

**Valutazione della qualità dell'aria - 2015**

**MATRICE DELLE REVISIONI**

<b>Rev.</b>	<b>OGGETTO</b>
0	Prima emissione

**COPIA CONTROLLATA N° : \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_**

**CONSEGNATA A : diffusione libera**

<b>REDAZIONE</b>	<b>VERIFICA</b>	<b>APPROVAZIONE</b>	<b>EMISSIONE</b>
	<i>Resp. Divisione Atmosfera e Impianti</i>	<i>Resp. Divisione Atmosfera e Impianti</i>	<i>Resp. Divisione Atmosfera e Impianti</i>



## INDICE

<b>1.</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Zonizzazione del territorio laziale .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Meteorologia e micrometeorologia .....</b>	<b>9</b>
3.1	Configurazione della rete micrometeorologica.....	10
3.1.1	<i>Intensità e direzione del vento .....</i>	<i>11</i>
3.1.2	<i>Parametri di dispersione dell'atmosfera, <math>u^*</math> e <math>H_0</math> .....</i>	<i>14</i>
<b>4.</b>	<b>Configurazione della rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria nel 2015 .....</b>	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>Standard di qualità dell'aria nel 2015.....</b>	<b>21</b>
5.1	Analisi chimiche su filtro di $PM_{10}$ .....	24
5.1.1	<i>IPA .....</i>	<i>24</i>
5.1.2	<i>Metalli .....</i>	<i>24</i>
5.2	Agglomerato di Roma.....	25
5.3	Zona Valle del Sacco .....	28
5.4	Zona Appenninica.....	30
5.5	Zona Litoranea.....	31
<b>6.</b>	<b>Sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria.....</b>	<b>32</b>
6.1	La catena modellistica .....	32
6.2	Domini di calcolo.....	33
6.3	Trattamento delle emissioni.....	34
6.4	Downscaling e pre-processing meteorologico .....	35
6.5	Modello fotochimico per la dispersione degli inquinanti in atmosfera .....	36
6.6	Integrazione delle misure nel sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria	36
<b>7.</b>	<b>Valutazione della qualità dell'aria del 2015 .....</b>	<b>39</b>
7.1	Distribuzione spaziale della concentrazione di $PM_{10}$ .....	40
7.2	Distribuzione spaziale della concentrazione di $PM_{2.5}$ .....	41
7.3	Distribuzione spaziale della concentrazione di $NO_2$ .....	42
7.4	Distribuzione spaziale della concentrazione di $O_3$ .....	43
7.5	Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene .....	44
7.6	Caratterizzazione comunale derivata dalla valutazione della qualità dell'aria .....	45
7.6.1	<i>Agglomerato di Roma .....</i>	<i>46</i>
7.6.2	<i>Zona Valle del Sacco .....</i>	<i>47</i>
7.6.3	<i>Zona Appenninica .....</i>	<i>50</i>
7.6.4	<i>Zona Litoranea .....</i>	<i>56</i>
	<b>Conclusioni .....</b>	<b>59</b>

## 1. Premessa

La Direttiva Europea 2008/50/CE raccoglie ed 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. 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. Ad oggi, la Direttiva 2008/50 e il D.Lgs.155/2010 disciplinano il controllo, la gestione e la valutazione della qualità dell'aria a livello regionale e nazionale.

Con la nuova direttiva 2008/50/CE e, di riflesso, con la sua attuazione sul territorio nazionale tramite il D. Lgs. 155/2010, il punto di riferimento logico cambia profondamente. In primo luogo la qualità dell'aria, cioè l'insieme delle concentrazioni al suolo di una serie di sostanze inquinanti di nota tossicità (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, Benzene, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, Pb, Metalli, IPA) non è più vista con *un'ottica puntuale*, ma con *un'ottica spaziale*: il riferimento è il territorio e, di fatto, ciò che si deve conoscere è la distribuzione nello spazio e nel tempo 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, quindi, 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 per il particolato, per loro natura non automatizzabili poiché richiedono una successiva analisi chimica in laboratorio;
- ✓ le Misure indicative: misure effettuate 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 è continua e ininterrotta (ad eccezione di problemi strumentali), nel secondo caso è inevitabilmente legata alla durata della campagna di misura che, nell'arco di 1 anno civile, deve essere complessivamente di circa 2 mesi;
- ✓ i Metodi di stima oggettiva: derivanti dall'applicazione di metodi statistici di stima oggettiva con l'obiettivo di stimare (laddove non è 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 costituito dai modelli numerici di trasporto e dispersione degli inquinanti in aria. Finalmente, dopo molti decenni di ricerca ed ingiustificate diffidenze, tali strumenti hanno raggiunto la maturità necessaria per 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 ed 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. Come si nota, a rigore i modelli numerici di dispersione degli inquinanti non richiedono la conoscenza della concentrazione dei vari inquinanti rilevata strumentalmente sul territorio, informazione disponibile dalla rete fissa e dalle misure indicative. Parrebbe, quindi, che l'impiego dei modelli sia inevitabilmente un modo alternativo alle misure per giungere alla valutazione della qualità dell'aria e questa era la principale debolezza dello strumento modellistico e, per converso, la loro forza quando venivano usati per stimare scenari di risanamento o valutazioni di impatto ambientale. Quando i modelli devono essere impiegati nel monitoraggio della qualità dell'aria, è inevitabile che ci debba essere un'interazione biunivoca con le misure, attraverso un meccanismo (inserito nella struttura originaria dei modelli) noto come assimilazione. 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 si unisce all'enorme capacità interpretativa del modello (che per il tipo di inquinanti cui si è interessati non può essere che un modello Euleriano fotochimico) un'elevata realistica quantitativa garantita dalle misure disponibili. La direttiva 2008/50/CE indica chiaramente come l'uso dei modelli sia lo strumento principe per giungere ad una valutazione realistica dello stato di qualità dell'aria (nel senso di 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.

Tali strumenti sono, per loro natura, molto diversi e, aspetto di primaria importanza, ognuno di essi non può e non deve essere considerato come alternativo agli altri. Di fatto raggiungere una corretta integrazione di tali strumenti per la valutazione della qualità dell'aria equivale ad utilizzare appieno e valorizzare l'insieme delle informazioni che quotidianamente vengono prodotte in materia di qualità dell'aria sul territorio regionale.

Come previsto dal D. Lgs. 155/2010, la valutazione della qualità dell'aria è l'elemento propedeutico per l'attuazione delle politiche di intervento ed, eventualmente, delle azioni di risanamento che devono essere attuate dagli Enti competenti.

Secondo il Decreto, le singole Autorità Regionali sono tenute ad effettuare ogni anno la valutazione della qualità dell'aria sui territori di competenza nel rispetto dei requisiti tecnici contenuti nella norma. I risultati della valutazione vengono inviati al Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare 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 155/10, la Regione Lazio ha concluso la procedura di Zonizzazione del territorio regionale, approvata con D.G.R. 217/2012, e avviato il processo di adeguamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, dopo l'approvazione da parte del Ministero dell'Ambiente del relativo progetto a Gennaio 2014. In particolare, 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, per cui si ha il superamento dei limiti imposti dalla norma stessa con l'obiettivo di attuare in modo più capillare sul territorio regionale le politiche di intervento e le azioni di mitigazione predisposte dagli enti competenti.

Pertanto ogni anno la Regione Lazio, con il supporto di ARPA Lazio, provvede ad effettuare la valutazione della qualità dell'aria nel Lazio utilizzando proprio il supporto della modellistica unito ai dati di monitoraggio

	<p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p><b>RT/DAI/16/01</b>  <i>Rev 0 del 06.05.2016</i>  <i>Pagina 6 di 60</i></p>
---	--	--

dell'anno precedente e in base al risultato aggiorna, ove necessario, la pianificazione delle azioni di tutela della qualità dell'aria nelle zone che superano i parametri normativi.

Qui di seguito viene presentata la valutazione annuale, eseguita secondo la classificazione in Zone del territorio regionale. Il documento presenta una sintesi della Zonizzazione e classificazione del territorio, la configurazione attuale della rete di monitoraggio regionale, un riepilogo dei monitoraggi da rete fissa del 2015, i risultati della valutazione modellistica, la disamina dei risultati ottenuti dalla valutazione per ogni inquinante per zona e per comune.

## 2. Zonizzazione del territorio laziale

Il 18 maggio 2012, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 217, è stato approvato il progetto di “Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale ai sensi degli artt. 3, 4 e 8 del d.lgs. 155/2010”, ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente in attuazione dell’art. 3 commi 1 e 2, art. 4 e dei commi 2 e 5 dell’art. 8, del D.lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. Come richiesto dalle Linee Guida del Ministero dell’Ambiente, la procedura di zonizzazione del territorio laziale è stata condotta sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio, uso del suolo, carico emissivo e densità di popolazione. Il territorio regionale risulta così suddiviso in 3 Zone per l’Ozono e 4 Zone per tutti gli altri inquinanti, come riportato in tabella seguente.

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

Tabella 2.1 – Zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti ad esclusione dell’ozono

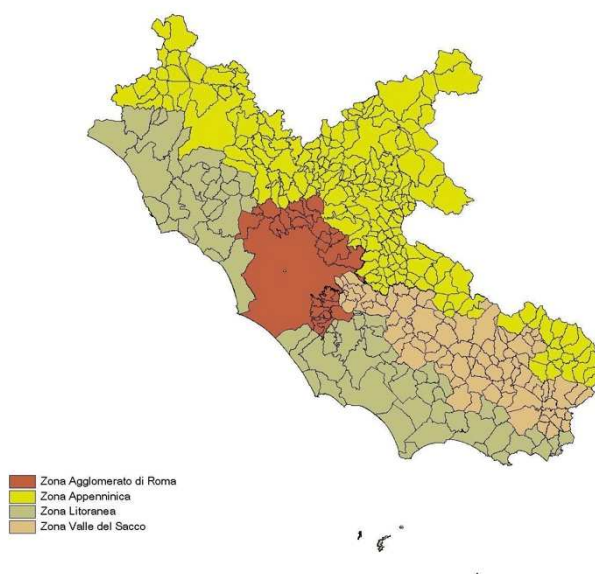


Figura 2.1 - Zone del territorio regionale del Lazio per tutti gli inquinanti ad esclusione dell’ozono.

Relativamente all’ozono, la zona IT214 è di fatto l’accorpamento delle zone Appenninica e Valle del Sacco relative alla

Tabella 2.1.

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

Tabella 2.2 - Zonizzazione del territorio regionale per l'ozono

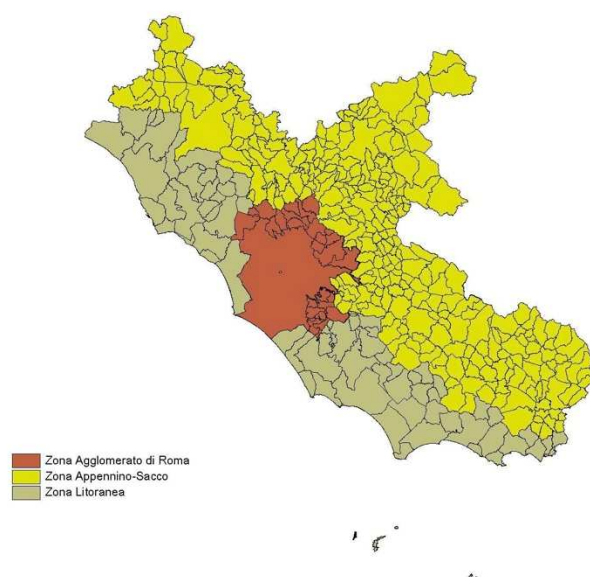


Figura 2.2 – Zone del territorio regionale del Lazio per l’ozono.

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. 155/2010.

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

A seguito della classificazione è poi stato stilato il progetto per la riorganizzazione della rete di monitoraggio, approvato dal Ministero dell’Ambiente nel Gennaio 2014 ed in corso di attuazione.



## 3. Meteorologia e micrometeorologia

Il territorio regionale del 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 Volsini, i Cimini ed i 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 Maremma 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 il loro punto più alto. Trattasi, questa, di una piccola porzione degli Appennini, che corre diagonalmente da Nord a Sud comprendendo i rilievi dei monti Reatini, Sabini, Simbruini ed Ernici.

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 superiore a 1300 km<sup>2</sup>.

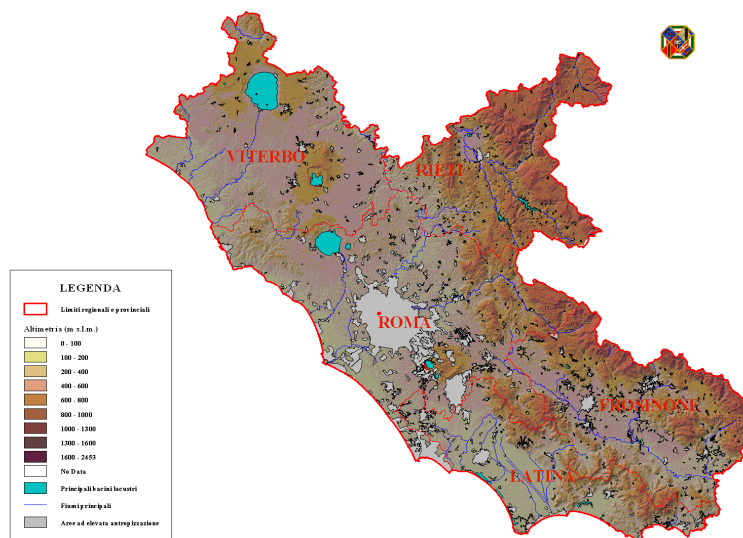


Figura 3.1 – Struttura orografica del territorio laziale.

La complessa struttura orografica influisce notevolmente sulle caratteristiche meteorologiche e micrometeorologiche 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 a partire dalle rilevazioni della rete micrometeorologiche di ARPA Lazio.

## 3.1 Configurazione della rete micrometeorologica

La rete micrometeorologica di ARPA Lazio è costituita da 8 stazioni con dotazione strumentale avanzata dislocate in maniera omogenea sul territorio compatibilmente con le caratteristiche peculiari del territorio.

<i>Zona</i>	<i>Sigla</i>	<i>Località</i>	<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>
IT1215 Agglomerato di Roma	<b>AL001</b>	Roma – CNR TorVergata	41.8417	12.6476
	<b>AL003</b>	Roma – Tenuta del Cavaliere	41.9290	12.6583
	<b>AL004</b>	Roma – Castel di Guido	41.8894	12.2664
	<b>AL007</b>	Roma – Boncompagni	41.9093	12.4965
IT1212 – Valle del Sacco	<b>AL006</b>	Frosinone	41.6471	13.2999
IT1213 – Litoranea	<b>AL002</b>	Latina	41.4850	12.8457
IT1211 - Appenninica	<b>AL005</b>	Rieti	42.4294	12.8191
	<b>AL008</b>	Viterbo	42.4308	12.0625

Tabella 3.1 – Dislocazione delle stazioni della rete micrometeorologica.



Figura 3.2 – Localizzazione delle stazioni della rete micrometeorologica di ARPA Lazio.

Per ogni stazione di misura, di seguito è riportato il comportamento dell'intensità e della direzione del vento con l'obiettivo di evidenziare le principali caratteristiche dinamiche delle masse d'aria al suolo e l'analisi della velocità di frizione ( $u^*$ ) e del flusso di calore sensibile ( $H_0$ ) per evidenziare le caratteristiche turbolente dello strato più basso dell'atmosfera nei siti in esame.

### 3.1.1 Intensità e direzione del vento

Nelle figure successive (3.3a-3-3h) è mostrato l'andamento della direzione e della velocità del vento. Nelle figure a sinistra è riportata la distribuzione oraria delle direzioni del vento per tutto l'anno di misura, mentre nelle figure a destra è riportata la rosa dei venti in funzione dell'intensità misurata per ogni punto di misura.

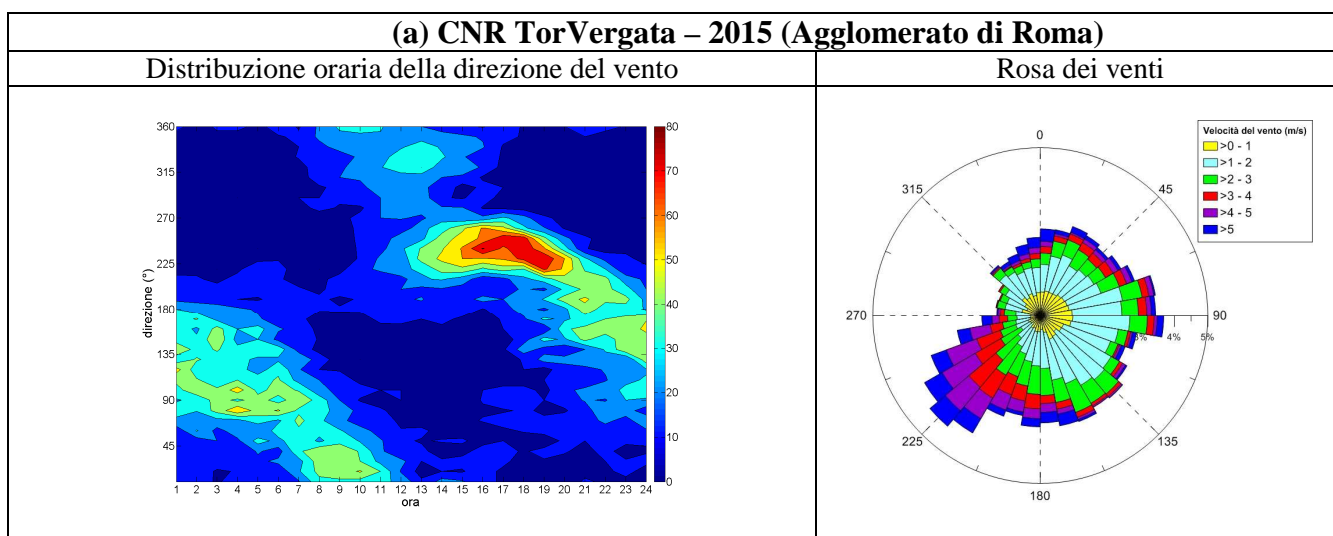


Figura 3.3a – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione CNR – Roma nel 2015.

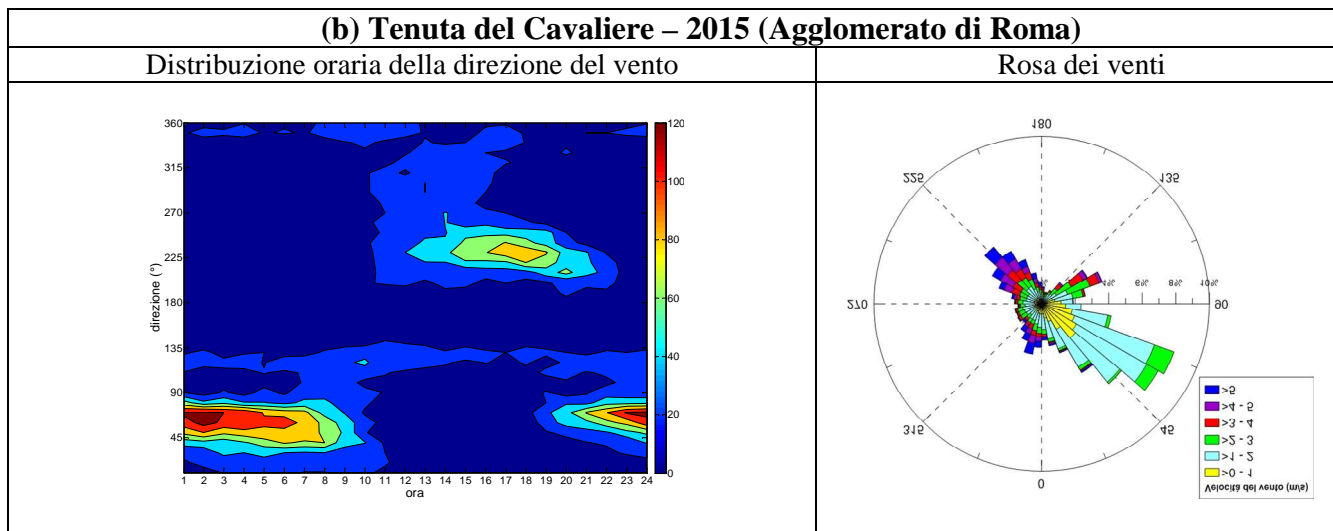
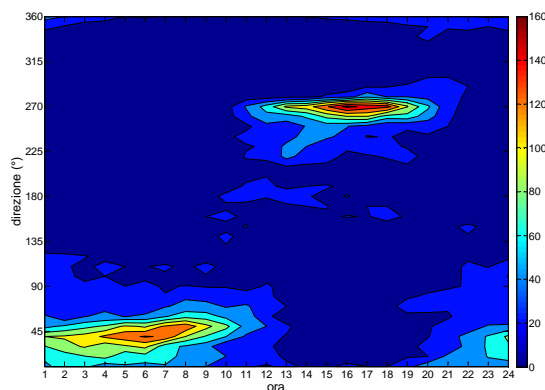


Figura 3.3b – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Tenuta del Cavaliere – Roma nel 2015.

## (c) Castel di Guido – 2015 (Agglomerato di Roma)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

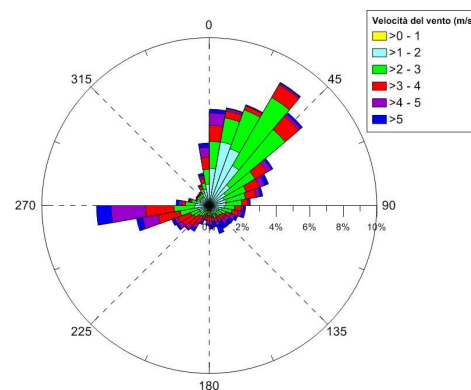
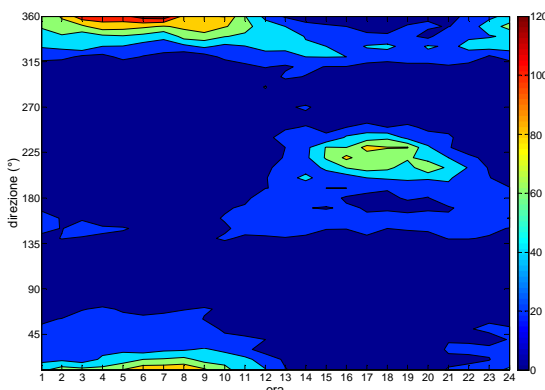


Figura 3.3c – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Castel di Guido – Roma nel 2015.

## (d) Boncompagni – 2015 (Agglomerato di Roma)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

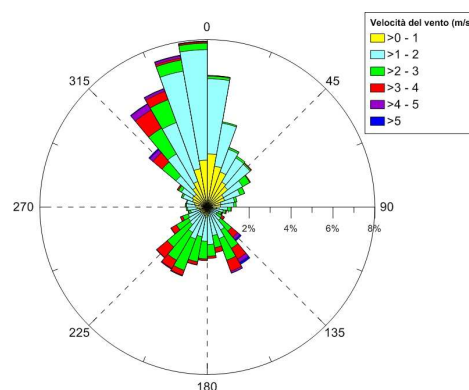
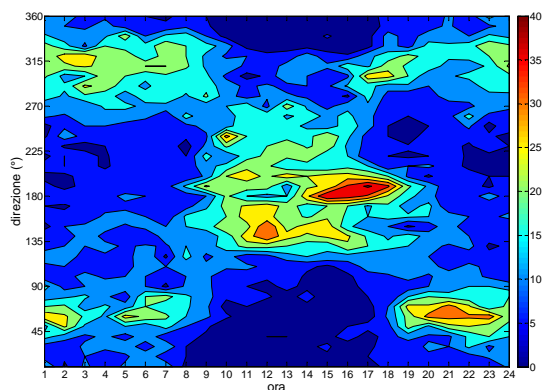


Figura 3.3d – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Boncompagni – Roma nel 2015.

## (e) Frosinone – 2015 (Zona Valle del Sacco)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

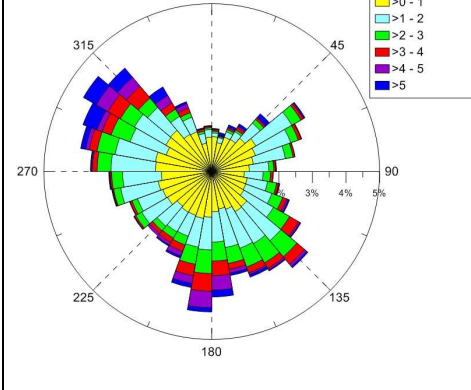
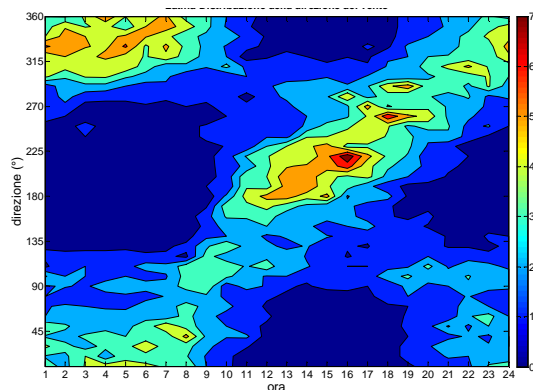


Figura 3.3e – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Frosinone nel 2015.



**(f) Latina – 2015 (Zona Litoranea)**

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

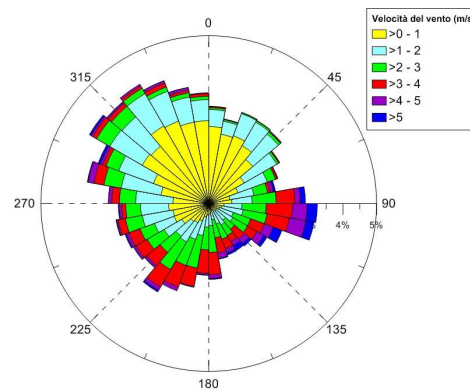
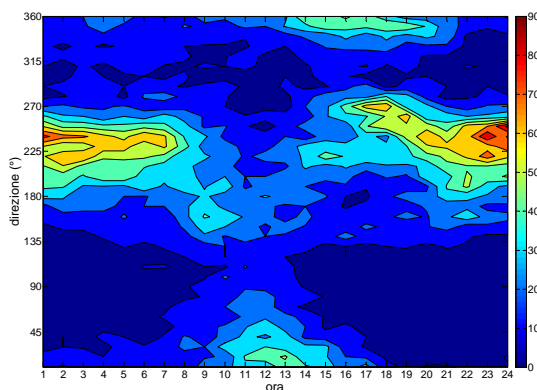


Figura 3.3f – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Latina nel 2015.

**(g) Rieti – 2015 (Zona Appenninica)**

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

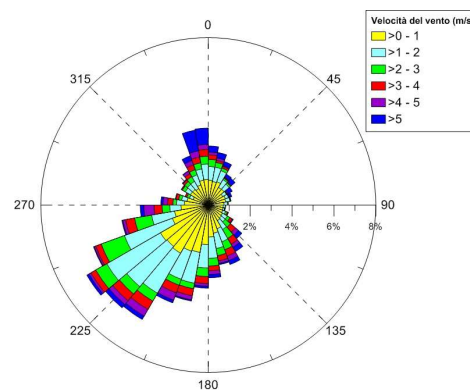
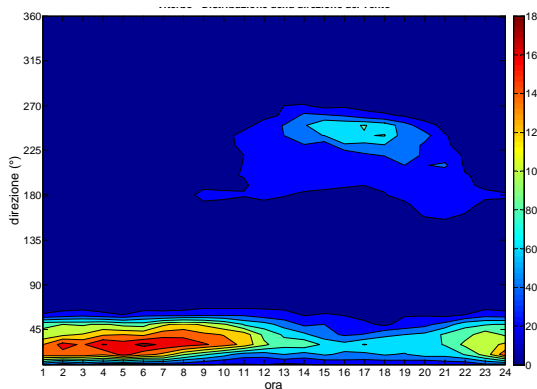


Figura 3.3g – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Rieti nel 2015.

**(h) Viterbo – 2015 (Zona Appenninica)**

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

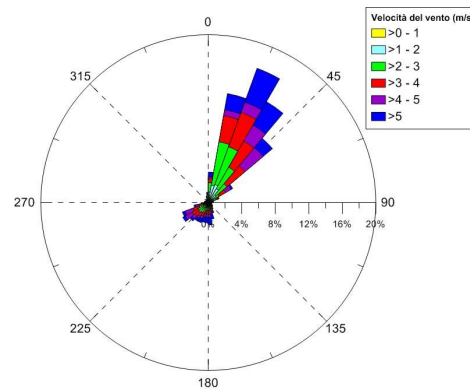


Figura 3.3h – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Viterbo nel 2015.

Analizzando le figure, è immediato osservare come il movimento delle masse d'aria nei pressi del suolo (soprattutto la loro direzione) differisca notevolmente in funzione del contesto orografico in cui sono localizzati i punti di misura.

Nelle stazioni Boncompagni, Guido e CNR-Torvergata si osserva la componente della direzione del vento proveniente da Sud-Ovest tipica delle zone in prossimità delle aree costiere. Tale componente emerge nelle ore centrali delle giornate primaverili-estive quando il regime di brezza marina si instaura nelle ore più calde della giornata con venti relativamente intensi.

Nella Valle del Sacco (Figura 3.3e) le caratteristiche dinamiche delle masse d'aria sono profondamente legate al complesso contesto orografico all'interno del quale si trova il punto di misura. Si osserva una componente del vento lungo la direttrice della vallata, NordOvest-SudEst, con intensità maggiori per venti provenienti da NordOvest. Le componenti della direzione del vento diffuse lungo l'arco Nordest-Est, che si osservano principalmente durante le ore notturne, sono probabilmente dovute all'instaurarsi i venti catabatici dovuti alla presenza dei rilievi montuosi che circondano il punto di misura.

La stazione di Latina, localizzata in un'area completamente aperta, mostra una direzione del vento decisamente diffusa, con la componente proveniente da Ovest dovuta all'instaurarsi del regime di brezza marina.

La direzione del vento rilevata nella stazione di Rieti mostra una componente dominante da SudOvest legata alla conformazione dei rilievi montuosi che circondano la piana reatina.

La stazione di Viterbo (localizzata all'interno dell'Aeroporto Militare) rileva una componente proveniente da Nord-NordEst compatibile con le misure effettuate dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (SMAM).

### 3.1.2 Parametri di dispersione dell'atmosfera, $u_*$ e $H_0$

Di seguito è riportata la distribuzione in frequenza della velocità di frizione ( $u_*$ ) e del flusso di calore sensibile ( $H_0$ ) per evidenziare le caratteristiche dispersive dell'atmosfera. La variabile  $u_*$  rappresenta la turbolenza che si origina per azione meccanica indotta dal movimento delle masse d'aria sul terreno sottostante ed a causa dei gradienti verticale (shear) del vento. La grandezza  $H_0$  invece descrive in maniera compatta la turbolenza derivante dall'immissione in atmosfera dell'energia di origine solare, costituita nelle ore diurne da vortici di grandi dimensioni che occupano l'intero Planetary Boundary Layer. Queste grandezze rappresentano, rispettivamente, la forzante meccanica e termica della turbolenza atmosferica e sono da considerare i parametri fondamentali per descrivere i processi di dispersione delle sostanze inquinanti rilasciati negli strati atmosferici più bassi.

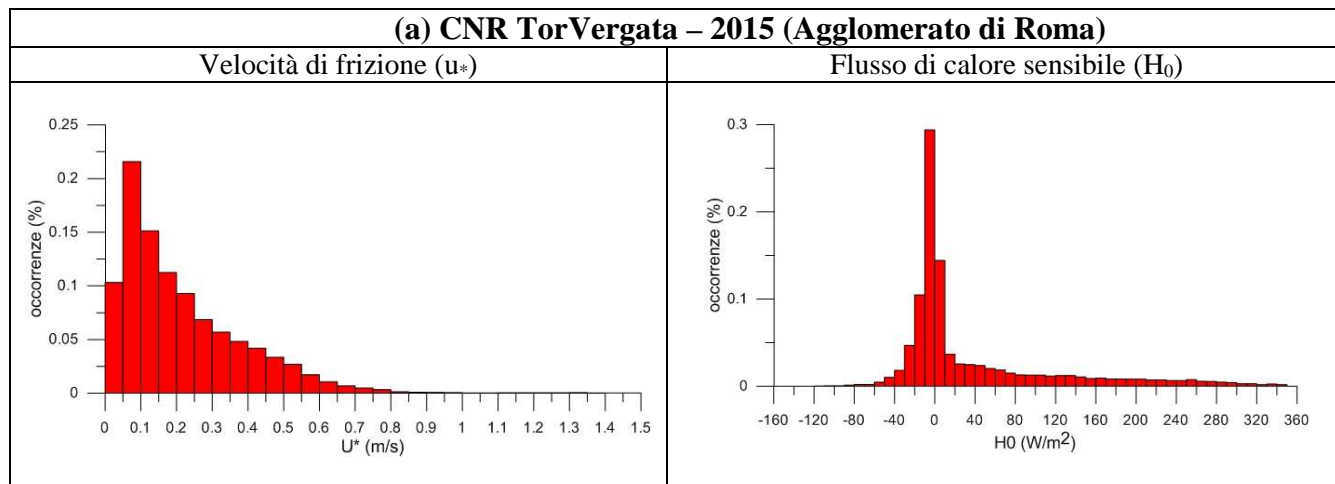


Figura 3.4a –  $u^*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione CNR TorVergata - Roma nel 2015.

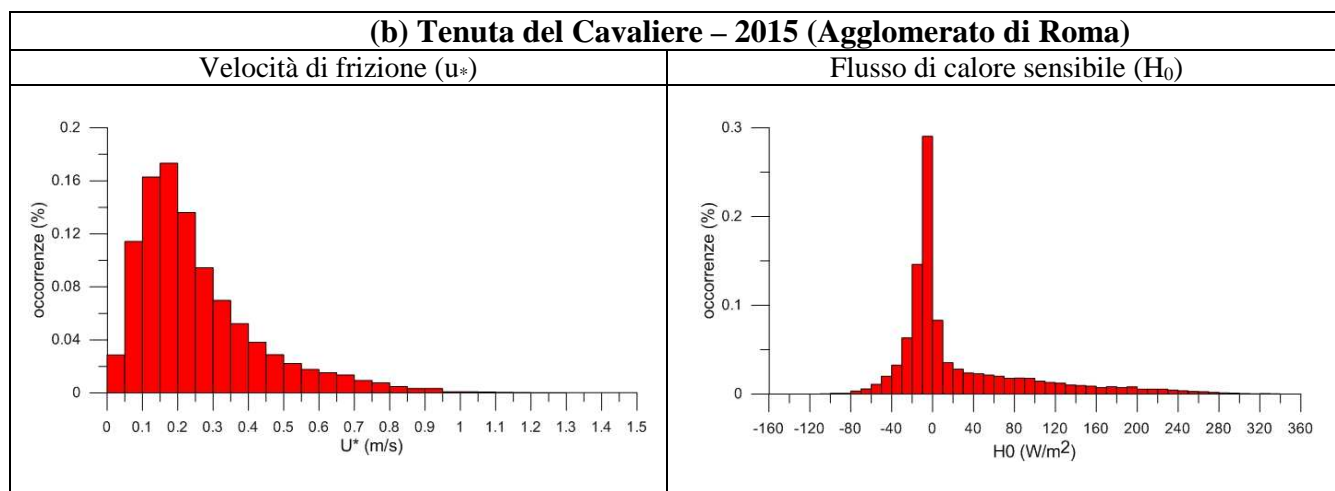


Figura 3.4b –  $u^*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione Tenuta del Cavaliere - Roma nel 2015.

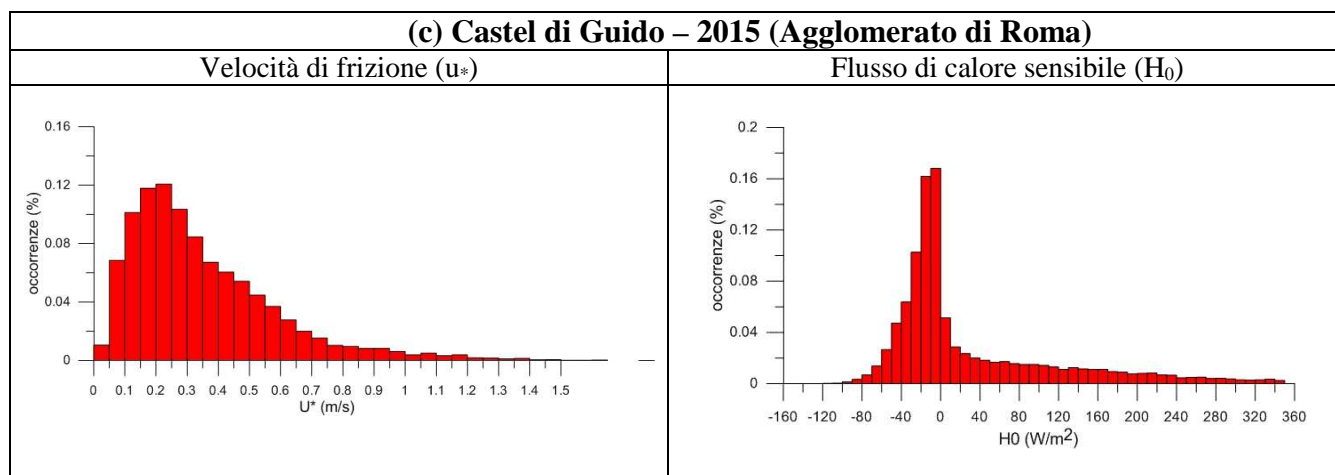
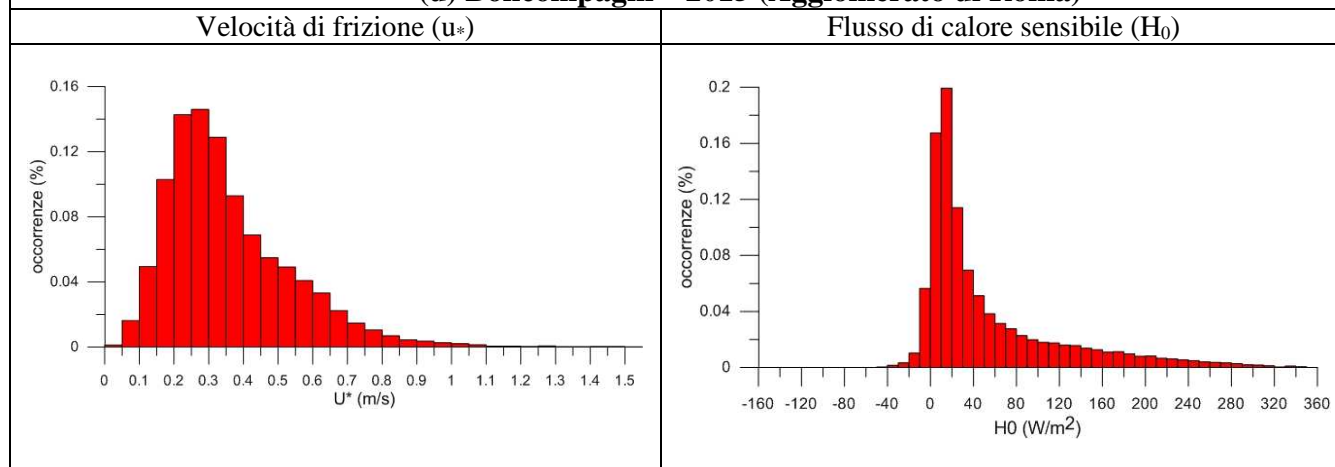
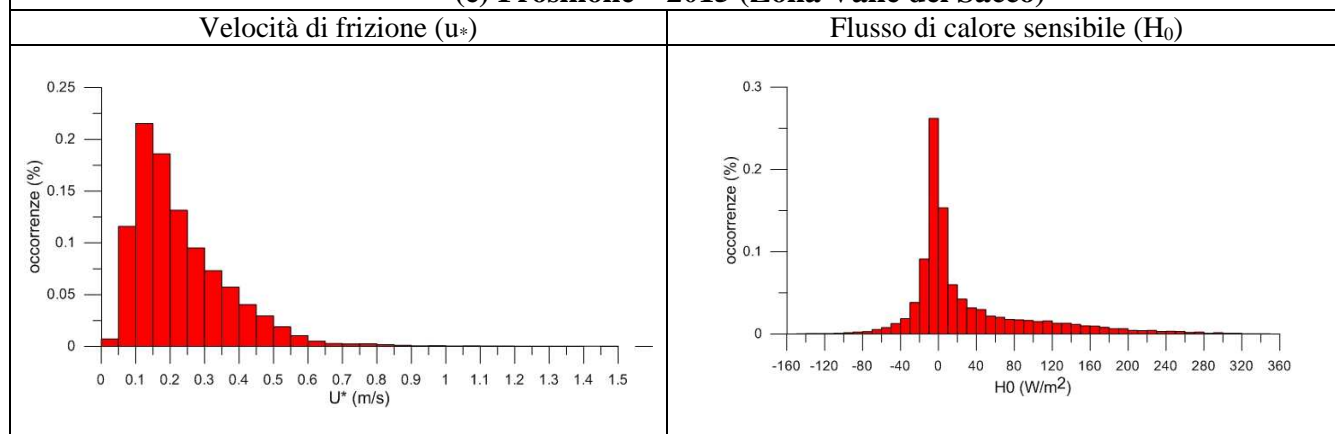
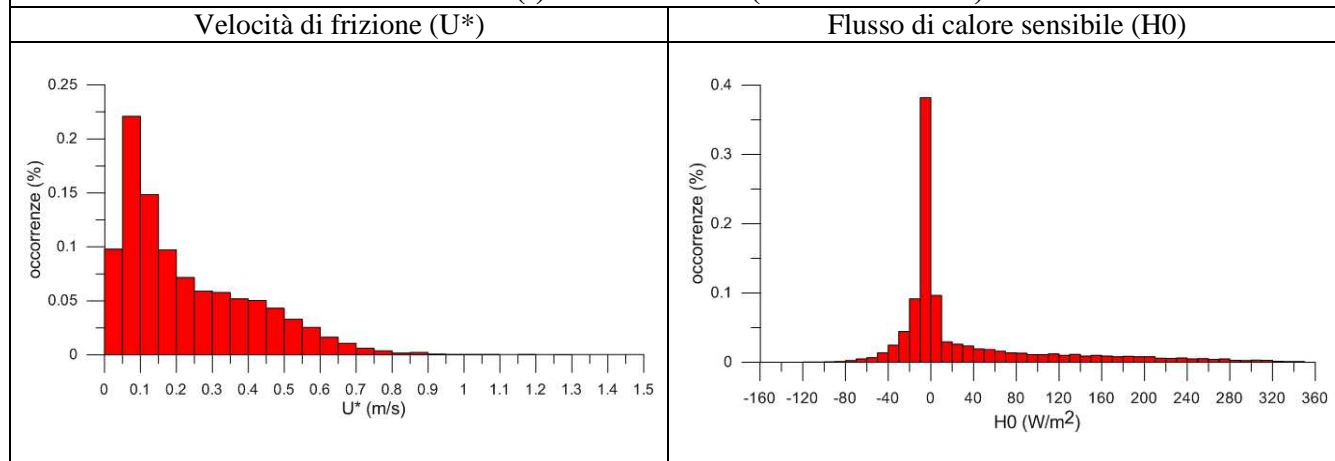


Figura 3.4c –  $u^*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione Castel di Guido - Roma nel 2015.

**(d) Boncompagni – 2015 (Agglomerato di Roma)**

Figura 3.4d –  $u_*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione Boncompagni - Roma nel 2015.

**(e) Frosinone – 2015 (Zona Valle del Sacco)**

Figura 3.4e –  $u_*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione di Frosinone nel 2015.

**(f) Latina – 2015 (Zona Litoranea)**

Figura 3.4f –  $u_*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione di Latina nel 2015.



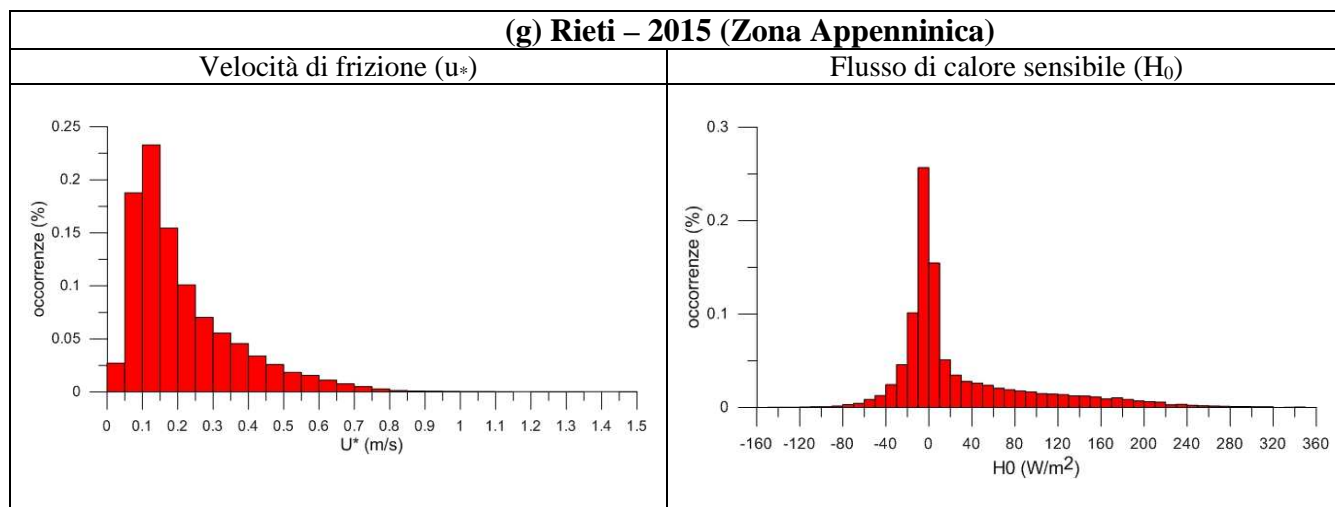


Figura 3.4g –  $u^*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione di Rieti nel 2015.

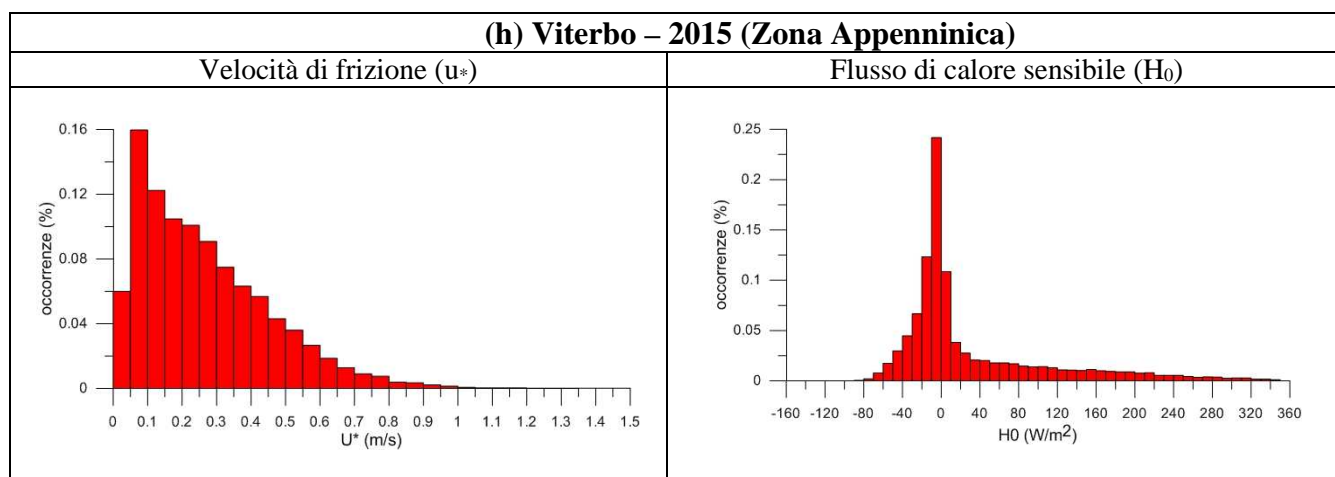


Figura 3.4h –  $u^*$  e  $H_0$  rilevate nella stazione di Viterbo nel 2015.

#### 4. Configurazione della rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria nel 2015

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria regionale nel 2015 è costituita da 39 postazioni chimiche di misura distribuite sul territorio regionale come riportato in Figura 4.1.

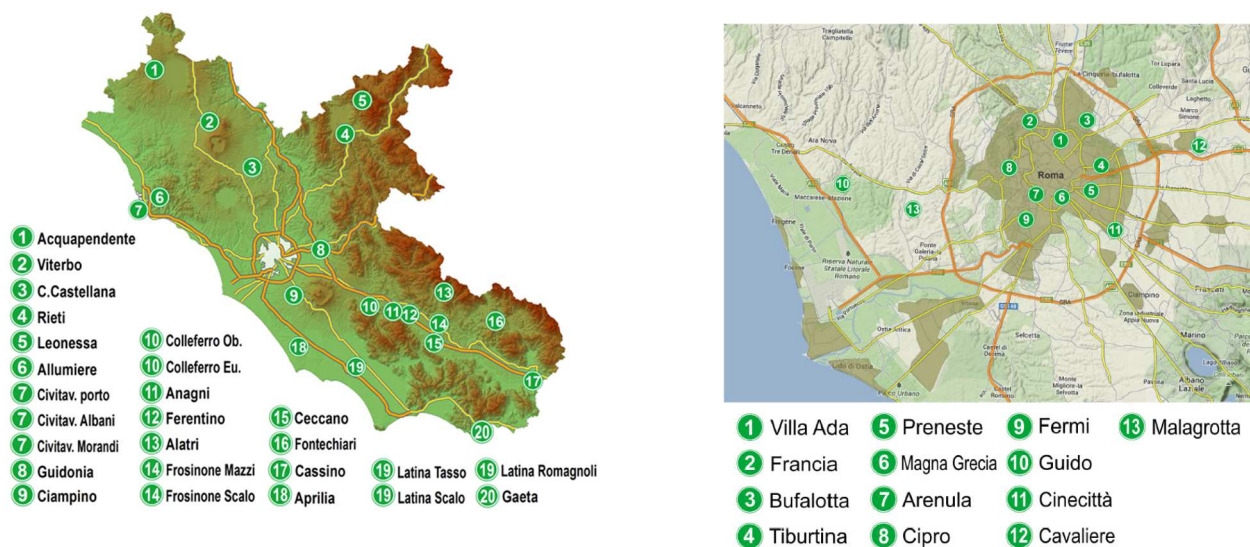


Figura 4.1 – Localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2015.

Nelle tabelle seguenti vengono presentate, per ogni zona in cui il territorio laziale è suddiviso ai fini della valutazione della qualità dell'aria, le centraline chimiche di misura e la loro dotazione strumentale, con l'indicazione del comune in cui si trovano, della tipologia di zona in cui sono posizionate (U-urbana, S- suburbana, R- rurale, I-industriale) e del tipo di inquinamento che monitorano (B- background, T- traffico).

Zona Litoranea												
Comune	Stazione	Tipo	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Metalli
Aprilia	Aprilia	UB	41.60	12.65	X		X					
Latina	Latina Scalo	UT	41.53	12.95	X	X	X					
Latina	LT de Chirico	UT	41.27	12.53	X		X	X	X			
Latina	LT Tasso	UT	41.46	12.91	X		X			X		
Latina	Gaeta Porto	UB	41.22	13.57	X		X			X		
Allumiere	Allumiere	RB	42.16	11.91	X		X			X	X	
Civitavecchia	Civitavecchia	UB	42.09	11.80	X		X	X		X	X	X
Civitavecchia	Villa Albani	UT	42.10	11.80	X		X			X		
Civitavecchia	Via Roma	UT	42.09	11.80			X	X				

Tabella 4.1 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Litoranea

Agglomerato di Roma													
Comune	Stazione	Tipo	Lat.	Long	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Metalli	IPA
Roma	Arenula	UB	41.89	12.48	X	X	X			X			
Roma	Preneste	UB	41.89	12.54	X		X			X			
Roma	C.so Francia	UT	41.95	12.47	X	X	X		X			X	X
Roma	Magna Grecia	UT	41.88	12.51	X		X						
Roma	Cinecittà	UB	41.86	12.57	X	X	X			X		X	X
Guidonia Montecelio	Guidonia	ST	42.00	12.73	X	X	X				X		
Roma	Villa Ada	UB	41.93	12.51	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Roma	Castel di Guido	RB	41.89	12.27	X	X	X			X			
Roma	Tenuta del Cavaliere	SB	41.93	12.66	X	X	X			X			
Ciampino	Ciampino	UT	41.8	12.61	X		X		X			X	X
Roma	Fermi	UT	41.86	12.47	X		X	X	X				
Roma	Bufalotta	UB	41.95	12.53	X		X			X	X		
Roma	Cipro	UB	41.91	12.45	X	X	X			X			
Roma	Tiburtina	UT	41.91	12.55	X		X						
Roma	Malagrotta	SB	41.87	12.35	X	X	X		X	X	X		

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

Zona Valle del Sacco													
Comune	Stazione	Tipo	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Metalli	IPA
Colleferro	Colleferro Oberdan	I, SB	41.73	13.00	X		X	X		X	X		
Colleferro	Colleferro Europa	I, SB	41.73	13.01	X		X					X	X
Alatri	Alatri	UB	41.73	13.34	X		X	X					
Anagni	Anagni	UB	41.75	13.15	X		X						
Cassino	Cassino	UT	41.49	13.83	X	X	X				X		
Ceccano	Ceccano	UT	41.57	13.34	X		X						
Ferentino	Ferentino	UT	41.69	13.25	X		X	X					
Fontechiari	Fontechiari	RB	41.67	13.67	X	X	X			X		X	X
Frosinone	FR Mazzini	UB	41.64	13.35	X	X	X	X		X	X		
Frosinone	Frosinone Scalo	UT	41.62	13.33	X		X	X	X			X	X

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

Zona Appenninica													
Comune	Stazione	Tipo	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	BTX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Metalli	IPA
Leonessa	Leonessa	RB	42.57	12.96	X	X	X			X			
Rieti	Rieti	UT	42.40	12.86	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acquapendente	Acquapendente	RB	42.74	11.88	X	X	X			X			
Civita Castellana	Civita Castellana Petrarca	UB	42.30	12.41	X		X				X		
Viterbo	Viterbo	UT	42.42	12.11	X	X	X	X	X	X	X		

Tabella 4.4 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Appenninica

## 5. Standard di qualità dell'aria nel 2015


In questa sezione vengono riportati gli standard di legge derivati dalle misure, sia continue che discontinue, della rete di monitoraggio di qualità dell'aria regionale.

Il D.lgs. 155/2010 richiede il rispetto di diversi valori limite, sia per la protezione della salute umana che della vegetazione, per ogni inquinante riportati nella Tabella 5.1.

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					

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Margine di tolleranza	Numero superamenti consentiti	Data rispetto limite
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	Da stabilire con successivo decreto	-	-	01/01/2020
<b>Benzene</b>	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2010
<b>CO</b>	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2005
<b>O3</b>	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	2015 (dati 2013-2015)	
	AOT40-Valore obiettivo protezione della vegetazione	Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00	18000 µg/m <sup>3</sup> come media su 5 anni	-	2015 (dati 2011-2015)	
	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>	-	-	
<b>Arsenico</b>	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
<b>Cadmio</b>	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
<b>Nichel</b>	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
<b>Benzo(a)pirene</b>	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
<b>Piombo</b>	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-	-	01/01/2005

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

	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>RT/DAI/16/01</b> Rev 0 del 06.05.2016 Pagina 23 di 60
---	--------------------------	--

In Tabella 5.2 viene riportato un quadro sintetico, per ogni Zona, che riassume la verifica del rispetto dei valori limite per il 2015 secondo il D.lgs. 155/2010.

Zona	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	O <sub>3</sub>	Ben- zene	B(a)P	metalli
Agglomerato di Roma									
Appenninica									
Litoranea									
Valle del Sacco									

Tabella 5.2 - Quadro riassuntivo dei superamenti riscontrati dal monitoraggio da rete fissa nel Lazio per il 2015. In rosso è evidenziato il superamento, in verde i limiti vengono rispettati. Per gli inquinanti con più di 1 valore limite è stato considerato il peggiore per ogni zona.

I superamenti dei valori limite per l'ozono interessano tutte le Zone.

Le aree più critiche si confermano l'Agglomerato di Roma e la Valle del Sacco a causa del maggiore carico emissivo e, per la Zona Valle del Sacco, delle caratteristiche morfologiche del territorio che non favoriscono la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

In Tabella 5.3 si riporta l'andamento dei parametri di legge rispetto all'anno 2014. L'indicazione è da intendersi sull'andamento di massima poiché si riscontrano alcune stazioni con comportamenti discordi dalla maggioranza. Nei paragrafi successivi vengono riportati i dati per ogni singola stazione della rete di monitoraggio di qualità dell'aria.

Inquinanti	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>		PM10		PM2.5	CO	O <sub>3</sub>	Ben- zene
zone\medie	oraria e giornaliera	oraria	annua	giornaliera	annua	annua	Max mobile su 8 ore	Valore obiettivo	annua
● stesso tenore del 2014, ▲ maggiore rispetto al 2014, ▼ minore rispetto al 2014									
agglomerato Roma	●	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲
appenninica	●	▼	▲	▼	▲	▲	●	▲	▲
litoranea	●	▼	▲	▲	▲	▲	●	▲	▲
Valle del Sacco	●	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	▼

Tabella 5.3 Andamenti dei parametri di legge 2014 per gli inquinanti rispetto al 2013.

Il confronto con la situazione nel 2014 evidenzia un peggioramento per la qualità dell'aria nel 2015. Le medie annue, ad eccezione del benzene nella Valle del Sacco sono in aumento. Il numero di superamenti dei valori limite sulle medie di breve periodo sono aumentati di sole poche unità per l'NO<sub>2</sub> e considerevolmente per il PM<sub>10</sub>.

## 5.1 Analisi chimiche su filtro di PM<sub>10</sub>

La normativa sulla qualità dell'aria prevede la misura di IPA e metalli da determinazioni su particolato campionato in alcune postazioni rappresentative della rete di misura. Si riportano di seguito i dati campionati per il 2015 nelle stazioni della provincia di Rieti, Roma e Frosinone.

### 5.1.1 IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A) sono composti organici con due o più anelli aromatici fusi, formati da carbonio e idrogeno. Dei diversi IPA di rilevanza tossicologica presenti in aria ambiente, la normativa nazionale di riferimento vigente (D.Lgs. 152/2007 e D.Lgs. 155/2010) prevede un valore limite per il solo benzo(a)pirene, per il quale viene individuato un valore obiettivo riferito al tenore totale dell'inquinante presente nella frazione di particolato PM<sub>10</sub>, calcolato come media su anno civile e pari ad 1 ng/m<sup>3</sup>.

Nella Tabella 5.4 i valori misurati per il 2015.

<b>B(a)P 2015</b>		
<b>Stazione</b>	<b>media annua (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>numero di campioni</b>
Cinecittà	0.73	60
Francia	0.70	65
Villa Ada	0.52	86
Colleferro Europa	1.17	73
Guidonia	0.69	44
Civitavecchia	0.19	60
Ciampino	0.91	50
Frosinone Scalo	3.08	168
Fontechiari	0.60	159
Rieti	0.21	21
Leonessa	0.33	60

Tabella 5.4 - Media annua Benzo(a)Pirene nel 2015

Per il benzo(a)pirene le criticità si riscontrano in Valle del Sacco dove il limite normativo viene superato sia nella stazione di Frosinone Scalo, con 3.08 ng/m<sup>3</sup>, sia in quella di Colleferro Europa con 1.17 ng/m<sup>3</sup>.

### 5.1.2 Metalli

Tra i microinquinanti, oltre al B(a)P per gli IPA, il D.Lgs.155/2010 prevede un limite normativo espresso come media annuale per i seguenti metalli: Nichel, Cadmio, Arsenico, Piombo.

La norma vigente indica per arsenico, cadmio e nichel i valori obiettivo rispettivamente di 6 ng/m<sup>3</sup>, di 5 ng/m<sup>3</sup> e di 20 ng/m<sup>3</sup> e per il piombo il valore limite di 0.5 µg/m<sup>3</sup>, come media su un anno civile.



Di seguito i valori ottenuti dal campionamento 2015.

Metalli - media annua 2015						
Metallo		As (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (µg/m)	numero di campioni
Valore limite		6	20	5	0.5	
Stazione	Cinecittà	0.40	2.55	0.23	0.009	59
	Francia	0.46	3.04	0.17	0.007	60
	Villa Ada	0.33	2.30	0.19	0.008	75
	Colleferro Europa	0.39	1.66	0.23	0.008	58
	Civitavecchia	0.40	2.25	0.12	0.005	60
	Guidonia	0.31	2.22	0.13	0.005	26
	Ciampino	0.33	2.26	0.17	0.007	30
	Frosinone scalo	0.76	2.67	0.25	0.006	172
	Fontechiari	0.47	1.01	0.12	0.002	168
	Rieti	1.21	3.88	0.21	-	21
	Leonessa	1.92	3.86	0.33	-	69

Tabella 5.5 Media annua 2015 Metalli

Come si vede, le concentrazioni medie annue ottenute nelle varie postazioni di misura risultano sempre inferiori ai valori limite.

Nei paragrafi successivi vengono riportati gli standard di legge, calcolati per la verifica del rispetto dei limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010, per tutte le stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria per il 2015.

## 5.2 Agglomerato di Roma

Dai valori delle concentrazioni monitorate nell'Agglomerato di Roma per il 2015, riportati nelle tabelle successive, emerge come nel territorio comunale la criticità principale è l'accumulo di NO<sub>2</sub>. Le concentrazioni annue salgono rispetto a quelle riscontrate nel 2014, in più della metà delle stazioni dell'agglomerato la concentrazione è superiore al valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>. Nel contesto cittadino solo Villa Ada, Malagrotta e Ciampino hanno concentrazioni annue inferiori al limite di rilevanza. Le stazioni di Castel di Guido, Tenuta del Cavaliere e Guidonia, fuori dal G.R.A., registrano i valori di concentrazione più bassi rispetto a quelli rilevati all'interno dell'area metropolitana di Roma, mentre nelle stazioni di Corso Francia, Largo Magna Grecia e Fermi la concentrazione media annua supera i 60 µg/m<sup>3</sup>.

Il numero di superamenti orari del valore limite di 200 µg/m<sup>3</sup> non è mai oltre la soglia massima consentita (18 volte l'anno). Sporadici episodi di inquinamento acuto da NO<sub>2</sub> sono stati registrati nelle stazioni Tiburtina, Fermi e Cinecittà.

Relativamente al PM<sub>10</sub> si registrano superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> superiore al massimo consentito (35 in un anno civile) nelle stazioni di Cinecittà, Preneste, Tiburtina, Francia, Ciampino, Largo Magna Grecia e Cipro. Non viene invece superato il valore limite per la concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> in nessuna stazione all'interno dell'Agglomerato di Roma.

Riguardo l'O<sub>3</sub> nelle stazioni di Villa Ada, Tenuta del Cavaliere, Castel di Guido, Malagrotta e Preneste sono state superati sia i 18000 µg/m<sup>3</sup> per l'AOT40 sia le 25 volte/anno di superamento dei 120 µg/m<sup>3</sup> come massimo della media su 8 ore nell'arco di un anno civile. Oltre a questo, come previsto dalla normativa vigente, gli standard di legge per l'ozono sono stimati anche su medie pluriennali: 5 anni per la salute umana e 3 per la protezione della vegetazione. In questo caso, nell'agglomerato di Roma, le stazioni di Villa Ada, Tenuta del Cavaliere, Cinecittà, Malagrotta e di Preneste non rispettano il limite previsto per l'AOT40 mentre le sole stazioni di Cinecittà e Preneste non rispettano anche il numero massimo di superamenti sulle 8 ore in media massima.

Per gli altri inquinanti monitorati i valori misurati risultano inferiori ai limiti fissati per la tutela della salute umana.

AGGLOMERATO DI ROMA															
COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
			Media annua Valore Limite 40 (µg/mc)	Numero di superamenti valore li- mite giornaliero 50 µg/mc max 35 anno	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 200 µg/m³.	media annua (µg/m3)	numero di superamenti valore li- mite giornaliero di 125 µg/m3	numero di superamenti valore li- mite orario di 350 µg/m3	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	AOT40 µg/m3*h (*)	numero di superamenti max media mob. su 8 ore (**)	numero di superamenti orari di 180 µg/m3	numero di superamenti orari di 240 µg/m3
Roma	Villa Ada	UB	26	27	16	31	0	0.9	0	0	0	19351	24	12	0
Roma	Arenula	UB	29	33	17	49	1	-	-	-	-	11354	8	1	0
Roma	Bufalotta	UB	29	32	-	41	0	-	0	0	-	13426	13	0	0
Roma	Tenuta del Cavaliere	SB	27	22	18	27	0	-	-	-	-	18008	23	25	0
Ciampino	Ciampino	UT	32	43	-	39	0	1.5	-	-	-	-	-	-	-
Roma	Cinecittà	UB	35	65	22	40	4	-	-	-	-	19183	29	7	0
Roma	Cipro	UB	28	36	17	46	0	-	-	-	-	9388	2	0	0
Roma	Fermi	UT	31	31	-	64	7	2.4	-	-	0	-	-	-	-
Roma	C.so Francia	UT	32	43	21	61	1	2.7	-	-	-	-	-	-	-
Roma	L.go Magna Grecia	UT	31	41	-	65	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Roma	Castel di Guido	RB	22	0	15	14	0	-	-	-	-	16316	22	2	0
Guidonia Montecelio	Guidonia	ST	28	26	18	26	0	-	0	0	-	-	-	-	-
Roma	Malagrotta	SB	24	18	17	22	0	0.9	0	0	-	22017	24	1	0
Roma	Preneste	UB	33	57	-	44	0	-	-	-	-	21912	30	10	0
Roma	Tiburtina	UT	34	54	-	53	8	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) –calcolato come media su 5 anni

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

Tabella 5.6 – Standard di legge del 2015 per le stazioni localizzate all'interno dell'Agglomerato di Roma

	<p style="text-align: center;"><b>TECNICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE</b></p>	<p><b>RT/DAI/16/01</b></p> <p><i>Rev 0 del 06.05.2016</i></p> <p><i>Pagina 28 di 60</i></p>
---	---	---

### 5.3 Zona Valle del Sacco

Le stazioni localizzate nella Zona della Valle del Sacco registrano nel 2015 superamenti dei valori limite per gli inquinanti PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>.

E' il PM<sub>10</sub> la maggior criticità della zona, sia per la media annua che risulta superiore al valore limite consentito di 40 µg/m<sup>3</sup> nelle stazioni di Frosinone Scalo e Ceccano; sia per i superamenti giornalieri che sono in numero inferiore ai 35 consentiti solo nelle stazioni di Fontechiari e Anagni, arrivando invece nelle stazioni di Ceccano e Frosinone Scalo a, rispettivamente, 121 e 115 superamenti di 50 µg/m<sup>3</sup>.

Per l'NO<sub>2</sub> il numero di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> rimane inferiore al massimo consentito (18 in un anno civile) mentre la concentrazione media annua è superiore al valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di Frosinone Scalo (43 µg/m<sup>3</sup>).

Il limite di 120 µg/m<sup>3</sup> per la concentrazione di O<sub>3</sub>, calcolato come media su 3 anni rispetto al valore massimo della media mobile su 8 ore, viene superato per più di 25 volte nelle stazioni di Frosinone Mazzini e Fontechiari. Nelle medesime stazioni l'AOT40 per la protezione della vegetazione risulta superiore al limite di 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h come media di 5 anni.

Per gli altri inquinanti monitorati i valori misurati risultano inferiori ai limiti fissati per la tutela della salute umana.

ZONA VALLE DEL SACCO															
COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
			media annua (µg/m3)	numero di supera- menti di 50 µg/m³	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di supera- menti di 200 µg/m³.	media annua (µg/m3)	numero di supera- menti valore limite giornaliero	numero di supera- menti valore limite orario	numero di supera- menti max media mob. su 8 ore	AOT40 µg/m3*h (*)	numero di supera- menti max media mob. su 8 ore (**)	numero di supera- menti orari di 180 µg/m3	numero di supera- menti orari di 240 µg/m3
Colleferro	Colleferro Oberdan	I, SB	30	38	-	29	0	-	0	0	0	15093	13	0	0
Colleferro	Colleferro Europa	I, SB	34	60	-	30	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Alatri	Alatri	UB	30	57	-	39	4	-	-	-	0	-	-	-	-
Anagni	Anagni	UB	30	28	-	28	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cassino	Cassino	UT	40	70	27	40	0	-	0	0	-	-	-	-	-
Ceccano	Ceccano	UT	47	121	-	34	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferentino	Ferentino	UT	29	42	-	30	0	-	-	-	0	-	-	-	-
Fontechiari	Fontechiari	RB	18	3	15	6	0	-	-	-	-	33516	61	3	0
Frosinone	Frosinone Mazzini	UB	33	59	26	29	0	-	0	0	0	20714	31	0	0
Frosinone	Frosinone Scalo	UT	50	115	-	43	0	2.6	-	-	0	-	-	-	-

(\*) –calcolato come media su 5 anni

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

Tabella 5.7 - Standard di legge del 2015 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Valle del Sacco

### 5.4 Zona Appenninica

Le uniche criticità riscontrate nel 2015 nella Zona Appenninica sono relative all'ozono che supera i valori limite obiettivo previsti per la protezione della salute umana e della vegetazione in tutte le stazioni.

ZONA APPENNINICA															
COMUNE	NOME	TIP O	PM10		PM2.5	NO2		BEN- ZENE	SO2		CO	O3			
			media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 50 µg/m³	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 200 µg/m³.	media annua (µg/m3)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m3	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m3	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	AOT40 µg/m3*h (*)	numero di superamenti max media mob. su 8 ore (**)	numero di superamenti orari di 180 µg/m3	numero di superamenti orari di 240 µg/m3
Leonessa	Leonessa	RB	13	0	10	6	0	-	-	-	-	24953	26	0	0
Rieti	Rieti	UT	22	11	17	24	0	1.3	0	0	0	18772	22	0	0
Civita Castel- lana	Civita Castellana Pe- trarca	UB	22	19	-	12	0	-	0	0	-	-	-	-	-
Viterbo	Viterbo	UT	20	0	12	26	0	1.4	0	0	0	8943	1	0	0
Acquapendente	Acquapendente	RB	15	0	10	6	0	-	-	-	-	20287	16	0	0

(\*) –calcolato come media su 5 anni

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

Tabella 5.8 – Standard di legge del 2015 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Appenninica

### 5.5 Zona Litoranea

Relativamente alla Zona Litoranea, nel 2015 l'unica criticità è costituita dall'ozono. Infatti il valore per l'AOT40 e il numero massimo di superamenti del valore di 120 µg/m<sup>3</sup> sono superati nelle stazioni di Allumiere e di Gaeta Porto.

ZONA LITORANEA															
COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
			media annua (µg/m3)	numero di supera- menti di 50 µg/m³	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di supera- menti di 200 µg/m³	media annua (µg/m3)	numero di supera- menti valore limite giornaliero µg/m³	numero di supera- menti valore limite orario µg/m³	numero di supera- menti max media mob. su 8 ore	AOT40 µg/m3*h (*)	numero di supera- menti max media mob. su 8 ore (**)	numero di supera- menti orari di 180 µg/m3	numero di supera- menti orari di 240 µg/m3
Aprilia	Aprilia	UB	21	5	-	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Latina	LT De Chirico	UT	28	31	-	28	0	1.1	-	-	0	-	-	-	-
Latina	LT Scalo	UT	25	15	16	30	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Latina	LT Tasso	UT	25	25	-	29	0	-	-	-	-	16212	4	0	0
Gaeta	Gaeta Porto	UB	25	14	-	26	1	-	0	0	-	16171	19	0	0
Allumiere	Allumiere	RB	10	0	-	9	0	-	0	0	-	25150	52	0	0
Civitavecchia	Civitavecchia	UB	20	0	-	22	0	-	0	0	0	9904	2	0	0
Civitavecchia	Villa Albani	UT	23	4	-	30	0	-	-	-	-	10146	7	0	0
Civitavecchia	Via Roma	UT	-	-	-	37	0	-	-	-	0	-	-	-	-

(\*) –calcolato come media su 5 anni

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

Tabella 5.9 - Standard di legge del 2015 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Litoranea

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

Da diversi anni è operativa in continuo presso il Centro Regionale della Qualità dell'Aria (CRQA) di ARPA Lazio il sistema modellistico per determinare la distribuzione spaziale e temporale delle concentrazioni degli inquinanti previsti dal D.lgs. 155/2010. Il sistema, sviluppato da ARIANET S.r.l., viene utilizzato in modalità sia previsionale e ricostruttiva. In particolare si ha che:

- ✓ *Previsioni di inquinamento atmosferico*: quotidianamente il CRQA mette a disposizione sul sito internet dell'Agenzia (nella sezione "Previsioni" del seguente link <http://www.arpalazio.net/main/aria/sci/>) le previsioni fino a 120 ore (5 giorni) della distribuzione spaziale della concentrazione dei principali inquinanti sul territorio regionale, con attenzione particolare in alcune aree, quella metropolitana di Roma e la Valle del Sacco, poiché più critiche per la qualità dell'aria, quella di Civitavecchia, per la concentrazione di sorgenti. L'obiettivo è fornire, in un punto accessibile a tutti, tutte le possibili informazioni agli enti competenti per l'attuazione di eventuali azioni a tutela della salute umana necessarie nel caso di eventi acuti di inquinamento atmosferico previsti.
- ✓ *Ricostruzioni Near-Real Time*: è la ricostruzione della concentrazione degli inquinanti in tempo quasi-reale. La ricostruzione NRT avviene mediante l'acquisizione, con un ritardo temporale massimo di 3 ore, delle misure di concentrazione della rete di monitoraggio di qualità dell'aria ed integrando tali misure 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 la 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 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 sarà utilizzato per la valutazione della qualità dell'aria per il 2015 ovvero per verificare il rispetto dei limiti di legge attraverso la ricostruzione degli andamenti dei parametri fissati dalla normativa per i principali inquinanti.

Qui di seguito viene presentata una descrizione del sistema modellistico e, a seguire, i dettagli dell'analisi effettuata per il 2015.

### 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.

- Modello meteorologico prognostico RAMS per il downscaling delle previsioni meteorologiche dalla scala sinottica (previsioni realizzate dalla US-NOAA) alla scala locale per tutti i domini di simulazione con l'eccezione dell'area di Civitavecchia per cui viene utilizzato il modello WRF.
- Modulo di interfaccia per l'adattamento dei campi meteorologici prodotti da RAMS ai domini di calcolo innestati 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 CORINAIR (APAT) e dal modello di traffico ATAC per l'area urbana di Roma;



- Modello Euleriano per la dispersione e le reazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera (codice FARM);
- Modulo di post-processing per il calcolo dei parametri necessari alla verifica del rispetto dei limiti di legge (medie giornaliere, medie su 8 ore).

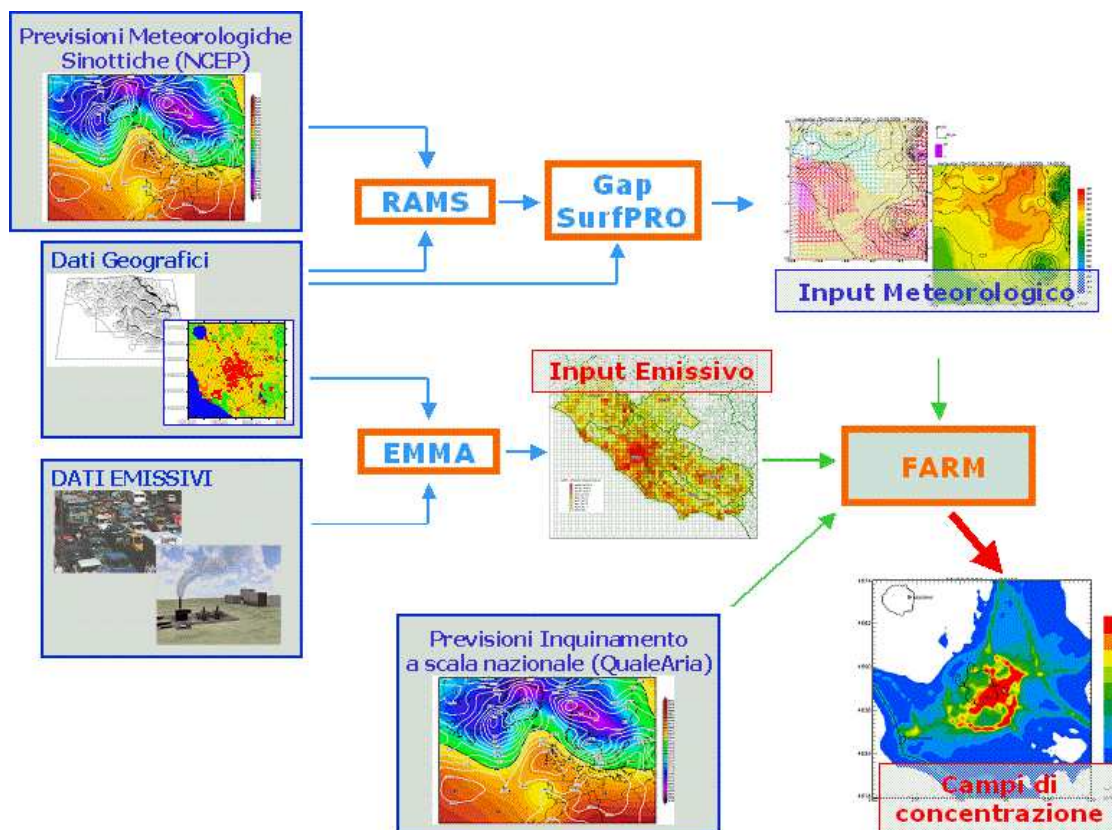


Figura 6.1 - Schema del sistema modellistico

## 6.2 Domini di calcolo

Il sistema modellistico è applicato simultaneamente alla regione Lazio e a tre porzioni del territorio con una maggiore risoluzione spaziale: l'area metropolitana di Roma, l'intera Valle del Sacco e, dal 2015, l'intorno di Civitavecchia, comprendente la costa da Sant' Agostino a Santa Marinella circa. La tecnica di nesting dei domini di calcolo permette così di descrivere gli effetti delle sorgenti esterne all'area di interesse e i processi dominati da scale spaziali più grandi della scala urbana, come lo smog fotochimico.

Area	Dominio	risoluzione
Regione Lazio	240 x 200 km <sup>2</sup>	4km x 4km
Area di Roma	60 x 60 km <sup>2</sup>	1km x 1km
Valle del Sacco	116 x 70 km <sup>2</sup>	1km x 1km
Civitavecchia	24 x 24 km <sup>2</sup>	1km x 1km

Tabella 6.1 – caratteristiche spaziali dei domini di simulazione

Mentre per l'intera regione la risoluzione è di 4 km, per l'area metropolitana di Roma, per la zona della Valle del Sacco e per Civitavecchia la risoluzione spaziale considerata è di 1 km e permette la descrizione delle principali caratteristiche del territorio e delle aree urbanizzate, senza entrare nella scala di influenza dei canyon stradali.

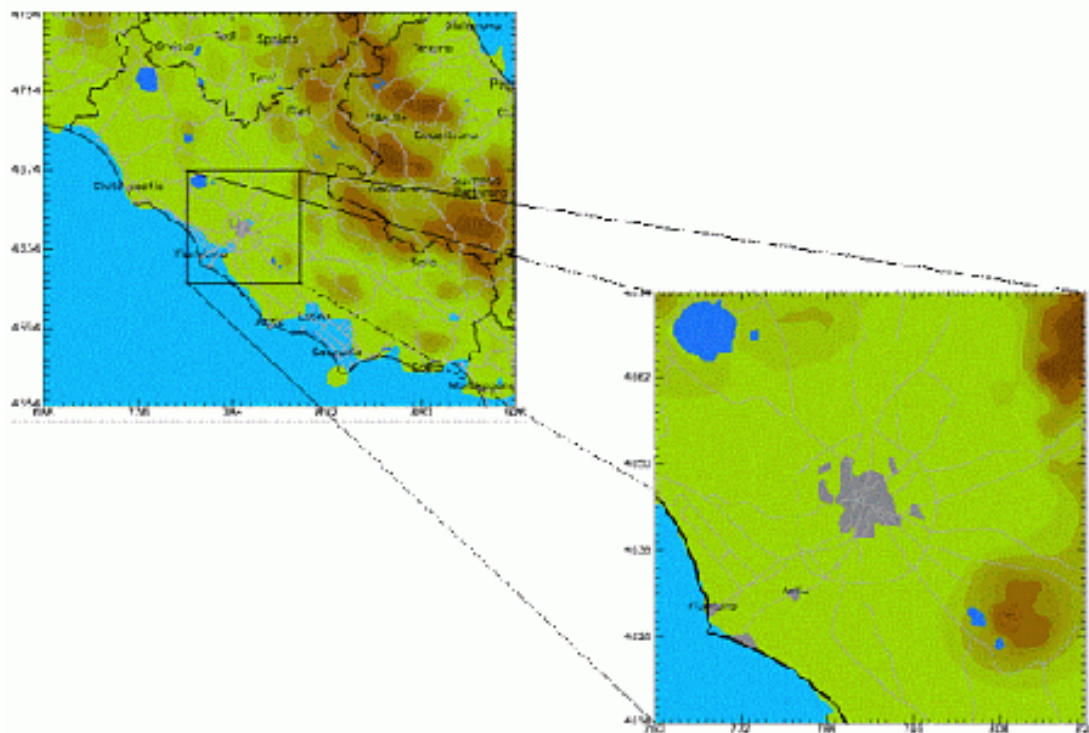


Figura 6.2 – Esempio dei domini di calcolo del sistema modellistico (Lazio a sinistra e Roma a destra)

## 6.3 Trattamento delle emissioni

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 come informazioni di supporto la cartografia numerica regionale.

La preparazione dei file emissivi da usare come input al codice FARM è stata realizzata a partire da fonti differenti di dati:

- ISPRA 2005: emissioni diffuse di tutti i settori eccezion fatta per tutti i tratti autostradali e per le emissioni urbane ed extraurbane del comune di Roma;
- Censimento ARPA Lazio: emissioni da sorgenti puntuali;
- Stime di traffico fornite da ATAC Roma, sulla rete primaria di Roma;
- Dati AISCAT per le emissioni autostradale sull'intero dominio.

A titolo di esempio in figura sono illustrate le emissioni totali annue di NO<sub>x</sub> delle sorgenti diffuse su base comunale, delle sorgenti puntuali, ed una rappresentazione dei flussi totali di veicoli sulla rete stradale di Roma alle ore 08:00.

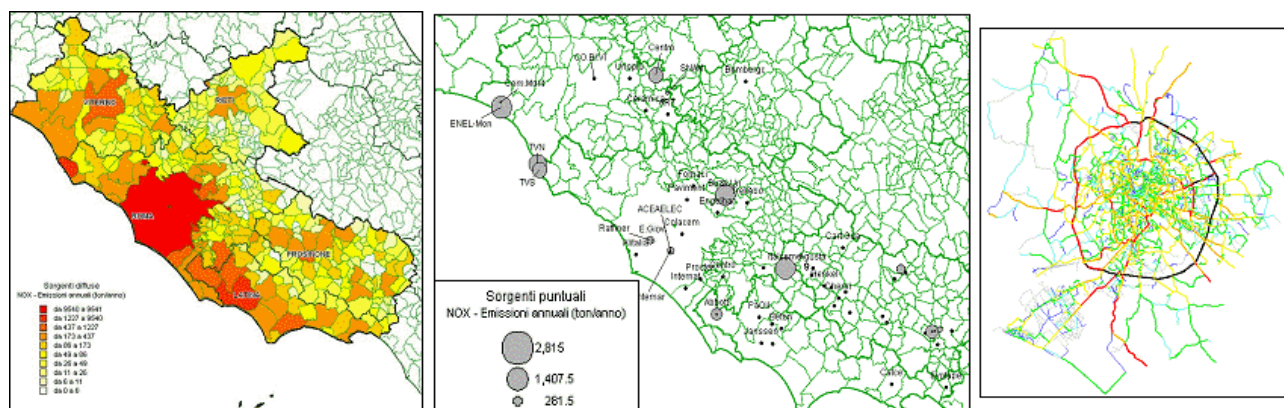


Figura 6.3 - Inventario delle emissioni (diffuse, puntuali e lineari)

## 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 1 grado e con risoluzione temporale di 3 ore. I campi meteorologici alla mesoscala ed alla scala locale sono quindi ottenuti attraverso l'applicazione del modello meteorologico prognostico non-idrostatico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), che realizza la discesa di scala utilizzando un sistema di 4 griglie di calcolo innestate, aventi risoluzioni orizzontali di 32, 16, 4 e 1 km come si vede nella figura seguente.

I campi meteorologici previsti da RAMS sono quindi portati sui domini di calcolo del modello di qualità dell'aria, attraverso l'applicazione del modulo di interfaccia GAP (interpolazione spaziale e calcolo della componente verticale della velocità del vento).

Successivamente, viene utilizzato il processore meteorologico SURFPRO per definire i coefficienti di dispersione e le velocità di deposizione degli inquinanti.

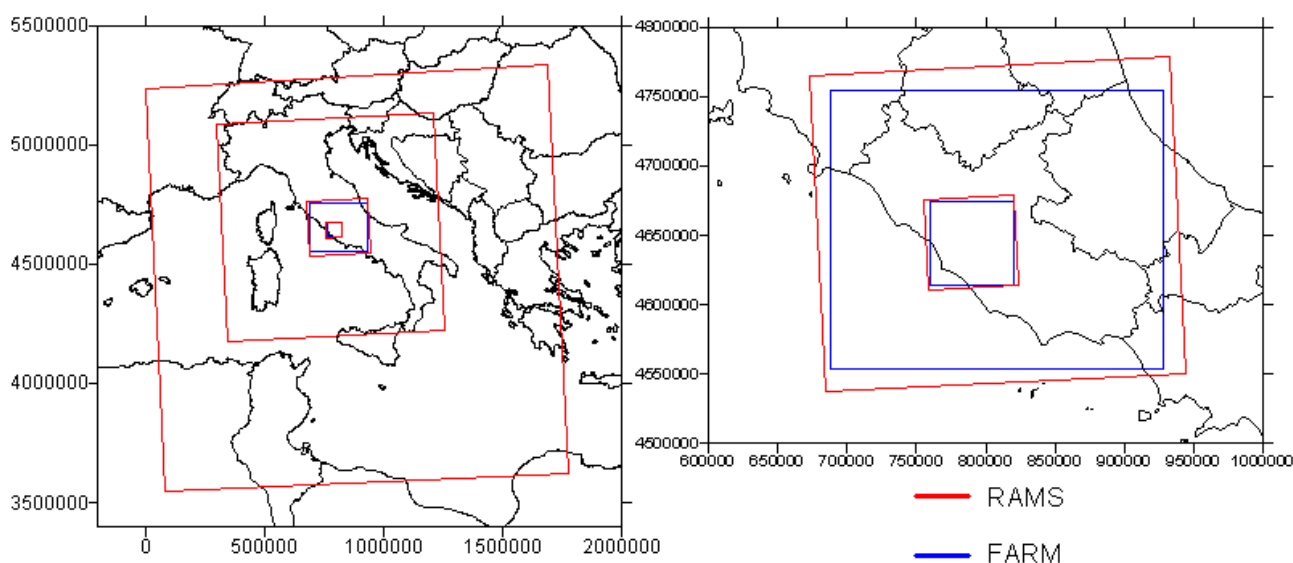


Figura 6.4- Downscaling del modello meteorologico RAMS e del modello fotochimico FARM.

## 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 ed in grado di trattare i diversi tipi di materiale particolati. Nel modello, sviluppato da ARIANET S.r.l., sono state implementate tecniche di one-way e two-way nesting.

Per la realizzazione delle previsioni di inquinamento atmosferico sulla regione Lazio, sulla città di Roma e sulla Valle del Sacco, FARM utilizza il two-way nesting applicato a 2 griglie aventi risoluzioni di 4 e 1 km.

Le condizioni iniziali ed al contorno sono costruite a partire dalle previsioni fornite dal sistema QualeAria, che si basa sul sistema modellistico nazionale MINNI.

## 6.6 Integrazione delle misure nel sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria

Le concentrazioni dei diversi inquinanti ricostruite dal sistema modellistico risultano essere in alcuni casi molto 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, 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.

Nel caso specifico, le simulazioni sono state effettuate su 2 domini con differente risoluzione, il dominio regionale (risoluzione di 4 km x 4 km) ed un dominio locale centrato nell'area metropolitana di Roma (risoluzione 1km x 1km). Tale scelta è stata dettata dal fatto che, relativamente al dominio locale di Roma, si ha una descrizione dei flussi di traffico su un grafo stradale piuttosto dettagliato e ciò ha reso possibile una disaggregazione spaziale delle emissioni su scala inferiore rispetto alla scala regionale.

La discrepanza che emerge nel confronto tra modello/misure nei due domini, regionale e locale, è fortemente legata al dettaglio della base dati emissiva che risulta effettivamente carente nel territorio regionale rispetto al dominio di Roma. Se da una parte il confronto misure/modello nel Comune di Roma è confortante, lo stesso confronto nel resto del territorio regionale appare peggiore, in particolare nella zona Valle del Sacco a causa della carenza della base dati emissiva e della bassa risoluzione spaziale da non permettere alla catena modellistica di descrivere i fenomeni di dispersione che avvengono su scala locale caratteristici di aree ad elevata complessità orografica.

Per tali ragioni 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 RAMS/FARM mediante opportune tecniche di *data fusion* (assimilazione a posteriori). 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. Considerando che tale criticità viene accentuata se la risoluzione del sistema modellistico è bassa, come nel caso del dominio regionale (4 km x 4 km), si è deciso di combinare per il PM<sub>10</sub> i campi di concentrazione anche con le misure prodotte dalle numerose campagne sperimentali effettuate nel 2015 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. 155/2010, sono comunque discontinue e limitate nel tempo poiché non coprono l'intero arco annuale, che è il requisito necessario per poter effettuare l'assimilazione.

Per poter utilizzare anche queste informazioni nella procedura di assimilazione, è stata ricostruita, mediante un metodo di stima oggettiva (Sozzi et al, 2013, *Stimatore statistico lineare per la stima della concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub>*, BEA-UNIDEA, 2013/03), 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. In particolare, considerando l'intero periodo in cui si sono svolte le campagne con mezzo mobile (se per esempio sono state realizzate 4 campagne durante l'intero anno, è l'intero anno il periodo da considerare) sulla base delle serie storiche relative alle varie postazioni *slave* si applichi giorno dopo giorno per l'intero periodo considerato lo stimatore BLUE (3), alla fine si ottiene una serie storica costituita dalle misure realizzate dal mezzo mobile per tutti i giorni in cui era presente nel sito considerato e dalle stime 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 2015 che vengono di seguito riportati. I valori ricostruiti con lo stimatore lineare BLUE sono poi stati utilizzati nella procedura di assimilazione per ottenere delle simulazioni con un modello più aderenti alla realtà.

Località	Latitudine	Longitudine	N. Campagna	Data Inizio	Data Fine	Durata gg	totali
Ceprano	41.5480	13.5216	1	20/02/2015	17/03/2015	25	44
			2	08/08/2015	27/08/2015	19	
S. Giovanni Incarico	41.5008	13.5591	1	05/03/2015	22/03/2015	17	42
			2	29/08/2015	23/09/2015	25	
Sora	41.7167	13.6130	1	19/03/2015	08/04/2015	20	54
	41.7082	13.5922	2	30/07/2015	02/09/2015	34	
Terracina	41.2873	13.2360	1	23/03/2015	21/04/2015	29	79
			2	12/06/2015	06/07/2015	24	
			3	05/11/2015	01/12/2015	26	
Valmontone	41.7753	12.9267	1	15/01/2015	05/02/2015	21	70
			2	14/05/2015	02/06/2015	19	
			3	05/09/2015	05/10/2015	30	

Tabella 6.2 - Campagne monitoraggio 2015 utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria.



Si fa notare come applicando la procedura descritta, nel caso in cui le campagne sperimentali con i mezzi mobili vengano ripetute periodicamente, anno dopo anno, negli stessi punti del territorio, dopo un periodo di transizione (almeno quattro settimane di campagne sperimentali realizzate in un dato sito), si possono ottenere la gerarchia di quadruple delle postazioni *slave* ed i relativi pesi. 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. Allo scadere di ogni anno si riaggiognerà la gerarchia delle postazioni *slave* ed i relativi pesi per tener conto di eventuali variazioni nel quadro emissivo locale e non e delle variazioni del quadro meteorologico e micrometeorologico.

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 almeno una decina di postazioni virtuali localizzate in punti del territorio in cui era 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  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ , giornaliere fornite da tutte le stazioni della rete regionale fissa di monitoraggio della qualità dell'aria;
- ✓ Limitatamente al  $PM_{10}$ , ricostruzione delle concentrazioni giornaliere effettuate a partire dalle campagne di misura condotte con il Laboratorio mobile mediante la tecnica di stima oggettiva (Sozzi et al, 2013, *Stimatore statistico lineare per la stima della concentrazione media giornaliera di  $PM_{10}$* , BEA-UNIDEA, 2013/03).

## 7. Valutazione della qualità dell'aria del 2015

La valutazione della qualità dell'aria è l'elemento base per la verifica del rispetto dei valori limite previsti dal D. Lgs. 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 come l'unico strumento che abbiamo a disposizione per poter determinare i livelli di concentrazione su tutto il territorio sia un sistema modellistico che, a partire dalle caratteristiche meteorologiche, micro meteorologiche, orografiche ed emissive 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

Si è deciso di combinare le misure sperimentali effettuate tramite la rete fissa con 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  $PM_{10}$  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 nei 2 diversi domini di simulazione, il Lazio (4 km x 4 km) e l'area di Roma (1 km x 1 km).

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

Di seguito è riportata la mappa di concentrazione media annua del 2015 di PM<sub>10</sub> nei 2 domini di simulazione. Il PM<sub>10</sub> si accumula in maggior misura nelle zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma.

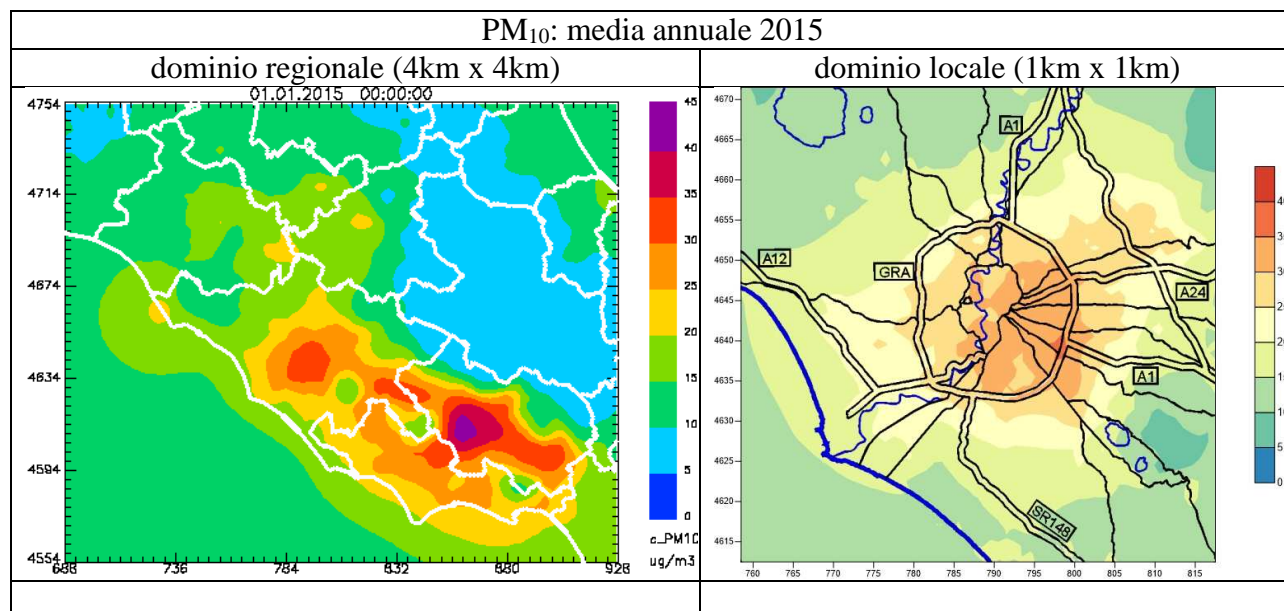


Figura 7.1 – Distribuzione spaziale della media annua di PM<sub>10</sub> nel 2015 sui 2 domini di simulazione.

La zona Appenninica e Litoranea (Figura 7.1 sinistra) non risultano affette da livelli superiori al valore limite normativo, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. Ciò è dovuto, nel primo caso, principalmente ad un carico emissivo non così concentrato come nelle altre zone regionali, nel secondo caso a delle caratteristiche micrometeorologiche favorevoli alla dispersione degli inquinanti tipiche delle aree costiere.

La zona Valle del Sacco (Figura 7.1 sinistra) presenta la situazione critica con valori di concentrazione superiori al limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, con il massimo nell'area centrale della zona, tra Frosinone e Ceccano.

Nell'Agglomerato di Roma (Figura 7.1 destra) i valori sono inferiori al valore limite annuale. I valori di concentrazione più elevati sono all'interno del GRA e all'incirca nella zona compresa tra la Tiburtina e la Pontina, con un massimo all'imbocco dell'autostrada A1 verso sud.

La distribuzione spaziale del numero di superamenti del valore limite di 50 µg/m<sup>3</sup> risulta critica nell'intera Valle del Sacco (Figura 7.2 sinistra) con punte, a Frosinone e Ceccano, oltre i 100 superamenti annui. All'interno dell'agglomerato di Roma (Figura 7.2 destra) l'area con il maggior numero di superamenti risulta essere il settore circolare interno al raccordo tra la Via Tiburtina e la Via Appia.



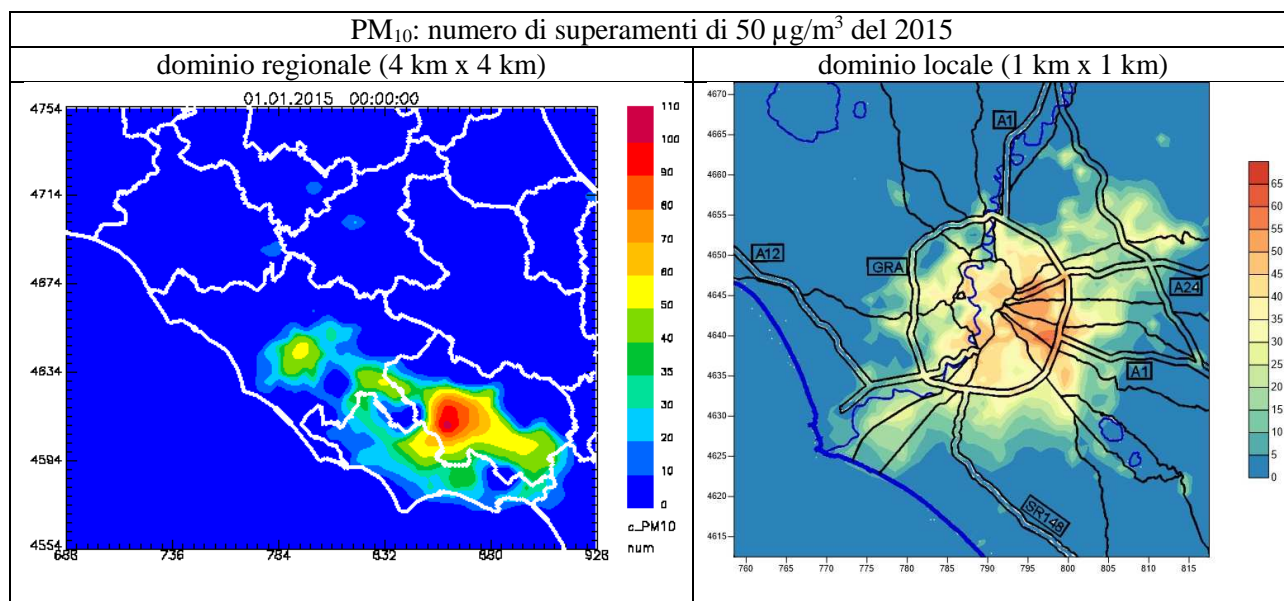


Figura 7.2 – Distribuzione spaziale del numero di superamenti di 50 µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>10</sub> nel 2015 sui 2 domini di simulazione.

## 7.2 Distribuzione spaziale della concentrazione di PM<sub>2.5</sub>

In Figura 7.3 è riportata la distribuzione spaziale della concentrazione media annua di PM<sub>2.5</sub>.

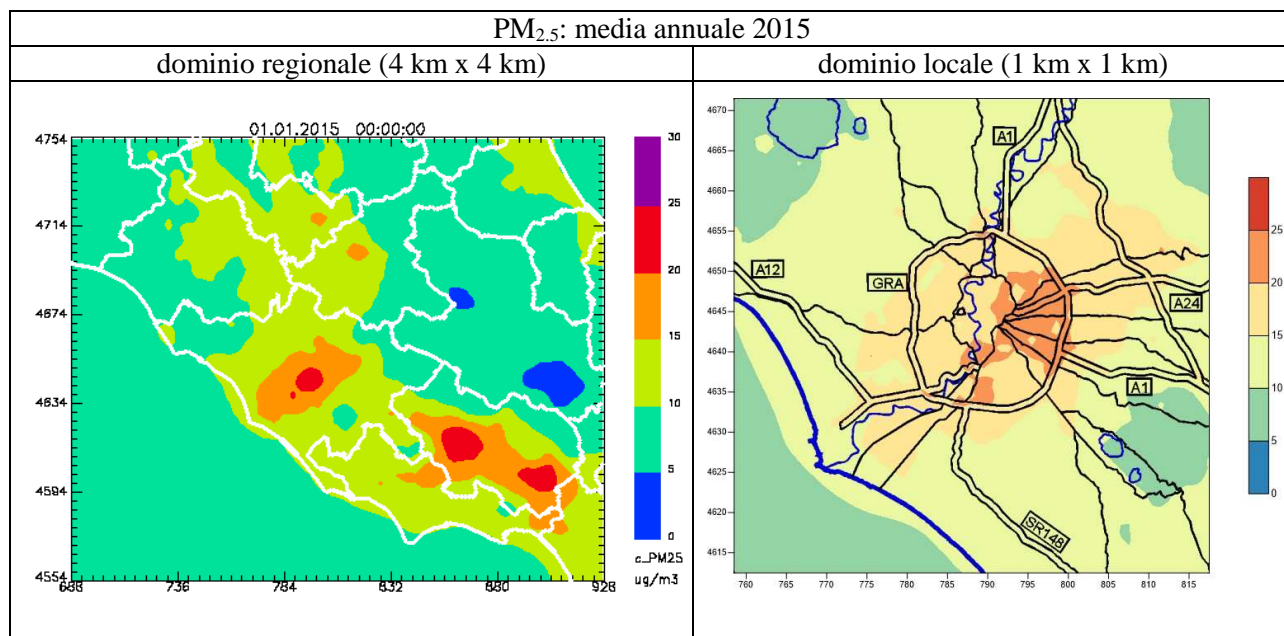


Figura 7.3 – Distribuzione spaziale della media annua di PM<sub>2.5</sub> nel 2015 sui 2 domini di simulazione.

La distribuzione spaziale della concentrazione media annua di PM<sub>2.5</sub> ha un comportamento simile al PM<sub>10</sub> con valori più elevati ma non superiori al valore limite, pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, nella Valle del Sacco, presso Cassino e Frosinone, e nelle aree centro-est e sud-ovest nell'Agglomerato di Roma.

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

Di seguito viene riportata la distribuzione media annuale di NO<sub>2</sub> nel dominio regionale e nel dominio locale di Roma.

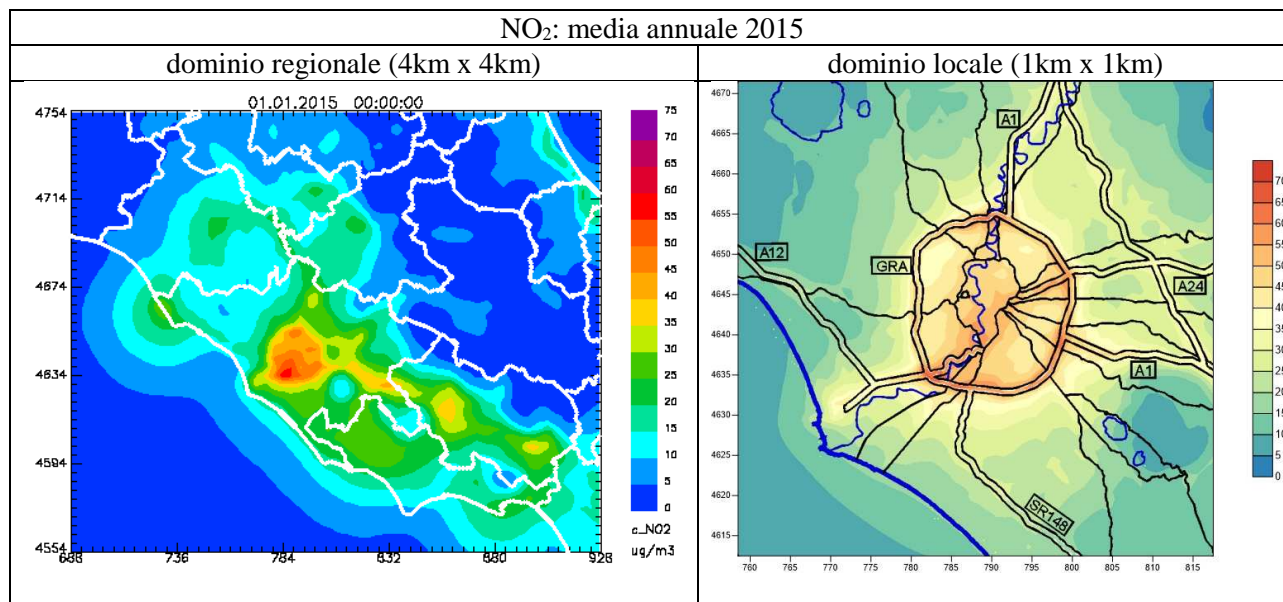


Figura 7.4 – Distribuzione spaziale della media annua di NO<sub>2</sub> nel 2015 sui 2 domini di simulazione.

Le zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma presentano dei livelli di concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub> più elevate rispetto al resto del territorio regionale, ma in questo caso, al contrario di quanto visto per il PM<sub>10</sub>, la situazione peggiore si registra nell'Agglomerato di Roma, dove le concentrazioni sono superiori al limite normativo per la media annua.

Nella zona Valle del Sacco (Figura 7.4 sinistra) la concentrazione annua è maggiore al confine con l'agglomerato di Roma (Colleferro) a Frosinone e a Cassino.

Nella zona Appenninica e nella zona Litoranea (Figura 7.4 sinistra) non si osservano livelli di concentrazione media annua superiori al valore limite.

Nell'Agglomerato di Roma (Figura 7.4 destra) le concentrazioni critiche risultano diffuse nell'intera area metropolitana con l'eccezione di 3 aree: a nord-ovest presso il raccordo, della riserva dell'Insugherata, quella di minore estensione a nord est presso il parco della Marcigliana e a sud-est in corrispondenza del parco dell'Appia Antica.

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

Relativamente all'ozono, viene di seguito riportata la distribuzione spaziale del numero di superamenti del limite di 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , calcolato come massimo della media mobile delle 8 ore, nei 2 domini di calcolo.

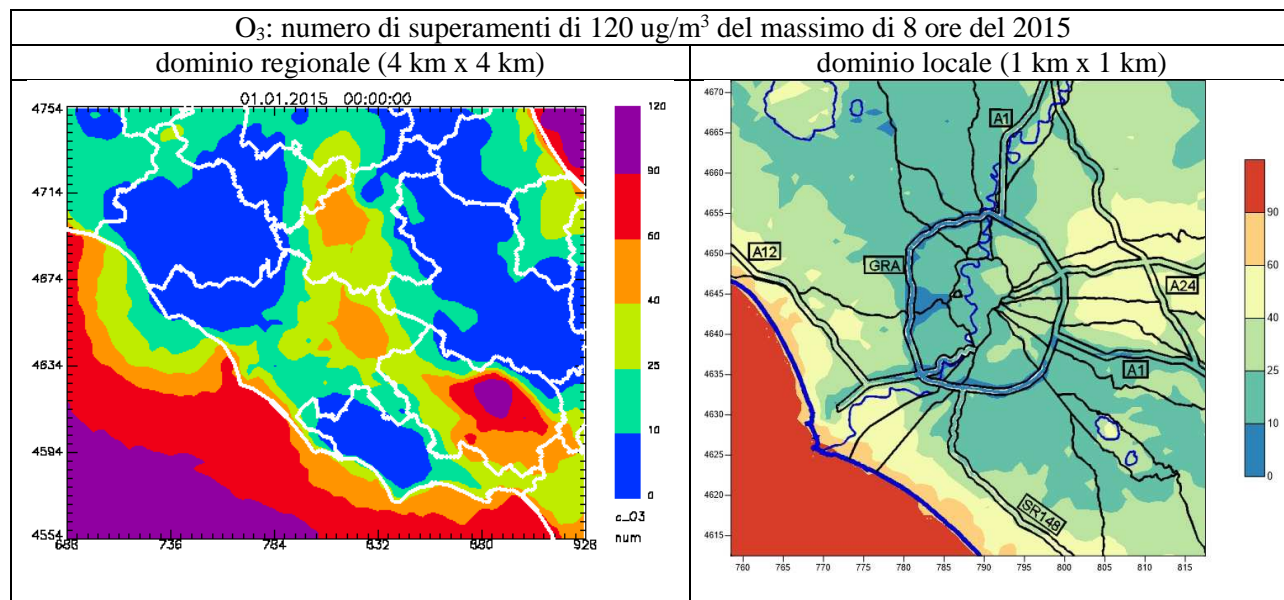


Figura 7.5 – Distribuzione spaziale del numero di superamenti di 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (max della media di 8 ore) di O<sub>3</sub> nel 2015 sui 2 domini di simulazione.

Nel Lazio l'area critica si estende ad est sul territorio regionale, da nord a sud con tre zone a maggior numero di superi rispettivamente a Rieti-Leonessa, a est di Roma, tra Guidonia Montecelio e Tivoli, e in corrispondenza dell'area centrale della Valle del Sacco (Figura 7.5 sinistra), con il massimo a Fontechiari.

Nell'agglomerato di Roma è l'area centro-est a presentare un numero di superamenti più elevato dei venticinque concessi dalla normativa (Figura 7.5 destra).

## 7.5 Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene

La distribuzione media annua di benzene mostra degli accumuli di concentrazione nell'area delle città maggiori, con il massimo all'interno dell'area metropolitana di Roma con valori, però, inferiori a  $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

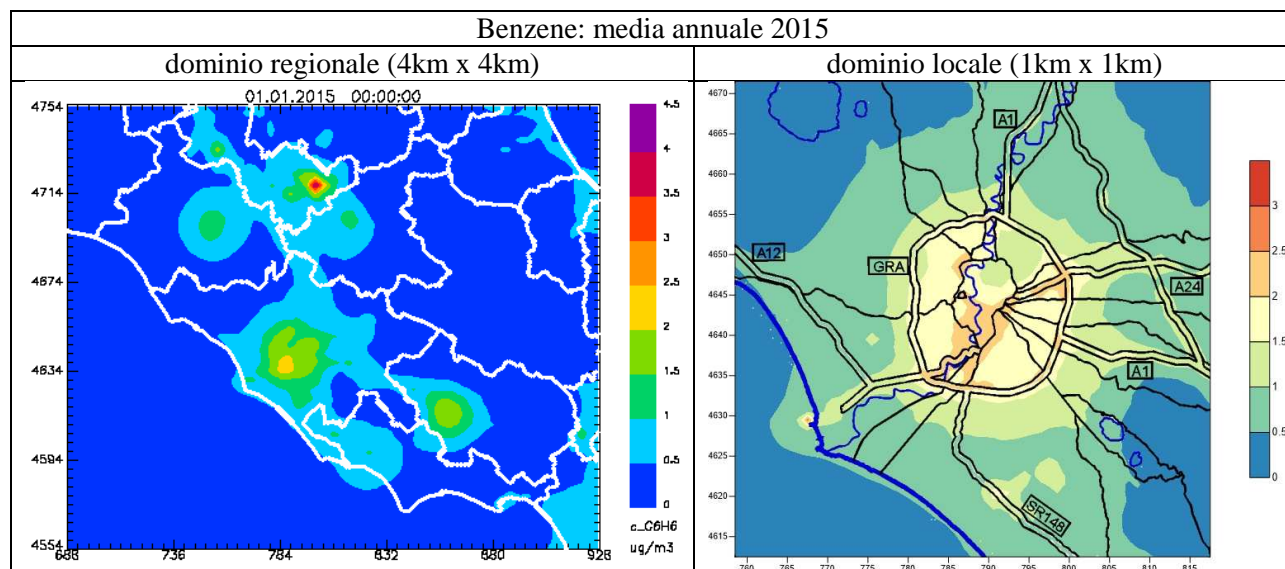


Figura 7.6 – Distribuzione spaziale della media annua di Benzene nel 2015 sui 2 domini di simulazione.

## 7.6 Caratterizzazione comunale derivata dalla valutazione della qualità dell'aria

Una volta effettuata la valutazione della qualità dell'aria nel territorio regionale, si effettua la caratterizzazione per ogni comune dello stato della qualità dell'aria. E' necessario, prima di procedere, fare 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 su ognuno dei 2 domini di indagine, il primo che si estende per tutto il territorio regionale con una risoluzione orizzontale pari a 4 km x 4 km, il secondo che comprende l'area metropolitana di Roma con una risoluzione orizzontale pari a 1 km x 1 km. La risoluzione di un modello equivale ad 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 scelta per ogni simulazione a partire dai quali vengono poi calcolati gli standard di legge riportati nei paragrafi precedenti. Prendendo ad esempio l'area del Comune di Roma, la sua estensione è ben più ampia della risoluzione orizzontale della simulazione modellistica (in questo caso è pari ad 1 km x 1 km), ciò implica che all'interno del Comune di Roma lo spazio è discretizzato da un numero elevato di celle, ognuna con caratterizzata da un valore di concentrazione.

Al fine di caratterizzare lo stato di qualità dell'aria rappresentativo del comune di Roma, per ogni inquinante, è stato necessario fare una scelta tra diverse alternative, in particolare:

- ✓ la media pesata di ogni singola cella in funzione della percentuale di superficie areale che è localizzata all'interno del dominio di Roma;
- ✓ il valore massimo tra le celle che si trovano all'interno dell'Area di Roma.

Per ragioni cautelative il parametro utilizzato è stato il valore massimo.

Ovviamente la medesima scelta è stata fatta per tutti i comuni della Regione Lazio. Per completezza, nell'Allegato 1 vengono comunque riportati i valori minimi e medi (pesati) di concentrazione stimati per ogni singolo Comune.

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le caratterizzazioni in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2015, per ogni comune delle quattro zone in cui è suddiviso il territorio del Lazio.

La caratterizzazione consiste in una tabella in cui per ogni comune vengono riportati i valori degli standard di legge per la salute umana. Tratto comune per tutte le zone esaminate è l'assenza di criticità per il PM<sub>2.5</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO e SO<sub>2</sub> e la presenza invece di qualche criticità per l'O<sub>3</sub>, come media sugli ultimi tre anni del numero di superamenti dei 120 µg/m<sup>3</sup> in media massima sulle otto ore, e per il PM<sub>10</sub> limitatamente ai superi giornalieri.

### 7.6.1 Agglomerato di Roma

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione, per ogni comune dell'Agglomerato di Roma, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2015.

AGGLOMERATO ROMA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	superi				
RM	12058003	Albano Laziale	23.9	39770	21	17	15	26	0	1	0	0	16
RM	12058005	Anguillara Sabazia	65	18613	16	3	13	15	0	0	0	0	15
RM	12058009	Ariccia	18.2	18410	20	17	15	26	0	1	0	0	15
RM	12058015	Campagnano di Roma	46.1	11023	14	1	12	18	0	0	0	0	8
RM	12058018	Capena	29.5	9336	18	5	15	38	0	1	0	0	15
RM	12058022	Castel Gandolfo	14.6	9000	21	18	14	26	0	1	0	0	19
RM	12058024	Castelnuovo di Porto	30.8	8810	18	5	15	39	0	1	0	0	13
RM	12058118	Ciampino	11	38251	34	51	20	60	0	2	0	0	18
RM	12058036	Fiano Romano	41.8	13369	17	5	14	38	0	1	0	0	12
RM	12058122	Fonte Nuova	20.2	28210	27	25	18	34	0	1	0	0	27
RM	12058038	Formello	31.4	12409	18	1	13	26	0	1	0	0	9
RM	12058039	Frascati	22.7	20957	28	26	16	47	2	2	0	0	21
RM	12058046	Grottaferrata	18.2	20926	25	22	14	34	0	1	0	0	16
RM	12058047	Guidonia Montecelio	78.8	82752	29	43	21	34	0	1	0	0	34
RM	12058057	Marino	25.1	39199	30	36	16	35	0	1	0	0	17
RM	12058059	Mentana	24.1	20973	25	30	18	34	0	1	0	0	16
RM	12058064	Monte Porzio Catone	9.4	8934	22	13	15	46	2	2	0	0	12
RM	12058065	Monterotondo	40.5	39092	23	26	17	34	0	1	0	0	17
RM	12058068	Morlupo	24	8356	16	3	14	22	0	1	0	0	8
RM	12058081	Riano	24.9	9411	18	2	14	38	0	1	0	0	14
RM	12058086	Rocca di Papa	40	15772	17	4	12	18	0	1	0	0	14
RM	12058091	Roma	1307.7	2743796	37	61	24	69	20	2	0	0	55
RM	12058093	Sacrofano	28.5	7458	16	0	13	25	0	1	0	0	9
RM	12058098	Sant'Angelo Romano	21.5	4542	27	25	18	34	0	1	0	0	17
RM	12058104	Tivoli	68.4	56275	29	43	21	40	0	2	0	0	26

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

Tabella 7.1 - caratterizzazione dei comuni nell'Agglomerato di Roma

### 7.6.2 Zona Valle del Sacco

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione, per ogni comune della Zona Valle del Sacco, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2015.

VALLE DEL SACCO													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	1905	24	12	12	20	0	0.39	0	0	14
FR	12060003	Alatri	97.2	29357	37	80	22	36	0	1.49	0	0	36
FR	12060005	Amaseno	77.2	4401	38	81	19	26	0	1.08	0	0	27
FR	12060006	Anagni	113.8	21568	32	48	18	38	1	1.23	0	0	19
FR	12060007	Aquino	19.2	5359	35	55	22	39	0	0.48	0	0	31
FR	12060008	Arce	39.5	5929	36	67	20	27	0	0.61	0	0	55
FR	12060009	Arnara	12.3	2416	42	96	22	32	0	1.71	0	0	30
FR	12060010	Arpino	56	7569	31	52	18	17	0	0.41	0	0	56
FR	12060012	Ausonia	20.1	2637	27	42	18	24	0	0.45	0	0	18
FR	12060014	Boville Ernica	28.2	8874	38	84	21	28	0	1.20	0	0	48
FR	12060015	Broccostella	12	2789	23	20	14	11	0	0.32	0	0	50
RM	12058020	Carpineto Romano	86.4	4748	26	35	13	19	0	0.64	0	0	7
FR	12060018	Casalvieri	27.2	3132	17	2	13	5	0	0.29	0	0	52
FR	12060019	Cassino	82.8	33071	34	52	22	36	0	0.49	0	0	36
FR	12060020	Castelliri	15.5	3545	32	54	17	16	0	0.46	0	0	49
FR	12060021	Castelnuovo Parano	10	900	30	48	20	26	0	0.41	0	0	17
FR	12060023	Castro dei Volsci	58.3	5012	42	96	21	31	0	1.48	0	0	35
FR	12060022	Castrocielo	27.9	4008	34	53	21	29	0	0.46	0	0	36
RM	12058026	Cave	17.7	10757	30	45	14	37	0	0.73	0	0	19
FR	12060024	Ceccano	60.5	22843	44	106	25	39	0	1.97	0	0	30
FR	12060025	Ceprano	38	8603	37	76	20	27	0	0.93	0	0	39
FR	12060026	Cervaro	39.2	7178	31	47	21	31	0	0.49	0	0	25
FR	12060027	Colfelice	14.2	1864	34	60	19	26	0	0.51	0	0	49
RM	12058034	Colleferro	27.6	22170	33	57	15	44	0	0.71	0	0	14
RM	12058035	Colonna	3.5	3918	25	21	13	35	0	0.97	0	0	14
FR	12060030	Coreno Ausonio	26	1694	27	42	18	24	0	0.45	0	0	20
FR	12060031	Esperia	108.8	3992	32	50	20	26	0	0.39	0	0	24
FR	12060032	Falvaterra	12.8	601	34	60	19	24	0	0.46	0	0	31
FR	12060033	Ferentino	80.6	21157	37	80	22	39	0	1.83	0	0	32
FR	12060036	Fontana Liri	16	3083	33	59	19	20	0	0.45	0	0	54

VALLE DEL SACCO													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	12060037	Fontechiari	16.2	1327	23	20	14	11	0	0.32	0	0	52
FR	12060038	Frosinone	47	48361	42	96	25	39	0	1.97	0	0	38
FR	12060039	Fumone	14.8	2212	31	54	18	34	0	0.95	0	0	23
RM	12058040	Galliciano nel Lazio	26	5958	26	21	15	33	0	0.98	0	0	27
RM	12058041	Gavignano	14.9	1999	32	50	15	32	0	0.62	0	0	13
RM	12058042	Genazzano	32.1	6002	33	57	15	44	0	0.66	0	0	19
FR	12060041	Giuliano di Roma	34	2361	44	106	21	32	0	1.63	0	0	26
RM	12058045	Gorga	26.4	785	29	37	14	24	0	0.62	0	0	9
FR	12060043	Isola del Liri	16.2	12100	30	51	17	14	0	0.37	0	0	55
RM	12058049	Labico	11.8	5834	30	45	14	40	0	0.93	0	0	12
FR	12060044	Monte San Giovanni Campano	48.6	12808	36	67	20	22	0	0.65	0	0	50
RM	12058060	Monte Compatri	24.3	10424	27	24	17	37	0	1.11	0	0	28
RM	12058062	Montelanico	35	2103	29	37	13	25	0	0.48	0	0	8
FR	12060045	Morolo	26.5	3274	30	51	18	31	0	1.23	0	0	14
RM	12058073	Olevano Romano	26.1	6907	25	21	12	24	0	0.45	0	0	16
RM	12058074	Palestrina	47.1	21334	30	45	14	40	0	0.93	0	0	26
FR	12060046	Paliano	70.1	8287	33	57	15	44	0	0.66	0	0	19
FR	12060047	Pastena	42	1545	35	63	18	24	0	0.60	0	0	31
FR	12060048	Patrica	27	3128	42	96	23	39	0	1.97	0	0	27
FR	12060051	Pico	32.7	3083	32	53	18	21	0	0.33	0	0	27
FR	12060052	Piedimonte San Germano	17.4	5968	35	55	22	39	0	0.49	0	0	30
FR	12060053	Piglio	35.2	4787	27	19	13	23	0	0.42	0	0	16
FR	12060054	Pignataro Interamna	24.6	2545	35	55	22	39	0	0.49	0	0	19
FR	12060055	Pofi	30.7	4455	42	96	21	31	0	1.48	0	0	33
FR	12060056	Pontecorvo	88.2	13337	34	55	21	29	0	0.46	0	0	29
FR	12060057	Posta Fibreno	9.1	1216	16	2	12	5	0	0.27	0	0	47
FR	12060058	Ripi	31.4	5502	39	86	21	30	0	1.28	0	0	45
FR	12060059	Rocca d'Arce	11.5	1006	33	59	19	24	0	0.45	0	0	53
RM	12058088	Rocca Priora	28	11873	28	37	12	30	0	0.71	0	0	11
FR	12060060	Roccasecca	43.3	7576	33	55	20	29	0	0.46	0	0	50
RM	12058119	San Cesareo	22.7	13675	29	40	14	40	0	1.07	0	0	26
FR	12060063	San Giorgio a Liri	15.5	3167	33	51	21	28	0	0.42	0	0	18
FR	12060064	San Giovanni Incarico	24.9	3396	33	57	19	25	0	0.41	0	0	31
FR	12060070	San Vittore del Lazio	27.1	2742	27	45	20	27	0	0.56	0	0	22



VALLE DEL SACCO													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	12060065	Sant'Ambrogio sul Garigliano	9	992	28	47	20	24	0	0.41	0	0	20
FR	12060066	Sant'Andrea del Garigliano	16.9	1611	28	47	20	24	0	0.42	0	0	20
FR	12060067	Sant'Apollinare	17	2012	32	49	21	28	0	0.49	0	0	21
FR	12060069	Santopadre	21.5	1462	28	48	17	15	0	0.37	0	0	53
RM	12058102	Segni	61.3	9392	32	50	15	38	0	0.60	0	0	12
FR	12060071	Serrone	15.4	3161	25	19	12	21	0	0.40	0	0	15
FR	12060073	Sgurgola	19.3	2672	31	40	16	33	0	1.07	0	0	12
FR	12060075	Strangolagalli	10.5	2583	37	76	20	25	0	0.93	0	0	46
FR	12060076	Supino	35.3	5016	38	86	21	39	0	1.83	0	0	24
FR	12060079	Torrice	18.2	4641	40	92	24	33	0	1.71	0	0	45
FR	12060082	Vallecorsa	39.7	2878	34	61	16	21	0	0.70	0	0	27
FR	12060083	Vallemaio	19.5	996	30	47	20	26	0	0.42	0	0	21
RM	12058110	Valmontone	40.7	15130	33	57	15	44	0	0.93	0	0	15
FR	12060085	Veroli	120.3	20759	38	84	22	33	0	1.28	0	0	47
FR	12060086	Vicalvi	8.2	849	16	2	12	5	0	0.27	0	0	47
FR	12060089	Villa Santa Lucia	18.2	2693	35	55	22	39	0	0.49	0	0	36
FR	12060090	Villa Santo Stefano	20.3	1756	39	85	19	27	0	1.18	0	0	23
RM	12058114	Zagarolo	29	17328	27	30	17	40	0	1.07	0	0	28

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

Tabella 7.2 - caratterizzazione dei comuni nella Valle del Sacco

### 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 2015.

APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km <sup>2</sup> )	Popolazione	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	717	9	0	7	4	0	0.26	0	0	1
FR	12060001	Acquafondata	25.6	289	12	0	11	8	0	0.85	0	0	13
VT	12056001	Acquapendente	130.3	5702	15	0	11	8	0	0.70	0	0	14
RM	12058001	Affile	15	1583	17	1	9	16	0	0.36	0	0	14
RM	12058002	Agosta	9.5	1739	13	0	9	15	0	0.40	0	0	15
FR	12060004	Alvito	52	2897	13	0	10	4	0	0.26	0	0	37
RI	12057002	Amatrice	174.4	2727	9	0	7	3	0	0.23	0	0	2
RM	12058006	Anticoli Corrado	16	977	15	0	10	19	0	0.47	0	0	17
RI	12057003	Antrodoto	64	2777	11	0	9	5	0	0.24	0	0	10
RM	12058008	Arcinazzo Romano	28.3	1491	17	1	9	13	0	0.31	0	0	13
RM	12058010	Arsoli	11.9	1680	12	0	9	17	0	0.42	0	0	13
RI	12057004	Ascrea	14.4	269	14	1	11	11	0	0.37	0	0	17
FR	12060011	Atina	29.8	4557	17	6	12	8	0	0.30	0	0	33
VT	12056003	Bagnoregio	72.6	3701	15	0	11	13	0	0.57	0	0	6
VT	12056006	Bassano in Teverina	12.1	1290	18	0	13	20	0	0.76	0	0	1
RM	12058012	Bellegra	18.7	3026	21	9	11	20	0	0.43	0	0	15
FR	12060013	Belmonte Castello	14.2	792	23	29	17	19	0	0.38	0	0	34
RI	12057005	Belmonte in Sabina	23.6	675	19	7	14	19	0	0.99	0	0	24
VT	12056008	Bolsena	63.9	4237	15	0	11	13	0	0.46	0	0	15
VT	12056009	Bomarzo	39.9	1848	17	0	13	19	0	0.95	0	0	2
RI	12057006	Borbona	46.3	666	11	0	9	5	0	0.24	0	0	8
RI	12057008	Borgo Velino	17.3	997	12	0	10	7	0	0.32	0	0	16
RI	12057007	Borgorose	148.9	4622	9	0	7	9	0	0.32	0	0	7
VT	12056010	Calcata	7.7	913	19	6	12	12	0	0.42	0	0	5
RM	12058014	Camerata Nuova	40.2	480	9	0	7	6	0	0.26	0	0	10
FR	12060016	Campoli Appennino	33.4	1791	13	0	10	5	0	0.25	0	0	22
VT	12056011	Canepina	21	3210	17	0	11	15	0	0.78	0	0	2
RI	12057009	Cantalice	37.7	2835	20	8	15	21	0	1.04	0	0	26
RI	12057010	Cantalupo in Sabina	10.5	1731	19	6	14	18	0	0.54	0	0	14
RM	12058017	Canterano	7.3	364	15	0	9	16	0	0.41	0	0	14

APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	12056013	Capodimonte	61.3	1833	15	0	10	13	0	0.51	0	0	13
RM	12058019	Capranica Prenestina	20.2	392	21	10	11	22	0	0.56	0	0	18
VT	12056015	Caprarola	57.5	5676	18	1	12	17	0	0.99	0	0	3
VT	12056016	Carbognano	17.3	2082	21	10	14	15	0	0.52	0	0	3
FR	12060017	Casalattico	28.3	648	22	21	15	10	0	0.31	0	0	49
RM	12058021	Casape	5.2	774	21	10	13	30	0	0.86	0	0	20
RI	12057011	Casaprota	14.6	771	18	6	14	17	0	0.53	0	0	20
RI	12057012	Casperia	25.4	1222	19	6	14	17	0	0.74	0	0	23
RI	12057013	Castel di Tora	15.7	304	13	0	10	10	0	0.32	0	0	16
RM	12058023	Castel Madama	28.4	7540	25	22	17	31	0	0.86	0	0	28
RM	12058025	Castel San Pietro Romano	15	847	26	30	13	28	0	0.60	0	0	21
RI	12057015	Castel Sant'Angelo	31.3	1259	14	0	11	11	0	0.41	0	0	22
VT	12056017	Castel Sant'Elia	24	2639	20	9	13	12	0	0.42	0	0	4
RI	12057014	Castelnuovo di Farfa	9	1053	18	3	13	17	0	0.47	0	0	16
VT	12056018	Castiglione in Teverina	20	2383	15	0	12	12	0	0.69	0	0	3
VT	12056019	Celleno	24.6	1347	16	0	11	15	0	0.60	0	0	3
VT	12056020	Cellere	37.2	1288	14	0	10	10	0	0.33	0	0	6
RM	12058027	Cerreto Laziale	11.7	1192	16	0	10	19	0	0.47	0	0	16
RM	12058028	Cervara di Roma	31.7	486	12	0	9	15	0	0.40	0	0	13
RM	12058030	Ciciliano	18.9	1452	17	1	11	23	0	0.60	0	0	18
RM	12058031	Cineto Romano	10.5	679	13	0	10	19	0	0.47	0	0	14
RI	12057016	Cittaducale	71	7011	22	21	17	24	0	1.01	0	0	26
RI	12057017	Cittareale	59	500	11	0	9	4	0	0.23	0	0	6
VI	12056021	Civita Castellana	83.3	16772	22	14	15	22	0	0.62	0	0	6
VI	12056022	Civitella d'Aglia	32.9	1695	15	0	12	13	0	0.65	0	0	1
RM	12058033	Civitella San Paolo	20.5	1947	20	5	14	24	0	0.63	0	0	13
RI	12057018	Collalto Sabino	22.2	456	10	0	8	11	0	0.38	0	0	10
RI	12057019	Colle di Tora	14.2	391	13	0	10	10	0	0.32	0	0	16
FR	12060029	Colle San Magno	44.6	770	30	50	20	28	0	0.43	0	0	48
RI	12057020	Collegiove	10.8	208	10	0	8	7	0	0.28	0	0	10
FR	12060028	Collepardo	25	962	19	8	11	19	0	0.40	0	0	13
RI	12057021	Collevecchio	27.2	1651	20	7	14	22	0	0.62	0	0	8
RI	12057022	Colli sul Velino	13.1	523	18	5	14	17	0	1.03	0	0	23
RI	12057023	Concerviano	21.5	334	17	4	13	15	0	0.65	0	0	24

APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	superi				
RI	12057024	Configni	22.7	707	17	2	13	16	0	0.85	0	0	18
RI	12057025	Contigliano	53.5	3633	20	8	15	19	0	1.02	0	0	24
VT	12056023	Corchiano	32.9	3826	21	13	14	22	0	0.62	0	0	3
RI	12057026	Cottanello	36.5	572	18	4	13	17	0	0.82	0	0	23
VT	12056024	Fabrica di Roma	34.7	8405	21	13	14	15	0	0.52	0	0	3
VT	12056025	Faleria	25.7	2313	20	9	13	16	0	0.49	0	0	6
RI	12057027	Fara in Sabina	54.9	13070	20	3	14	29	0	0.78	0	0	21
VT	12056026	Farnese	53	1692	14	0	10	7	0	0.33	0	0	7
RI	12057028	Fiamignano	100.7	1550	9	0	8	5	0	0.24	0	0	8
RM	12058037	Filacciano	5.7	522	19	4	14	23	0	0.62	0	0	12
FR	12060034	Filettino	77.7	554	8	0	6	5	0	0.22	0	0	4
FR	12060035	Fiuggi	33.1	9718	22	7	12	18	0	0.37	0	0	13
RI	12057029	Forano	17.6	3052	19	6	14	18	0	0.54	0	0	13
RI	12057030	Frasso Sabino	4.4	689	18	6	14	17	0	0.45	0	0	20
VT	12056027	Gallese	37.3	3022	21	9	15	25	0	0.69	0	0	5
FR	12060040	Gallinaro	17.6	1271	13	0	10	4	0	0.26	0	0	29
RM	12058044	Gerano	10	1235	17	2	10	19	0	0.47	0	0	16
VT	12056028	Gradoli	37.5	1496	15	0	10	10	0	0.38	0	0	15
VT	12056029	Graffignano	29.1	2343	16	0	12	16	0	0.59	0	0	1
RI	12057031	Greccio	17.9	1571	19	8	15	19	0	0.99	0	0	23
VT	12056030	Grotte di Castro	39.3	2868	15	0	10	8	0	0.37	0	0	17
FR	12060042	Guarcino	42.3	1684	17	1	10	15	0	0.32	0	0	11
VT	12056031	Ischia di Castro	104.7	2429	14	0	10	8	0	0.33	0	0	6
RM	12058048	Jenne	32.1	416	12	0	8	9	0	0.27	0	0	11
RI	12057032	Labro	11.4	381	17	2	13	16	0	1.03	0	0	26
VT	12056032	Latera	22.7	964	14	0	10	8	0	0.33	0	0	9
RI	12057033	Leonessa	204.9	2632	14	0	10	7	0	0.36	0	0	21
RM	12058051	Licenza	17.5	1019	13	0	10	15	0	0.41	0	0	16
RI	12057034	Longone Sabino	34.1	625	17	4	13	16	0	0.73	0	0	24
VT	12056033	Lubriano	16.6	948	15	0	11	11	0	0.94	0	0	5
RM	12058052	Magliano Romano	21.1	1530	19	1	13	16	0	0.47	0	0	7
RI	12057035	Magliano Sabina	43.7	3929	22	14	15	25	0	0.66	0	0	8
RM	12058053	Mandela	13.2	938	16	0	12	25	0	0.63	0	0	15
RM	12058055	Marano Equo	7.6	836	13	0	9	15	0	0.40	0	0	15

APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	12058056	Marcellina	15.3	7023	26	27	17	26	0	0.66	0	0	29
RI	12057036	Marcetelli	11	110	10	0	8	7	0	0.26	0	0	13
VT	12056034	Marta	33.3	3574	15	0	11	14	0	0.56	0	0	13
RM	12058058	Mazzano Romano	28.9	2993	19	6	12	15	0	0.45	0	0	6
RI	12057037	Micigliano	37.4	144	12	0	9	6	0	0.32	0	0	15
RI	12057038	Mompeo	10.9	564	18	6	14	17	0	0.63	0	0	21
RI	12057039	Montasola	12.6	431	17	2	13	16	0	0.74	0	0	22
RI	12057043	Monte San Giovanni in Sabina	30.7	770	17	4	13	17	0	0.80	0	0	23
RI	12057040	Montebuono	19.6	950	19	4	13	15	0	0.59	0	0	14
VT	12056036	Montefiascone	104.8	13676	17	0	12	18	0	0.89	0	0	11
RM	12058061	Monteflavio	17.2	1433	16	1	12	16	0	0.41	0	0	19
RI	12057041	Monteleone Sabino	18.9	1290	17	5	13	17	0	0.46	0	0	19
RM	12058063	Montelibretti	44.1	5142	21	2	15	30	0	0.81	0	0	22
RI	12057042	Montenero Sabino	22.6	306	17	5	13	17	0	0.65	0	0	21
VT	12056038	Monterosi	10.8	3906	18	0	11	11	0	0.36	0	0	4
RI	12057044	Montopoli di Sabina	37.6	4232	20	7	14	29	0	0.78	0	0	22
RM	12058066	Montorio Romano	23.8	2014	19	2	14	17	0	0.46	0	0	21
RM	12058067	Moricone	20.1	2693	20	2	14	22	0	0.62	0	0	23
RI	12057045	Morro Reatino	15.8	365	18	5	14	17	0	0.88	0	0	26
RM	12058069	Nazzano	12.2	1353	20	5	14	24	0	0.62	0	0	16
VT	12056039	Nepi	84	9463	21	10	14	15	0	0.42	0	0	5
RM	12058071	Nerola	18.6	1748	19	2	14	17	0	0.46	0	0	21
RI	12057046	Nespolo	8.7	282	9	0	8	9	0	0.30	0	0	9
VT	12056040	Onano	24.6	1042	14	0	10	7	0	0.33	0	0	11
VT	12056042	Orte	70.2	8986	21	5	15	25	0	0.77	0	0	2
RI	12057047	Orvinio	24.6	469	12	0	10	11	0	0.34	0	0	14
RI	12057048	Paganico Sabino	9.2	181	11	0	9	8	0	0.28	0	0	11
RM	12058075	Palombara Sabina	75.5	12814	21	2	15	30	0	0.81	0	0	24
RM	12058076	Percile	17.6	232	13	0	10	19	0	0.47	0	0	13
RI	12057049	Pescorocchiano	94.6	2270	10	0	8	9	0	0.31	0	0	12
FR	12060049	Pescosolido	44.6	1584	18	10	13	10	0	0.30	0	0	27
RI	12057050	Petrella Salto	102.2	1309	14	0	11	11	0	0.39	0	0	18
VT	12056043	Piansano	26.5	2211	14	0	10	11	0	0.39	0	0	6
FR	12060050	Picinisco	62	1256	12	0	10	6	0	0.31	0	0	18

APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	12058077	Pisoniano	13.2	807	17	2	10	19	0	0.47	0	0	17
RI	12057051	Poggio Bustone	22.3	2184	18	3	13	16	0	0.78	0	0	26
RI	12057052	Poggio Catino	15	1371	19	7	14	17	0	0.59	0	0	21
RI	12057053	Poggio Mirteto	26.5	6056	19	7	14	19	0	0.59	0	0	21
RI	12057054	Poggio Moiano	26.8	2925	17	5	13	17	0	0.44	0	0	19
RI	12057055	Poggio Nativo	16.4	2479	18	6	14	17	0	0.45	0	0	21
RI	12057056	Poggio San Lorenzo	8.7	583	17	5	13	17	0	0.52	0	0	20
RM	12058078	Poli	21.4	2458	23	18	12	26	0	0.63	0	0	21
RM	12058080	Ponzano Romano	19.2	1161	20	7	14	23	0	0.62	0	0	11
RI	12057057	Posta	66.2	731	11	0	9	4	0	0.26	0	0	6
RI	12057058	Pozzaglia Sabina	25.2	368	12	0	10	10	0	0.31	0	0	13
VT	12056044	Proceno	41.9	626	14	0	10	6	0	0.35	0	0	11
RI	12057059	Rieti	206.5	47780	23	21	18	24	0	1.42	0	0	27
RM	12058082	Rignano Flaminio	38.9	9370	20	6	13	19	0	0.53	0	0	11
RM	12058083	Riofreddo	12.2	777	13	0	10	19	0	0.47	0	0	13
RI	12057060	Rivodutri	26.9	1322	18	5	14	17	0	0.88	0	0	26
RM	12058084	Rocca Canterano	15.8	213	15	0	10	18	0	0.46	0	0	16
RM	12058085	Rocca di Cave	11.1	392	26	30	13	28	0	0.56	0	0	19
RM	12058089	Rocca Santo Stefano	9.7	1040	17	2	10	19	0	0.42	0	0	15
RI	12057062	Rocca Sinibalda	49.4	859	17	4	13	16	0	0.73	0	0	21
RM	12058087	Roccagiovine	8.6	288	13	0	10	15	0	0.41	0	0	16
RI	12057061	Roccantica	16.7	625	19	6	14	17	0	0.66	0	0	23
RM	12058090	Roiate	10.3	769	21	9	11	18	0	0.37	0	0	14
VT	12056045	Ronciglione	52.3	8942	18	1	11	16	0	0.77	0	0	3
RM	12058092	Roviano	8.3	1436	13	0	10	19	0	0.47	0	0	16
RI	12057063	Salisano	17.5	560	18	6	13	17	0	0.63	0	0	21
RM	12058094	Sambuci	8.2	958	17	1	12	25	0	0.63	0	0	18
FR	12060061	San Biagio Saracinisco	31.1	369	12	0	10	7	0	0.33	0	0	13
FR	12060062	San Donato Val di Comino	35.7	2130	11	0	9	3	0	0.25	0	0	18
RM	12058095	San Gregorio da Sassola	35.2	1554	25	21	16	32	0	0.89	0	0	27
VT	12056047	San Lorenzo Nuovo	28	2182	15	0	10	10	0	0.41	0	0	16
RM	12058096	San Polo dei Cavalieri	42.6	2897	21	15	15	30	0	0.78	0	0	23
RM	12058100	San Vito Romano	12.7	3456	21	8	11	21	0	0.46	0	0	17
FR	12060068	Sant'Elia Fiumerapido	41	6320	29	46	21	29	0	0.45	0	0	31

APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	Popolazione	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	12058099	Sant'Oreste	43.5	3874	20	6	14	21	0	0.58	0	0	8
RM	12058101	Saracinesco	11	165	16	0	12	25	0	0.63	0	0	17
RI	12057064	Scandriglia	63.1	3130	17	2	13	16	0	0.41	0	0	21
RI	12057065	Selci	7.8	1102	19	6	14	16	0	0.52	0	0	14
FR	12060072	Settefrati	50.6	808	12	0	9	4	0	0.26	0	0	16
FR	12060074	Sora	71.8	26529	28	44	15	14	0	0.34	0	0	52
VT	12056048	Soriano nel Cimino	78.6	8720	18	0	13	19	0	0.88	0	0	2
RI	12057066	Stimigliano	11.4	2168	20	5	14	21	0	0.58	0	0	10
RM	12058103	Subiaco	63.4	9391	16	1	9	16	0	0.36	0	0	14
RI	12057067	Tarano	20.1	1461	19	5	13	17	0	0.59	0	0	11
FR	12060077	Terelle	31.7	501	29	46	20	27	0	0.41	0	0	36
RI	12057068	Toffia	11.2	1069	18	6	14	17	0	0.45	0	0	20
FR	12060078	Torre Cajetani	11.6	1471	19	2	11	17	0	0.35	0	0	12
RI	12057070	Torri in Sabina	26.2	1305	19	5	13	16	0	0.61	0	0	20
RI	12057069	Torricella in Sabina	25.8	1382	17	4	13	17	0	0.80	0	0	23
RM	12058106	Torrita Tiberina	10.8	1053	19	4	14	24	0	0.62	0	0	16
FR	12060080	Trevi nel Lazio	54.5	1766	13	0	9	11	0	0.27	0	0	9
FR	12060081	Trivigliano	12.7	1719	25	22	14	25	0	0.55	0	0	15
RI	12057071	Turania	8.6	248	10	0	9	9	0	0.31	0	0	10
RI	12057072	Vacone	9.1	262	17	2	13	15	0	0.55	0	0	18
VT	12056053	Valentano	43.3	2970	14	0	10	9	0	0.32	0	0	10
RM	12058108	Vallepia	51.5	318	8	0	6	5	0	0.23	0	0	8
VT	12056054	Vallerano	15.5	2671	18	1	12	15	0	0.63	0	0	2
FR	12060084	Vallerotonda	59.7	1752	23	29	17	20	0	0.41	0	0	25
RM	12058109	Vallinfreda	16.8	314	11	0	9	14	0	0.39	0	0	12
RI	12057073	Varco Sabino	24.6	226	11	0	9	8	0	0.28	0	0	15
VT	12056055	Vasanello	28.6	4188	19	1	13	20	0	0.66	0	0	2
FR	12060087	Vico nel Lazio	45.8	2329	24	25	14	28	0	0.52	0	0	14
RM	12058112	Vicovaro	36.1	4123	21	15	15	30	0	0.78	0	0	20
VT	12056058	Vignanello	20.5	4836	20	5	13	15	0	0.57	0	0	1
FR	12060088	Villa Latina	17	1242	16	7	13	10	0	0.32	0	0	30
VT	12056059	Viterbo	406.3	62812	21	0	14	23	0	1.22	0	0	6
FR	12060091	Viticuso	21.1	389	17	10	13	12	0	0.85	0	0	20
VT	12056060	Vitorchiano	29.8	4702	17	0	12	20	0	1.03	0	0	2

APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km <sup>2</sup> )	Popolazione	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	12058113	Vivaro Romano	12.2	194	11	0	9	14	0	0.39	0	0	11

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

Tabella 7.3 – caratterizzazione dei comuni nella Zona Appenninica

#### 7.6.4 Zona Litoranea

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione, per ogni comune della Zona Litoranea, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2015.

LITORANEA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km <sup>2</sup> )	Popolazione	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	4285	18	0	10	21	0	0.35	0	0	7
RM	12058007	Anzio	43.5	53924	21	6	13	23	0	0.82	0	0	28
LT	12059001	Aprilia	177.7	69709	24	17	14	27	0	1.11	0	0	17
RM	12058117	Ardea	50.9	41953	23	10	12	28	0	1.09	0	0	31
VT	12056002	Arlena di Castro	22.3	905	14	0	10	11	0	0.39	0	0	5
RM	12058011	Artena	54.2	13763	33	57	15	44	0	0.79	0	0	13
VT	12056004	Barbarano Romano	37.3	1106	15	0	10	16	0	0.58	0	0	4
VT	12056005	Bassano Romano	37.4	4981	16	0	10	13	0	0.41	0	0	4
LT	12059002	Bassiano	31.6	1662	29	36	15	27	0	0.81	0	0	7
VT	12056007	Blera	92.8	3359	15	0	10	16	0	0.58	0	0	5
RM	12058013	Bracciano	142.4	18594	17	0	11	13	0	0.42	0	0	9
LT	12059003	Campodimele	38.2	673	23	29	13	15	0	0.33	0	0	22
RM	12058016	Canale Monterano	36.8	3908	15	0	10	11	0	0.33	0	0	5
VT	12056012	Canino	123.5	5337	13	0	10	9	0	0.32	0	0	3
VT	12056014	Capranica	40.7	6589	16	0	10	16	0	0.58	0	0	4
LT	12059004	Castelforte	29.9	4489	24	34	17	23	0	0.48	0	0	18
RM	12058029	Cerveteri	125.4	35692	19	2	13	17	0	0.54	0	0	15
LT	12059005	Cisterna di Latina	142.8	35025	28	33	15	29	0	0.97	0	0	8
RM	12058032	Civitavecchia	72.3	52204	21	0	11	32	0	0.42	0	0	9
LT	12059006	Cori	86	11249	30	38	14	28	0	0.50	0	0	13
RM	12058120	Fiumicino	213.4	68668	25	17	17	37	0	1.19	0	0	37



LITORANEA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km <sup>2</sup> )	Popolazione	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	superi				
LT	12059007	Fondi	142.3	37279	28	40	13	21	0	0.38	0	0	27
LT	12059008	Formia	73.5	37483	26	36	16	26	0	0.64	0	0	17
LT	12059009	Gaeta	28.5	21668	25	23	12	26	0	0.70	0	0	28
RM	12058043	Genzano di Roma	18.3	24129	24	18	12	24	0	0.65	0	0	14
LT	12059010	Itri	101.2	10229	26	31	12	21	0	0.50	0	0	21
RM	12058116	Ladispoli	26	40279	19	2	13	16	0	0.54	0	0	17
RM	12058050	Lanuvio	44	12894	24	18	13	26	0	0.93	0	0	10
RM	12058115	Lariano	27	12721	30	38	14	30	0	0.59	0	0	12
LT	12059011	Latina	277.8	118612	27	33	15	29	0	1.02	0	0	20
LT	12059012	Lenola	45.7	4204	27	45	14	18	0	0.41	0	0	25
LT	12059013	Maenza	42.6	3173	34	62	17	25	0	1.06	0	0	13
RM	12058054	Manziana	23.8	6775	15	0	10	11	0	0.32	0	0	4
LT	12059014	Minturno	42.1	19072	26	37	17	26	0	0.52	0	0	30
VT	12056035	Montalto di Castro	189.5	8925	15	0	10	10	0	0.35	0	0	16
VT	12056037	Monte Romano	86	1997	15	0	10	16	0	0.77	0	0	3
LT	12059015	Monte San Biagio	66.4	6195	28	39	12	18	0	0.36	0	0	13
RM	12058070	Nemi	7.2	2005	23	18	12	21	0	0.50	0	0	11
RM	12058072	Nettuno	71.8	46847	22	9	13	24	0	0.82	0	0	26
LT	12059016	Norma	30.8	4070	27	31	13	25	0	0.47	0	0	8
VT	12056041	Oriolo Romano	19.2	3723	15	0	10	13	0	0.36	0	0	5
RM	12058079	Pomezia	110.9	60167	24	9	12	28	0	1.18	0	0	39
LT	12059017	Pontinia	112.2	14101	31	54	16	26	0	0.62	0	0	7
LT	12059019	Priverno	56.8	14317	34	62	17	25	0	0.91	0	0	12
LT	12059020	Prossedi	36.1	1256	37	75	18	26	0	1.12	0	0	16
LT	12059022	Rocca Massima	18.1	1104	29	38	12	28	0	0.50	0	0	12
LT	12059021	Roccagorga	24	4763	33	57	16	25	0	0.67	0	0	9
LT	12059023	Roccasecca dei Volsci	23.6	1173	34	62	17	24	0	0.77	0	0	11
LT	12059024	Sabaudia	144.3	19381	27	29	14	26	0	0.79	0	0	22
LT	12059025	San Felice Circeo	32.1	8496	24	16	11	13	0	0.36	0	0	24
RM	12058097	Santa Marinella	49.3	18088	21	0	11	28	0	0.46	0	0	8
LT	12059026	Santi Cosma e Damiano	31.6	6826	25	37	17	24	0	0.48	0	0	19
LT	12059027	Sermoneta	44.9	8814	27	33	15	28	0	0.96	0	0	6
LT	12059028	Sezze	101.4	24546	31	52	16	27	0	0.81	0	0	7
LT	12059029	Sonnino	63.8	7258	32	55	15	21	0	0.51	0	0	11

LITORANEA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km <sup>2</sup> )	Popolazione	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	superi				
LT	12059030	Sperlonga	18	3273	27	34	11	20	0	0.40	0	0	25
LT	12059031	Spigno Saturnia	38.7	2932	26	38	17	24	0	0.47	0	0	18
VT	12056049	Sutri	60.9	6583	18	1	11	13	0	0.45	0	0	4
VT	12056050	Tarquinia	279	16577	19	0	10	22	0	0.36	0	0	10
LT	12059032	Terracina	136.4	44081	27	35	13	18	0	0.38	0	0	20
VT	12056051	Tessennano	14.7	375	14	0	10	10	0	0.33	0	0	5
RM	12058105	Tolfa	168	5258	18	0	10	21	0	0.43	0	0	7
RM	12058107	Trevignano Romano	39.4	5897	17	0	11	12	0	0.37	0	0	8
VT	12056052	Tuscania	208	8210	15	0	10	14	0	0.56	0	0	3
VT	12056056	Vejano	44.3	2277	15	0	10	14	0	0.44	0	0	5
RM	12058111	Velletri	129.6	53054	29	38	14	27	0	0.64	0	0	14
VT	12056057	Vetralla	113.1	13414	16	0	10	20	0	1.06	0	0	4
VT	12056046	Villa San Giovanni in Tuscia	5.3	1352	15	0	10	16	0	0.58	0	0	3

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

Tabella 7.4 - caratterizzazione dei comuni nella Zona Litoranea

## Conclusioni

In questo documento è riportata la valutazione annuale della qualità dell'aria per la regione Lazio relativa al 2015, eseguita in accordo con la nuova zonizzazione del territorio regionale.

Dopo un riepilogo delle informazioni preliminari, ultima zonizzazione e configurazione attuale della rete di monitoraggio regionale, sono state presentate una sintesi dei monitoraggi da rete fissa 2015, le modalità dell'analisi modellistica effettuata, e i risultati ottenuti per ogni inquinante, per zona e per comune con l'individuazione delle criticità e, laddove possibile, delle cause che le originano.

Il 18 maggio 2012, la Deliberazione della Giunta Regionale del n. 217 approva il progetto di "Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale ai sensi degli artt. 3, 4 e 8 del d.lgs. 155/2010", ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente in attuazione dell'art. 3 commi 1 e 2, art. 4 e dei commi 2 e 5 dell'art. 8, del D.lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. Il territorio laziale è suddiviso in 4 zone Appenninica, Litoranea, Valle del Sacco e Agglomerato di Roma per ogni inquinante a meno dell'Ozono per cui le la zona Appenninica e Valle del Sacco costituiscono un'unica zona.

La rete di monitoraggio degli inquinanti del Lazio a tutto il 2015 consta in 39 postazioni chimiche di misura, alcune dotate di sensori meteorologici, distribuite su 20 comuni; sono inoltre comprese cinque stazioni meteo e cinque centri di gestione e validazione dei dati, collocati presso le sezioni provinciali dell'Agenzia e coordinati da un centro regionale di raccolta, elaborazione e diffusione dei dati. La rete è di proprietà dell'Arpa Lazio che si occupa anche della sua gestione. Il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Mare ha approvato il Progetto di ristrutturazione della rete nel 2014.

La disamina dei dati del monitoraggio da rete fissa per il 2015 evidenzia come ci siano superamenti dei valori limite in ognuna delle zone in cui è suddiviso il territorio laziale. La zona Appenninica e quella Litoranea sono fuori norma solo per l'O<sub>3</sub>, come AOT40 e come numero di superamenti del valore di 120 µg/m<sup>3</sup>.

Lo stato di inquinamento dell'aria è peggiore nell'agglomerato di Roma e nella Valle del Sacco, come storicamente ci si aspetta, per il maggior carico emissivo nell'agglomerato urbano e per la peculiare conformazione del territorio nella Valle che dà luogo al ristagno delle masse d'aria.

Il metodo scelto per la valutazione della qualità dell'aria del Lazio è la combinazione dei campi di concentrazione forniti dal sistema previsionale con le misure sperimentali mediante *data fusion* (assimilazione a posteriori) utilizzando SCM (Successive Corrective Methods) come tecnica interpolativa.

Il sistema previsionale è quello in uso in Arpa Lazio per le previsioni quotidiane, ARIA Regional, messo a punto da ARIANET Srl ed ARIA Technologies S.A.. È un sistema di tipo integrato: si articola in moduli specialistici per il trattamento delle diverse informazioni necessarie alla valutazione modellistica 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 prodotti dal sistema modellistico sia alla verifica dei risultati prodotti mediante il confronto con i dati osservati.

L'assimilazione a posteriori è stata effettuata utilizzando i dati orari di concentrazioni dei vari inquinanti monitorati in ogni stazione operativa che avesse una copertura dati di almeno il 75% tra quelle della rete fissa e quelle della rete ex-Enel di Civitavecchia. Inoltre in zona Valle del Sacco per il solo PM<sub>10</sub>, sono stati utilizzati i dati relativi alle postazioni in cui sono state effettuate delle campagne di monitoraggio spot nel 2015 ricostruendo le serie giornaliere di concentrazioni con stimatore statistico di tipo BLUE (Best Linear Unbiased Estimator).

Per scegliere un valore rappresentativo della situazione comunale della qualità dell'aria, sono state prese in considerazione tra le concentrazioni in uscita dal modello, discretizzate in celle di 4 x 4 km sul Lazio e 1 x 1

km sul dominio di Roma, tutte le celle comprese nel territorio comunale e su questo insieme sono stati calcolati i valori minimo, medio (media pesata) e massimo. Per rimanere a favore di sicurezza i valori scelti per gli standard legislativi a livello comunale sono quelli relativi alle concentrazioni massime nel comune. In alcuni casi questa stima è un po' eccessiva, sono i casi in cui la media e il massimo sono valori distanti ovvero quando il valore massimo è relativo a solo alcune celle del territorio comunale.

Nel valutare la qualità dell'aria nella regione Lazio si riscontrano nelle zone in cui è a tal fine suddiviso dei tratti comuni: l'assenza di criticità per il  $PM_{2.5}$ ,  $C_6H_6$ , CO e  $SO_2$  e la presenza, invece, di criticità per l' $O_3$ , come media sugli ultimi tre anni del numero di superamenti dei  $120 \mu g/m^3$  in media massima sulle otto ore, e per il  $PM_{10}$  limitatamente ai superi giornalieri.

Nel quadro della qualità dell'aria ritratto dalla valutazione la zona Appenninica e la zona Litoranea hanno una buona qualità con qualche comune che presenta superamenti del  $PM_{10}$  giornaliero, al confine con la Valle del Sacco.

La situazione appare meno buona per l'agglomerato di Roma e la zona della Valle del Sacco.

Nell'agglomerato di Roma, ove il carico emissivo è massimo, per il  $PM_{10}$  si evidenzia la presenza di criticità di breve periodo nei comuni di Ciampino, Guidonia, Marino, Roma e Tivoli ove anche la media annua è più elevata; la concentrazione media di  $PM_{10}$  non è però mai superiore al valore limite. Nell'Agglomerato si può inoltre riscontrare una componente fine delle polveri maggiore rispetto alle zone meno antropizzate, infatti il  $PM_{2.5}$  è più elevato che nelle altre zone della regione pur non superando il valore limite in nessun comune. L' $NO_2$  come media annua è superiore al limite a Ciampino, Monte Porzio Catone, Frascati, Roma e Tivoli. L' $O_3$  è fuori norma per quattro comuni, Roma e tre comuni a est Fonte Nuova, Guidonia e Tivoli.

La situazione peggiore è nella Valle del Sacco dove i superamenti del valore giornaliero del  $PM_{10}$  interessano la maggior parte dei comuni (68 su 82) mentre per la media annua sono fuori norma otto comuni. L' $NO_2$  ha un tenore elevato ma, la media annua, risulta eccedente il limite solo per Colleferro, Genazzano, Paliano, San Cesareo, Valmontone e Zagarolo, che risentono della vicinanza di Roma, mentre non ci sono superamenti sull'ora. L' $O_3$  è fuori norma per più della metà dei comuni della Valle.