4.2.3 Zona Appenninica

Da quanto emerge nella Tabella 4.7 nella Zona Appenninica non si osservano superamenti dei valori limite per gli inquinanti rilevati in continuo ad eccezione dell'O_3 nel reatino, ove per entrambi le stazioni vengono superati sia il valore dell'AOT40 sui 5 anni che il numero massimo di superi previsti per la media mobile massima su 8 ore come media per tre anni.

Tabella 4.7 – Standard di legge del 2017 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Appenninica.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2,5	NO_2		BENZENE	SO_2		CO	O_3			
				Media annua valore limite 40 (µg/m^3)	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 µg/m^3 max 35 anno	Media annua (µg/m^3)	Media annua (µg/m^3)	Numero di superamenti di 200 µg/m^3	Media annua (µg/m^3)	Numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m^3	Numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m^3	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	*AOT40 µg/m^3*h	**Numero di superamenti max media mob. su 8 ore	Numero di superamenti orari di 180 µg/m^3	Numero di superamenti orari di 240 µg/m^3
APPENNINICA	Leonessa	Leonessa	RB	12	0	9	7	0	-	-	-	-	22816	34	1	0
	Rieti	Rieti	UT	20	9	13	23	0	1,0	0	0	0	18225	29	0	0
	Civita Castel-lana	Civita Castel-lana Petrarca	UB	20	9	-	15	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Viterbo	Viterbo	UT	18	0	11	28	0	1,1	0	0	0	5361	1	0	0
	Acquapendente	Acquapen-dente	RB	15	0	10	7	0	-	-	-	-	15621	14	0	0

(*) –calcolato come media su 5 anni
(**) –calcolato come media su 3 anni

4.2.4 Zona Litoranea

Analogamente alla Zona Appenninica, nella Zona Litoranea, nel 2017 l'unica criticità è costituita dall'O_3. Il valore limite dell'AOT40, come media degli ultimi cinque anni, viene superato nelle stazioni di Allumiere e di Gaeta Porto mentre il numero di superamenti del valore di 120 µg/m^3, come media mobile massima sulle 8 ore e come media su 3 anni, è superiore ai 25 consentiti nell'anno nella stazione ad Allumiere (Tabella 4.8).

Tabella 4.8 - Standard di legge del 2017 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Litoranea.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2,5	NO_2		BENZENE	SO_2		CO	O_3			
				Media annua valore limite 40 (µg/m^3)	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 µg/m^3 max 35 anno	Media annua (µg/m^3)	Media annua (µg/m^3)	Numero di superamenti di 200 µg/m^3	Media annua (µg/m^3)	Numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m^3	Numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m^3	Numero di superamenti max media mob. su 8 ore	*AOT40 µg/m^3*h	**Numero di superamenti max media mob. su 8 ore	Numero di superamenti orari di 180 µg/m^3	Numero di superamenti orari di 240 µg/m^3
LITORANEA	Aprilia	Aprilia	UB	18	1	-	22	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Latina	LT De Chirico	UT	23	12	-	30	0	0,2	0	0	-	-	-	-	-
	Latina	LT Scalo	UT	22	4	13	27	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Latina	LT Tasso	UT	24	8	-	21	0	-	-	-	-	10080	0	0	0
	Gaeta	Gaeta Porto	UB	22	6	-	29	0	-	-	-	0	18909	15	0	0
	Allumiere	Allumiere	RB	11	0	9	8	0	-	0	0	-	24870	44	0	0
	Civitavecchia	Civitavecchia	UB	22	2	-	21	0	-	0	0	0	10107	8	0	0
	Civitavecchia	Villa Albani	UT	22	2	-	26	0	-	-	-	-	11264	5	0	0
	Civitavecchia	Via Roma	UT	-	-	-	39	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	Civitavecchia	Via Morandi	^	-	-	-	29	0	-	-	-	-	6466	0	0	0
	Civitavecchia	Porto	^	20	1	-	26	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Fiumicino	Fiumicino Villa Guglielmi	^	21	0	12	29	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fiumicino	Fiumicino Porto	^	22	0	-	20	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Allumiere	Allumiere Aldo Moro	^	16	0	9	7	0	-	0	0	-	7285	0	0	0
	Civitavecchia	Aurelia	^	12	0	-	8	0	-			-	-	-	-	-

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2,5	NO_2		BENZENE	SO_2		CO	O_3			
				Media annua valore limite 40 (µg/m^3)	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 µg/m^3 max 35 anno	Media annua (µg/m^3)	Media annua (µg/m^3)	Numero di superamenti di 200 µg/m^3	Media annua (µg/m^3)	Numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m^3	Numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m^3	Numero di superamenti max media mob. su 8 ore	*AOT40 µg/m^3*h	**Numero di superamenti max media mob. su 8 ore	Numero di superamenti orari di 180 µg/m^3	Numero di superamenti orari di 240 µg/m^3
	Civitavecchia	Campo Oro	^	18	0	9	12	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	Faro	^	17	1	8	10	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	Fiumaretta	^	18	0	10	17	0	-	0	0	0	-	-	-	-
	Civitavecchia	Monte Ro-mano	^	16	0	-	6	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	S. Agostino	^	16	1	-	7	0	-	-	-	-	10408	5	0	0
	Civitavecchia	S. Gordiano	^	19	0	-	14	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tolfa	Tolfa	^	14	0	-	8	0	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) –calcolato come media su 5 anni
(**) –calcolato come media su 3 anni
(^) -non inserita nel progetto di rete

5. 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 viene utilizzato in modalità sia previsionale che 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.

- ✓ *Ricostruzione dello stato della qualità dell'aria del giorno precedente*: quotidianamente il sistema modellistico fornisce, per il giorno precedente, le informazioni necessarie ai fini della verifica del rispetto dei valori limite imposti dal d.lgs. 155/2010 su tutto il territorio regionale a partire dai campi di concentrazione prodotti dalla catena modellistica integrati/combinati con le misure, sia fisse che indicative, mediante tecniche di assimilazione e tecniche statistiche di stima oggettiva. Tali informazioni, di cui sono disponibili le stime numeriche per ogni Comune del territorio regionale, sono consultabili sul sito internet dell'Agenzia nella sezione "Stato della Qualità dell'Aria/Stime qualità dell'aria" raggiungibile al seguente indirizzo: "http://www.arpalazio.net/main/aria/sci/".

L'obiettivo di tali informazioni 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.

Oltre a ciò, il sistema modellistico viene utilizzato per effettuare:

- ✓ *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 2017 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 2017.

5.1 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 5.1.

- Modello meteorologico prognostico RAMS per il downscaling delle previsioni meteorologiche dalla scala sinottica (previsioni realizzate dalla US-NOAA) alla scala locale;
- Modulo di interfaccia per l'adattamento dei campi meteorologici prodotti da RAMS/WRF 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).

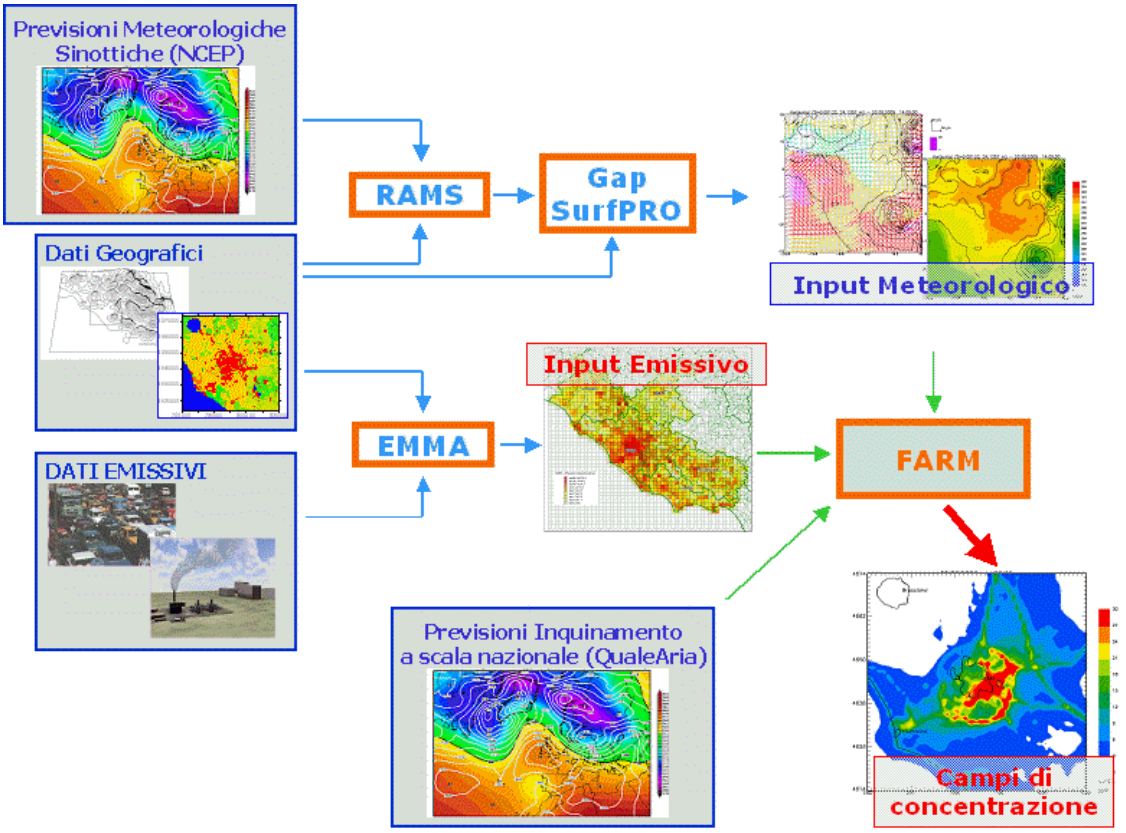


Figura 5.1 - Schema del sistema modellistico.

5.2 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 il comprensorio di Civitavecchia, comprendente la costa da Sant'Agostino a Santa Marinella. 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.

Tabella 5.1 – Caratteristiche spaziali dei domini di simulazione.

Area	Dominio	Risoluzione
Regione Lazio	240 x 200 km^2	4km x 4km
Area di Roma	60 x 60 km^2	1km x 1km
Valle del Sacco	116 x 70 km^2	1km x 1km
Civitavecchia	24 x 24 km^2	1km x 1km

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.

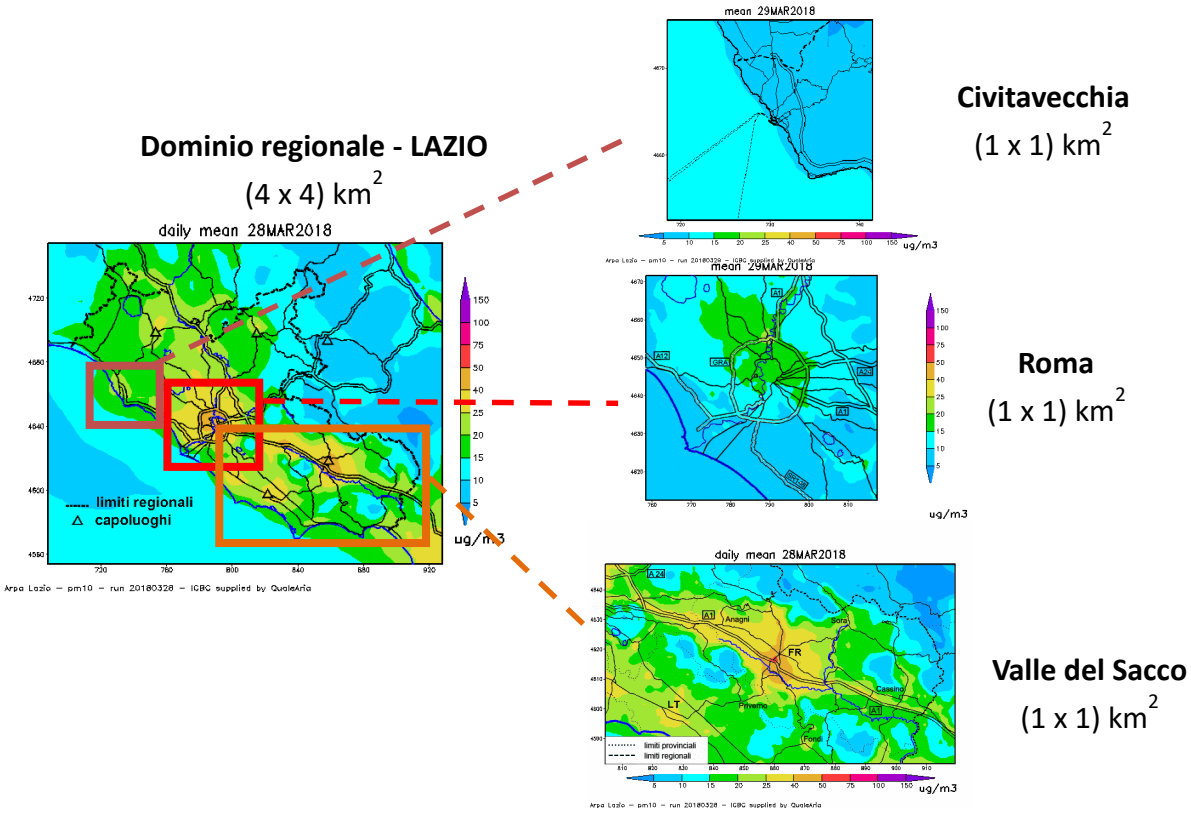


Figura 5.2 – Domini di calcolo del sistema modellistico.

5.3 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:

- APAT 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 NOx 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.

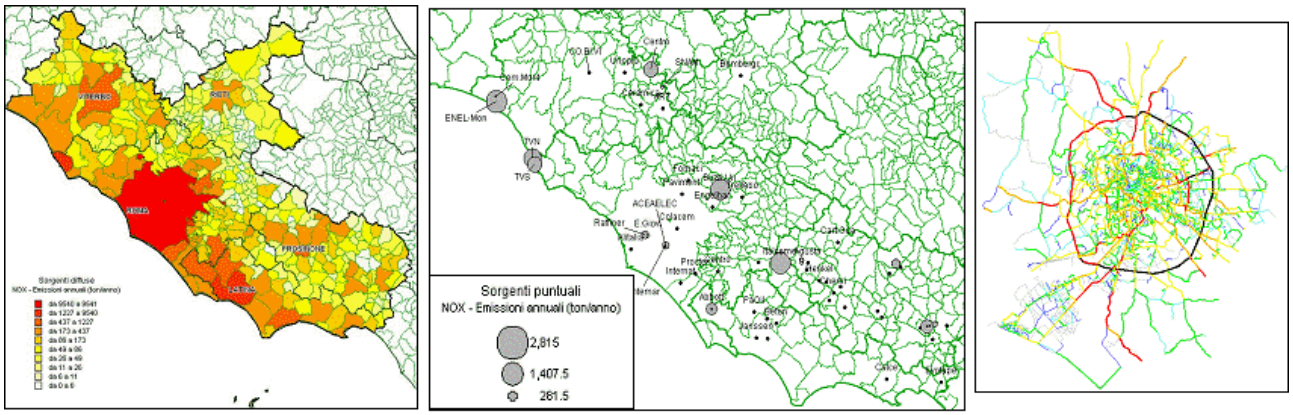


Figura 5.3 - Inventario delle emissioni (diffuse, puntuali e lineari).

5.4 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 terrestre 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. Nel caso del dominio di Civitavecchia viene utilizzato il modello meteorologico prognostico non idrostatico WRF.

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.

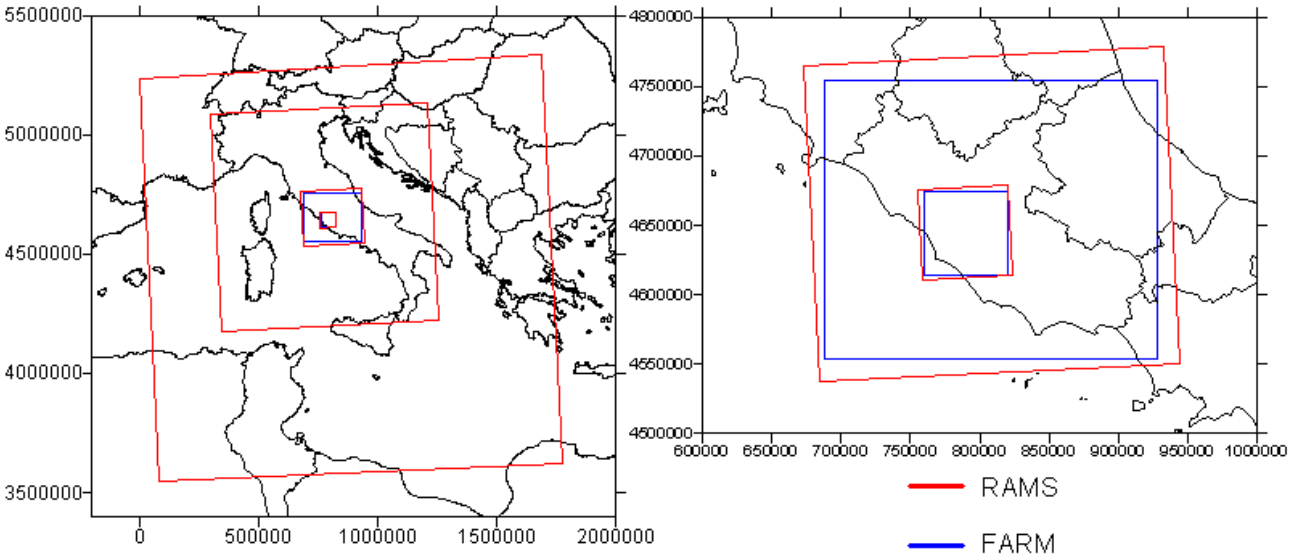


Figura 5.4- Esempio del downscaling del modello meteorologico RAMS e del modello fotochimico FARM.

5.5 Modello fotochimico per la dispersione degli inquinanti in atmosfera

Il modello utilizzato per la simulazione della dispersione e delle reazioni chimiche degli inquinanti è il codice FARM (Flexible Air quality Regional Model), un modello Euleriano tridimensionale di trasporto e chimica atmosferica multifase, configurabile con diversi schemi chimici (SAPRC99 è lo schema chimico operativo) ed in grado di trattare i diversi tipi di materiale particolati. Nel modello 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, su cui si basa il sistema modellistico nazionale MINNI.

5.6 Integrazione 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