2	10	7	0	0	0	0	0
FR	12060017	Casalattico	28,3	15	4	9	3	0	1	0	0	3
RM	12058021	Casape	5,2	10	0	6	5	0	0	0	0	1
RI	12057011	Casaprota	14,6	19	3	12	4	0	0	0	0	1
RI	12057012	Casperia	25,4	12	1	10	4	0	0	0	0	0
RI	12057013	Castel di Tora	15,7	6	0	5	2	0	0	0	0	0
RM	12058023	Castel Madama	28,4	18	10	14	18	0	0	0	0	4
RM	12058025	Castel San Pietro Romano	15	15	1	9	7	0	0	0	0	1
RI	12057015	Castel Sant'Angelo	31,3	9	0	8	3	0	0	0	0	1
VT	12056017	Castel Sant'Elia	24	23	15	13	12	0	0	0	0	0
RI	12057014	Castelnuovo di Farfa	9	21	16	13	5	0	0	0	0	0
VT	12056018	Castiglione in Teverina	20	11	0	10	6	0	0	0	0	0
VT	12056019	Celleno	24,6	12	1	7	4	0	0	0	0	1
VT	12056020	Cellere	37,2	9	0	7	2	0	0	0	0	0
RM	12058027	Cerreto Laziale	11,7	11	0	9	10	0	0	0	0	1
RM	12058028	Cervara di Roma	31,7	6	0	5	4	0	0	0	0	1
RM	12058030	Ciciliano	18,9	10	0	8	9	0	0	0	0	2
RM	12058031	Cineto Romano	10,5	7	0	6	6	0	0	0	0	1
RI	12057016	Cittaducale	71	17	16	14	7	0	1	0	0	4

IT1216 ZONA APPENNINICA 2021												
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RI	12057017	Cittareale	59	5	0	4	1	0	0	0	0	0
VT	12056021	Civita Castellana	83,3	26	36	15	18	0	1	0	0	0
VT	12056022	Civitella d'Agliano	32,9	12	1	11	6	0	0	0	0	0
RM	12058033	Civitella San Paolo	20,5	13	0	10	7	0	0	0	0	0
RI	12057018	Collalto Sabino	22,2	8	0	7	3	0	0	0	0	0
RI	12057019	Colle di Tora	14,2	6	0	5	2	0	0	0	0	0
FR	12060029	Colle San Magno	44,6	20	5	10	4	0	0	0	0	2
RI	12057020	Collegiove	10,8	5	0	5	2	0	0	0	0	0
RI	12057021	Collecchio	27,2	22	13	13	15	0	0	0	0	0
RI	12057022	Colli sul Velino	13,1	10	0	7	5	0	0	0	0	0
RI	12057023	Concerviano	21,5	6	0	4	3	0	0	0	0	0
RI	12057024	Configni	22,7	9	0	8	3	0	0	0	0	0
RI	12057025	Contigliano	53,5	31	76	27	8	0	0	0	0	0
VT	12056023	Corchiano	32,9	26	27	15	11	0	0	0	0	0
RI	12057026	Cottanello	36,5	8	0	7	3	0	0	0	0	0
VT	12056024	Fabrica di Roma	34,7	27	12	17	16	0	0	0	0	0
VT	12056025	Faleria	25,7	20	18	15	10	0	0	0	0	0
RI	12057027	Fara in Sabina	54,9	37	97	29	10	0	0	0	0	1
VT	12056026	Farnese	53	10	0	8	2	0	0	0	0	0
RI	12057028	Fiamignano	100,7	6	0	5	2	0	0	0	0	0
RM	12058037	Filacciano	5,7	15	1	12	9	0	0	0	0	0
FR	12060034	Filettino	77,7	7	0	5	2	0	1	0	0	1
FR	12060035	Fiuggi	33,1	14	0	7	12	0	3	0	0	0
RI	12057029	Forano	17,6	22	34	19	8	0	0	0	0	0
RI	12057030	Frasso Sabino	4,4	19	2	10	4	0	0	0	0	0
VT	12056027	Gallese	37,3	28	28	18	23	0	1	0	0	0
FR	12060040	Gallinaro	17,6	23	48	19	6	0	1	0	0	5
RM	12058044	Gerano	10	9	0	7	7	0	0	0	0	1
VT	12056028	Gradoli	37,5	11	0	8	3	0	0	0	0	0
VT	12056029	Graffignano	29,1	13	0	9	6	0	0	0	0	0
RI	12057031	Greccio	17,9	14	3	12	5	0	0	0	0	0
VT	12056030	Grotte di Castro	39,3	12	2	7	4	0	0	0	0	0
FR	12060042	Guarcino	42,3	25	38	12	15	0	1	0	0	1
VT	12056031	Ischia di Castro	104,7	10	0	9	2	0	0	0	0	0
RM	12058048	Jenne	32,1	7	0	5	3	0	0	0	0	0
RI	12057032	Labro	11,4	9	0	7	4	0	0	0	0	0
VT	12056032	Latera	22,7	9	0	7	3	0	0	0	0	0

IT1216 ZONA APPENNINICA 2021													
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
RI	12057033	Leonessa	204,9	23	30	18	6	0	0	0	0	7	
RM	12058051	Licenza	17,5	6	0	5	4	0	0	0	0	0	
RI	12057034	Longone Sabino	34,1	7	0	5	3	0	0	0	0	0	
VT	12056033	Lubriano	16,6	10	0	8	3	0	0	0	0	0	
RM	12058052	Magliano Romano	21,1	12	0	10	7	0	0	0	0	0	
RI	12057035	Magliano Sabina	43,7	29	64	22	19	0	1	0	0	0	
RM	12058053	Mandela	13,2	10	0	8	11	0	0	0	0	1	
RM	12058055	Marano Equo	7,6	8	0	7	7	0	0	0	0	1	
RM	12058056	Marcellina	15,3	19	6	13	16	0	0	0	0	1	
RI	12057036	Marcetelli	11	5	0	4	1	0	0	0	0	0	
VT	12056034	Marta	33,3	12	0	9	3	0	0	0	0	1	
RM	12058058	Mazzano Romano	28,9	19	16	15	8	0	0	0	0	0	
RI	12057037	Micigliano	37,4	6	0	5	2	0	0	0	0	0	
RI	12057038	Mompeo	10,9	19	3	9	3	0	0	0	0	0	
RI	12057039	Montasola	12,6	8	0	6	3	0	0	0	0	0	
RI	12057043	Monte San Giovanni in Sabina	30,7	10	0	5	3	0	0	0	0	0	
RI	12057040	Montebuono	19,6	13	0	10	5	0	0	0	0	0	
VT	12056036	Montefiascone	104,8	20	3	12	6	0	0	0	0	2	
RM	12058061	Monteflavio	17,2	8	0	7	4	0	0	0	0	0	
RI	12057041	Monteleone Sabino	18,9	15	5	11	4	0	0	0	0	0	
RM	12058063	Montelibretti	44,1	22	29	18	14	0	0	0	0	3	
RI	12057042	Montenero Sabino	22,6	13	0	6	3	0	0	0	0	1	
VT	12056038	Monterosi	10,8	14	2	12	7	0	0	0	0	0	
RI	12057044	Montopoli di Sabina	37,6	34	73	27	10	0	0	0	0	0	
RM	12058066	Montorio Romano	23,8	16	0	8	7	0	0	0	0	0	
RM	12058067	Moricone	20,1	18	2	12	10	0	0	0	0	1	
RI	12057045	Morro Reatino	15,8	10	0	8	4	0	0	0	0	7	
RM	12058069	Nazzano	12,2	15	0	11	11	0	0	0	0	0	
VT	12056039	Nepi	84	20	17	16	9	0	0	0	0	0	
RM	12058071	Nerola	18,6	18	3	10	6	0	0	0	0	0	
RI	12057046	Nespolo	8,7	7	0	6	2	0	0	0	0	0	
VT	12056040	Onano	24,6	9	0	6	3	0	0	0	0	0	
VT	12056042	Orte	70,2	26	31	15	15	0	1	0	0	0	
RI	12057047	Orvinio	24,6	9	0	8	3	0	0	0	0	0	
RI	12057048	Paganico Sabino	9,2	5	0	5	2	0	0	0	0	0	
RM	12058075	Palombara Sabina	75,5	28	57	21	14	0	0	0	0	4	
RM	12058076	Percile	17,6	6	0	5	3	0	0	0	0	0	

IT1216 ZONA APPENNINICA 2021												
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RI	12057049	Pescorocchiano	94,6	23	53	22	4	0	0	0	0	0
FR	12060049	Pescosolido	44,6	27	76	26	9	0	2	0	0	18
RI	12057050	Petrella Salto	102,2	12	8	12	3	0	0	0	0	1
VT	12056043	Piansano	26,5	9	0	7	2	0	0	0	0	0
FR	12060050	Picinisco	62	16	25	15	4	0	1	0	0	0
RM	12058077	Pisoniano	13,2	9	0	7	6	0	0	0	0	0
RI	12057051	Poggio Bustone	22,3	16	11	13	5	0	0	0	0	2
RI	12057052	Poggio Catino	15	17	11	13	5	0	0	0	0	1
RI	12057053	Poggio Mirteto	26,5	36	89	30	8	0	0	0	0	0
RI	12057054	Poggio Moiano	26,8	20	18	14	4	0	0	0	0	0
RI	12057055	Poggio Nativo	16,4	26	36	17	5	0	0	0	0	0
RI	12057056	Poggio San Lorenzo	8,7	14	0	8	4	0	0	0	0	0
RM	12058078	Poli	21,4	14	0	8	7	0	0	0	0	2
RM	12058080	Ponzano Romano	19,2	18	4	12	11	0	0	0	0	0
RI	12057057	Posta	66,2	8	0	6	2	0	0	0	0	2
RI	12057058	Pozzaglia Sabina	25,2	6	0	5	3	0	0	0	0	0
VT	12056044	Proceno	41,9	10	1	6	4	0	0	0	0	1
RI	12057059	Rieti	206,5	22	17	16	13	0	1	0	0	2
RM	12058082	Rignano Flaminio	38,9	18	9	14	8	0	0	0	0	0
RM	12058083	Riofreddo	12,2	7	0	6	6	0	0	0	0	1
RI	12057060	Rivodutri	26,9	16	12	13	6	0	0	0	0	4
RM	12058084	Rocca Canterano	15,8	7	0	6	5	0	0	0	0	1
RM	12058085	Rocca di Cave	11,1	12	0	9	6	0	0	0	0	0
RM	12058089	Rocca Santo Stefano	9,7	9	0	7	7	0	0	0	0	0
RI	12057062	Rocca Sinibalda	49,4	9	0	6	3	0	0	0	0	0
RM	12058087	Roccagiovine	8,6	7	0	6	4	0	0	0	0	0
RI	12057061	Roccantica	16,7	13	1	9	3	0	0	0	0	0
RM	12058090	Roiate	10,3	8	0	7	5	0	0	0	0	0
VT	12056045	Ronciglione	52,3	16	6	13	6	0	0	0	0	0
RM	12058092	Roviano	8,3	10	0	8	10	0	0	0	0	2
RI	12057063	Salisano	17,5	17	2	8	3	0	0	0	0	0
RM	12058094	Sambuci	8,2	9	0	7	8	0	0	0	0	2
FR	12060061	San Biagio Saracinisco	31,1	6	0	4	1	0	0	0	0	0
FR	12060062	San Donato Val di Comino	35,7	25	68	23	5	0	1	0	0	1
RM	12058095	San Gregorio da Sassola	35,2	15	0	10	17	0	0	0	0	2
VT	12056047	San Lorenzo Nuovo	28	13	1	8	4	0	0	0	0	0
RM	12058096	San Polo dei Cavalieri	42,6	18	0	10	16	0	0	0	0	1

IT1216 ZONA APPENNINICA 2021													
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
RM	12058100	San Vito Romano	12,7	12	0	9	8	0	0	0	0	1	
RM	12058099	Sant'Oreste	43,5	17	2	13	11	0	0	0	0	0	
RM	12058101	Saracinesco	11	9	0	7	11	0	0	0	0	1	
RI	12057064	Scandriglia	63,1	20	23	15	4	0	0	0	0	0	
RI	12057065	Selci	7,8	16	4	13	5	0	0	0	0	0	
FR	12060072	Settefrati	50,6	12	0	10	4	0	1	0	0	1	
VT	12056048	Soriano nel Cimino	78,6	26	28	16	11	0	1	0	0	1	
RI	12057066	Stimigliano	11,4	25	50	22	9	0	0	0	0	0	
RM	12058103	Subiaco	63,4	14	6	12	8	0	1	0	0	1	
RI	12057067	Tarano	20,1	16	2	12	6	0	0	0	0	0	
FR	12060077	Terelle	31,7	11	0	7	7	0	1	0	0	2	
RI	12057068	Toffia	11,2	23	10	12	4	0	0	0	0	0	
FR	12060078	Torre Cajetani	11,6	17	3	8	12	0	1	0	0	0	
RI	12057070	Torri in Sabina	26,2	14	1	11	4	0	0	0	0	0	
RI	12057069	Torricella in Sabina	25,8	14	4	11	4	0	0	0	0	0	
RM	12058106	Torrita Tiberina	10,8	18	5	13	8	0	0	0	0	0	
FR	12060080	Trevi nel Lazio	54,5	17	17	13	5	0	1	0	0	0	
FR	12060081	Trivigliano	12,7	22	21	14	14	0	1	0	0	1	
RI	12057071	Turania	8,6	6	0	5	2	0	0	0	0	0	
RI	12057072	Vacone	9,1	8	0	7	3	0	0	0	0	0	
VT	12056053	Valentano	43,3	10	0	8	3	0	0	0	0	0	
RM	12058108	Vallepietra	51,5	6	0	4	2	0	0	0	0	0	
VT	12056054	Vallerano	15,5	19	1	9	5	0	0	0	0	0	
FR	12060084	Vallerotonda	59,7	11	0	9	5	0	1	0	0	0	
RM	12058109	Vallinfreda	16,8	6	0	5	4	0	0	0	0	0	
RI	12057073	Varco Sabino	24,6	5	0	5	1	0	0	0	0	0	
VT	12056055	Vasanello	28,6	27	29	14	6	0	0	0	0	0	
RM	12058112	Vicovaro	36,1	13	0	9	15	0	0	0	0	2	
VT	12056058	Vignanello	20,5	22	9	12	6	0	0	0	0	1	
FR	12060088	Villa Latina	17	15	5	12	4	0	1	0	0	1	
VT	12056059	Viterbo	406,3	22	15	14	20	0	1	0	0	4	
FR	12060091	Viticuso	21,1	6	0	4	1	0	0	0	0	0	
VT	12056060	Vitorchiano	29,8	19	2	11	13	0	1	0	0	2	
RM	12058113	Vivaro Romano	12,2	6	0	5	3	0	0	0	0	0	

(\*\*) –calcolato come media su 3 anni.

Per la Zona Appenninica le criticità sono legate alla concentrazione di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. In dettaglio:

- il numero massimo di superamenti della concentrazione di PM<sub>10</sub> è maggiore del limite consentito dalla norma (35 superamenti annui) in 18 dei 187 comuni inclusi nella Zona Appenninica;
- la concentrazione media annuale di PM<sub>2,5</sub> supera il valore limite imposto dalla norma, pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, in 8 comuni.

#### 7.6.4 Zona Litoranea

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione di ogni comune della Zona Litoranea, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2022 (i superamenti del valore limite sono riportati in rosso).

Tabella 7.5 - Caratterizzazione della qualità dell'aria dei comuni nella Zona Litoranea.

IT1218 ZONA LITORANEA 2021												
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058004	Allumiere	97,9	17	5	11	6	0	0	0	0	14
RM	12058007	Anzio	43,5	20	14	15	14	0	1	0	0	5
LT	12059001	Aprilia	177,7	24	4	13	18	0	3	0	0	1
RM	12058117	Ardea	50,9	19	6	14	15	0	1	0	0	4
VT	12056002	Arlena di Castro	22,3	9	0	7	2	0	0	0	0	0
RM	12058011	Artena	54,2	34	75	26	21	0	1	0	0	1
VT	12056004	Barbarano Romano	37,3	9	0	7	4	0	0	0	0	1
VT	12056005	Bassano Romano	37,4	13	1	11	4	0	0	0	0	0
LT	12059002	Bassiano	31,6	12	5	6	11	0	0	0	0	0
VT	12056007	Blera	92,8	11	0	8	4	0	0	0	0	1
RM	12058013	Bracciano	142,4	15	8	13	7	0	0	0	0	0
LT	12059003	Campodimele	38,2	16	1	6	2	0	0	0	0	0
RM	12058016	Canale Monterano	36,8	11	0	9	4	0	0	0	0	0
VT	12056012	Canino	123,5	11	0	9	3	0	0	0	0	0
VT	12056014	Capranica	40,7	13	2	12	5	0	0	0	0	1
LT	12059004	Castelforte	29,9	18	12	14	4	0	0	0	0	1
RM	12058029	Cerveteri	125,4	17	11	14	11	0	0	0	0	3
LT	12059005	Cisterna di Latina	142,8	29	72	23	16	0	1	0	0	0
RM	12058032	Civitavecchia	72,3	23	7	12	33	0	1	0	0	11
LT	12059006	Cori	86	29	60	21	9	0	0	0	0	1
LT	12059007	Fondi	142,3	40	99	34	13	0	0	0	0	3
LT	12059008	Formia	73,5	30	39	15	21	0	1	0	0	3
LT	12059009	Gaeta	28,5	24	14	10	21	0	0	0	0	5
RM	12058043	Genzano di Roma	18,3	21	5	15	11	0	1	0	0	0
LT	12059010	Itri	101,2	26	43	20	14	0	0	0	0	6
RM	12058116	Ladispoli	26	19	12	16	11	0	0	0	0	3

IT1218 ZONA LITORANEA 2021												
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058050	Lanuvio	44	20	3	13	13	0	0	0	0	0
RM	12058115	Lariano	27	29	46	18	9	0	0	0	0	0
LT	12059011	Latina	277,8	26	13	12	27	0	2	0	0	3
LT	12059012	Lenola	45,7	24	32	16	7	0	0	0	0	0
LT	12059013	Maenza	42,6	29	64	23	8	0	0	0	0	0
RM	12058054	Manziana	23,8	13	4	12	5	0	0	0	0	0
LT	12059014	Minturno	42,1	28	52	20	10	0	0	0	0	3
VT	12056035	Montalto di Castro	189,5	11	0	8	4	0	0	0	0	15
VT	12056037	Monte Romano	86	11	0	8	5	0	0	0	0	1
LT	12059015	Monte San Biagio	66,4	13	0	11	6	0	0	0	0	1
RM	12058070	Nemi	7,2	15	2	9	7	0	0	0	0	0
RM	12058072	Nettuno	71,8	22	19	16	11	0	1	0	0	2
LT	12059016	Norma	30,8	13	1	10	10	0	0	0	0	0
VT	12056041	Oriolo Romano	19,2	11	0	9	5	0	0	0	0	0
RM	12058079	Pomezia	110,9	17	0	12	17	0	2	0	0	11
LT	12059017	Pontinia	112,2	24	34	20	10	0	0	0	0	0
LT	12059019	Priverno	56,8	40	103	37	9	0	0	0	0	0
LT	12059020	Prossedi	36,1	21	5	9	10	0	0	0	0	0
LT	12059022	Rocca Massima	18,1	18	2	10	8	0	0	0	0	0
LT	12059021	Roccagorga	24	16	2	11	6	0	0	0	0	0
LT	12059023	Roccasecca dei Volsci	23,6	16	1	10	5	0	0	0	0	0
LT	12059024	Sabaudia	144,3	21	28	18	16	0	0	0	0	3
LT	12059025	San Felice Circeo	32,1	18	11	15	6	0	0	0	0	7
RM	12058097	Santa Marinella	49,3	20	5	9	13	0	0	0	0	7
LT	12059026	Santi Cosma e Damiano	31,6	36	84	31	7	0	0	0	0	1
LT	12059027	Sermoneta	44,9	24	15	14	19	0	1	0	0	0
LT	12059028	Sezze	101,4	34	76	31	14	0	1	0	0	0
LT	12059029	Sonnino	63,8	42	119	40	7	0	0	0	0	0
LT	12059030	Sperlonga	18	16	1	9	9	0	0	0	0	3
LT	12059031	Spigno Saturnia	38,7	16	3	9	8	0	0	0	0	1
VT	12056049	Sutri	60,9	14	5	12	5	0	0	0	0	0
VT	12056050	Tarquinia	279	16	4	11	7	0	0	0	0	20
LT	12059032	Terracina	136,4	23	10	18	11	0	0	0	0	2
VT	12056051	Tessennano	14,7	8	0	7	2	0	0	0	0	0
RM	12058105	Tolfa	168	17	4	12	7	0	0	0	0	13
RM	12058107	Trevignano Romano	39,4	14	5	12	5	0	0	0	0	0

IT1218 ZONA LITORANEA 2021												
Provincia	cod ISTAT	nome	Area (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	**O <sub>3</sub>
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
VT	12056052	Tuscania	208	12	0	10	4	0	0	0	0	1
VT	12056056	Vejano	44,3	11	0	9	5	0	0	0	0	1
RM	12058111	Velletri	129,6	40	109	32	12	0	0	0	0	0
VT	12056057	Vetralla	113,1	12	1	9	7	0	0	0	0	1
VT	12056046	Villa San Giovanni in Tuscia	5,3	9	0	7	4	0	0	0	0	1

(\*\*) –calcolato come media su 3 anni.

Nella Zona Litoranea le criticità più significative si riscontrano per le concentrazioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. Nello specifico:

- la concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> supera il valore limite imposto dalla norma, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, esclusivamente nel Comune di Sonnino;
- il numero massimo di superamenti della concentrazione di PM<sub>10</sub> è maggiore del limite consentito dalla norma (35 superamenti annui) in 14 su 67 comuni inclusi nella Zona Litoranea;
- la concentrazione media annuale di PM<sub>2.5</sub> supera il valore limite imposto dalla norma, pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, in 7 comuni.

## 8. Conclusioni

Il presente documento riporta la valutazione annuale della qualità dell'aria del 2022, eseguita secondo quanto previsto dal D.lgs. n. 155/2010, combinando i diversi strumenti previsti dalla norma.

In particolare, la valutazione della qualità dell'aria sul territorio regionale è il risultato della combinazione dei campi di concentrazione forniti dal sistema modellistico operativo presso il Centro Regionale della Qualità dell'Aria e le misure fornite dalla rete di monitoraggio mediante tecniche di *data fusion* (assimilazione a posteriori).

Il sistema modellistico utilizzato è un sistema di tipo integrato, articolato in moduli specialistici per il trattamento delle diverse informazioni necessarie alla valutazione della qualità dell'aria (caratteristiche del sito, orografia e uso del suolo, meteorologia, emissioni, dispersione, deposizione e chimica dell'atmosfera) e di post-processor finalizzati sia alla visualizzazione grafica dei campi 2D e 3D utilizzati e elaborati dal sistema modellistico, sia alla verifica dei risultati prodotti mediante il confronto con i dati misurati.

L'assimilazione è stata effettuata a partire dai dati orari di concentrazioni dei vari inquinanti monitorati in ogni stazione operativa con una copertura dei dati di almeno il 75%.

Inoltre, ai fini dell'assimilazione dei dati di PM<sub>10</sub>, le misure dalla rete fissa sono state integrate con le misure condotte con i laboratori mobili durante le specifiche campagne di monitoraggio, ricostruendo statisticamente le serie giornaliere delle concentrazioni (misura di stima obiettiva), mediante uno stimatore statistico "Best Linear Unbiased Estimator".

A partire dalla distribuzione spaziale della concentrazione degli inquinanti su tutto il territorio regionale, a ogni comune è stato associato lo stato della qualità dell'aria secondo la metodologia descritta nel capitolo 7.

Per quanto riguarda le emissioni utilizzate nel sistema modellistico, è necessario sottolineare che a partire dal 2020 è stato implementato l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni regionali nel modello (LAZIO\_2017 vs.2020) che, alla luce delle informazioni acquisite localmente e in linea con quanto calcolato dall'ISPRA a livello nazionale, ha messo in evidenza un significativo incremento delle emissioni dovute al riscaldamento domestico, rispetto ai dati utilizzati negli anni precedenti il 2020.

La valutazione della qualità dell'aria è stata effettuata su base comunale ma, in conformità a quanto previsto dalla norma, le misure di contrasto all'inquinamento devono essere definite dalla Regione per le aree di superamento all'interno delle zone.

Nella tabella seguente (Tabella 8.1) viene riportata una sintesi della valutazione della qualità dell'aria 2022 nella regione Lazio.

Tabella 8.1 - Sintesi della valutazione della qualità dell'aria del 2022.

QUALITÀ DELL'ARIA NEL LAZIO	
Inquinante	Qualità dell'aria
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	La concentrazione media annuale è superiore al limite normativo in 4 Comuni della Zona Valle del Sacco: Anagni, Frosinone, Sora e Cassino. In quest'ultimo comune si registra la concentrazione media più elevata, pari a 12 µg/m <sup>3</sup> .
CO	Nessun superamento dei limiti normativi.
SO <sub>2</sub>	Nessun superamento dei limiti normativi.
NO <sub>2</sub>	La concentrazione media annua è superiore al valore limite di 40 µg/m <sup>3</sup> esclusivamente nell'Agglomerato di Roma in 2 comuni (Fiumicino e Roma).
PM <sub>10</sub>	La concentrazione media annua è superiore al valore limite di 40 µg/m <sup>3</sup> in 4 comuni della Zona Valle del Sacco (Anagni, Ceccano, Monte San Giovanni Campano e Sora), e in un solo comune della Zona Litoranea (Sonnino).  Il numero di superamenti del valore limite di concentrazione giornaliera eccede il massimo consentito in ogni zona della Regione Lazio e, nello specifico, in 75 Comuni (5 dell'Agglomerato di Roma, 38 della Zona Valle del Sacco, 18 della Zona Appenninica e, infine, 14 della Zona Litoranea).
PM <sub>2,5</sub>	La concentrazione media annua è superiore al valore limite di 25 µg/m <sup>3</sup> in 15 comuni della Zona Valle del Sacco, in 8 comuni della Zona Appenninica e in 7 comuni della Zona Litoranea.
O <sub>3</sub>	Il superamento del valore obiettivo si rileva esclusivamente in 2 comuni dell'Agglomerato di Roma (Guidonia Montecelio e Roma).  Sono stati registrati superamenti dell'AOT40 in tutte le zone del Lazio eccetto la Zona Valle del Sacco.
Benzo(a)pirene	La concentrazione media annua è superiore al valore limite di 1 ng/m <sup>3</sup> nella Zona Valle del Sacco e nell'Agglomerato di Roma.
Metalli	Non si rilevano superamenti dei limiti normativi.

Nel 2022, si confermano limitate criticità per la concentrazione media annua di NO<sub>2</sub>, che eccede i limiti solamente nei comuni di Fiumicino e Roma.

Rispetto all'anno precedente, la concentrazione media di PM<sub>10</sub> è rimasta pressoché costante in tutte le zone della regione. Tuttavia, il numero dei superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> eccede il massimo in un numero maggiore di comuni rispetto a quanto rilevato nel 2021. Infine, le criticità legate alla concentrazione media di PM<sub>2,5</sub> sono lievemente aumentate rispetto a quanto emerso nella valutazione della qualità dell'aria dello scorso anno.

Il benzene supera il valore limite di concentrazione media annua nella sola Zona Valle del Sacco.

Il benzo(a)pirene supera la media annua nella Zona Valle del Sacco e nell'Agglomerato di Roma.

Il valore obiettivo dell'O<sub>3</sub> è stato superato solamente nell'Agglomerato di Roma, ma comunque rappresenta un'ulteriore conferma delle criticità legate alle anomale elevate temperature rilevate nel 2022, e alla scarsità di precipitazioni.

Per quanto riguarda la meteorologia, il 2022 è stato esigualmente meno ventoso sia dell'anno precedente che della media dei 10 anni precedenti (2012-2021). La distribuzione spaziale delle precipitazioni cumulate mostra dei massimi sulla zona meridionale della regione, tra Latina e Frosinone e, in generale, il 2022 è stato meno piovoso rispetto agli anni precedenti. I risultati dell'analisi della temperatura restituiscono una situazione che merita opportuna attenzione: il 2022 è stato l'anno più caldo dell'ultimo trentennio (1991-2020).

Nella tabella seguente (Tabella 8.2) viene mostrato relativamente al Particolato e al Biossido di azoto, l'andamento del numero dei comuni in superamento dal 2020 al 2022, le relative aree in superamento e la popolazione esposta.

Tabella 8.2 - Numero dei comuni in superamento dal 2020 al 2022 e relative aree di superamento (Km<sup>2</sup>) e popolazione esposta.

		Media annua PM <sub>10</sub>	area superamento (Km <sup>2</sup> )	Popolazione esposta	n. sup. giornalieri PM <sub>10</sub>	area superamento (Km <sup>2</sup> )	popolazione esposta
<b>N. comuni in superamento</b>	2020	11	20	5.965	99	979	380.880
	2021	7	19	5.862	62	351	103.001
	2022	5	17	5.038	75	314	106.881

		Media annua PM <sub>2.5</sub>	area superamento (Km <sup>2</sup> )	popolazione esposta
<b>N. comuni in superamento</b>	2020	24	67	21.411
	2021	26	67	19.201
	2022	30	84	23.087

		Media annua NO <sub>2</sub>	area superamento (Km <sup>2</sup> )	popolazione esposta
<b>N. comuni in superamento</b>	2020	2	17	35.877
	2021	2	16	21.947
	2022	2	8	6.536

In merito ai superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione di PM<sub>10</sub>, e del valore limite di concentrazione media annua del PM<sub>10</sub>, il 2020 si attesta come l'anno con il maggior numero dei Comuni in superamento dei limiti. Sebbene il 2020 sia stato un anno caratterizzato dalla sospensione (totale o parziale) della maggior parte delle attività socio-economiche e culturali a causa dell'emergenza sanitaria da Covid-19, non si è assistito a una significativa diminuzione della concentrazione di massa di PM<sub>10</sub>. Nonostante una notevole diminuzione delle emissioni di inquinanti atmosferici dovuta all'interruzione forzata della maggior parte delle sorgenti antropiche (es. attività produttive e traffico veicolare), il 2020 è stato caratterizzato da numerosi eventi di trasporto a lunga distanza di polveri minerali dalle regioni desertiche durante il periodo di lockdown (09/03-18/05/2020), da condizioni di stabilità atmosferica intensa e prolungata che si sono verificate

durante i primi mesi dell'anno, e da un utilizzo rafforzato di dispositivi di riscaldamento domestico a biomassa dovuto al prolungato tempo di permanenza delle persone in casa<sup>1</sup>. L'influenza di quest'ultima sorgente di emissione è particolarmente evidente se si considera il dettaglio per zona. Nel 2020, infatti, 8 degli 11 comuni che hanno superato il valore limite di concentrazione media annua del PM<sub>10</sub> appartengono alla Zona Valle del Sacco, un territorio in cui è particolarmente significativo il contributo del riscaldamento a biomassa sulla qualità dell'aria. In merito al superamento del valore limite di concentrazione media annua del PM<sub>10</sub>, non si riscontrano differenze significative tra le aree in superamento e la popolazione esposta dei tre anni considerati. Tuttavia, se si considerano i comuni in cui si è registrato un numero dei superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione di PM<sub>10</sub> maggiore di quello stabilito dalla norma, è evidente che il 2020 emerge come l'anno con area in superamento e popolazione esposta significativamente maggiori rispetto agli altri.

Per quanto riguarda la concentrazione media annua di PM<sub>2,5</sub>, si può osservare una tendenza alla stabilità dei tre parametri considerati, anche se il numero dei Comuni che hanno superato il valore limite nel 2022 è leggermente superiore rispetto agli altri due anni.

Il numero dei Comuni che hanno superato il valore limite di concentrazione media annua dell'NO<sub>2</sub> è rimasto costante negli ultimi anni mostrando una diminuzione delle aree in superamento e, di conseguenza, della popolazione esposta.

In conclusione, si registra nel 2022, rispetto al 2020, un decremento del numero dei Comuni che presentano un superamento dei limiti, della superficie interessata dal superamento e della popolazione esposta

---

<sup>1</sup> (Massimi et al., 2022, *Effects of COVID-19 lockdown on PM10 composition and sources in the Rome Area (Italy) by elements' chemical fractionation-based source apportionment*, Atmospheric Research, 266, 105970; ARPA Lazio, 2021, *L'effetto dell'emergenza COVID 19 sulla qualità dell'aria nel Lazio*).