



Realizzazione della terza corsia nel tratto compreso tra Verona Nord (Km 223) e l'intersezione con l'Autostrada A1 (Km 314)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - Aggiornamento 2020

Emissione/revisione Settembre 2023 per richiesta integrazioni M.A.S.E.



ALL. B	ALLEGATO B: ATMOSFERA B.1 - Approfondimenti analisi impatti componente atmosfera in fase di esercizio
---------------	--

Data	Revisione	Redazione	Verifica	Approvazione
Settembre 2023	00	V. Buttafuoco	A.C. Bertetti	M. Tamanini

Progettista e responsabile SIA

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
 DELLA PROV. DI BOLZANO**
Dott. Ing. CARLO COSTA
 Nr. 891
**INGENIEURKAMMER
 DER PROVINZ BOZEN**

1 PREMESSA

L'obiettivo della presente relazione è quello di fornire i chiarimenti richiesti in sede di istruttoria VIA in merito agli impatti sulla componente atmosfera associati alla fase di esercizio dell'Autostrada A22 a seguito della realizzazione della terza corsia nel tratto compreso tra Verona e l'Innesto A1-A22 a Modena.

In premessa si ritiene opportuno sottolineare due aspetti fondamentali per inquadrare al meglio le problematiche oggetto di approfondimento.

Il primo riguarda le ipotesi fortemente cautelative che sono state considerate nell'ambito dello SIA per la valutazione degli impatti allo scenario futuro. In particolare lo studio è stato redatto considerando le informazioni disponibili in relazione alla composizione del parco veicolare e alla sua evoluzione negli anni 2018-2019. In questo quinquennio si è assistito ad un incremento molto significativo dei veicoli ad emissioni nulle (veicoli ibridi e elettrici) e alla proposta, attualmente in discussione presso la Commissione Europea dell'introduzione di standard emissivi più stringenti per tutte le tipologie di veicoli (EURO 7).

L'evoluzione del mercato automobilistico indica per il futuro un'incidenza sempre maggiore dei veicoli ad emissioni nulle. A titolo esemplificativo in Figura 1 si riportano i dati Eurostat 2023 relativi alla crescita percentuale dei veicoli elettrici nel 2022 rispetto al 2021. Come si può osservare l'Italia è terza tra i paesi EU con una crescita del 120 %.

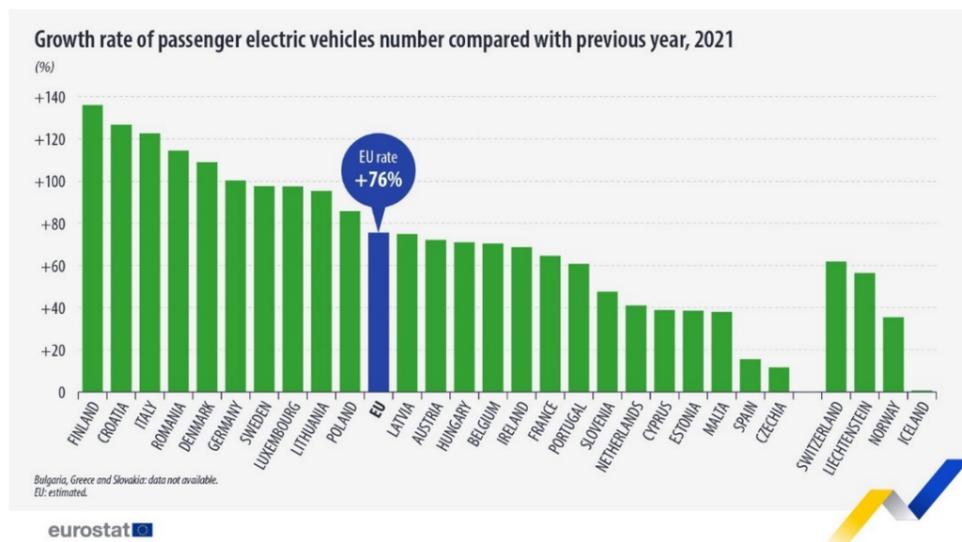


Figura 1 – Crescita percentuale dei veicoli elettrici nel 2022 rispetto al 2021 (fonte Eurostat).

Analizzando l'evoluzione del parco veicolare italiano si osserva effettivamente un incremento importante dei veicoli a minime emissioni (veicoli ibridi ed elettrici). Nella Tabella a seguire sono indicate le incidenze percentuali dei veicoli ibridi+elettrici ed

elettrici sull'intero parco veicolare italiano fornite dall'ACI (<https://opv.aci.it/WEBDMCircolante/>).

Nelle figure 2 e 3 sono visualizzate, sia per i veicoli elettrici+ibridi sia per i soli veicoli elettrici, delle ipotesi di evoluzione dell'incidenza percentuale sul parco circolante considerando una crescita lineare, esponenziale e un'interpolazione polinomiale di secondo grado a partire dai dati ad oggi disponibili. Nello SIA, basandosi su dati storici dell'ultimo decennio, l'incremento dei veicoli elettrici era stato ipotizzato cautelativamente lineare.

L'esiguo numero dei dati a disposizione e le numerose variabili tecnologiche, economiche e sociali che governano il fenomeno analizzato rendono tali ipotesi puramente indicative. Appare tuttavia evidente che la crescita non sarà lineare ma sicuramente più rapida. Tra gli andamenti ipotizzati quello che meglio interpola i dati ad oggi disponibili è la curva di polinomiale di 2° grado che, già al 2035, indicherebbe che il 50% dei veicoli leggeri saranno ibridi o elettrici.

Anno	Incidenza percentuale veicoli elettrici+ibridi	Incidenza veicoli elettrici
2015	0.48%	0.02%
2018	0.66%	0.03%
2019	0.90%	0.06%
2020	1.50%	0.13%
2021	2.89%	0.30%
2022	4.26%	0.39%

Tabella 1 – Evoluzione dell'Incidenza veicoli elettrici ed elettrici+ibridi nel Parco Veicolare italiano

Le ipotesi fatte sono in linea con le politiche che l'Unione Europea sta mettendo in atto soprattutto per ridurre in maniera significativa le emissioni di gas serra. In Figura 4 sono sintetizzati gli obiettivi del "European Green Deal" con il quale la Commissione Europea punta a rendere l'Europa neutrale dal punto di vista climatico nel 2050.

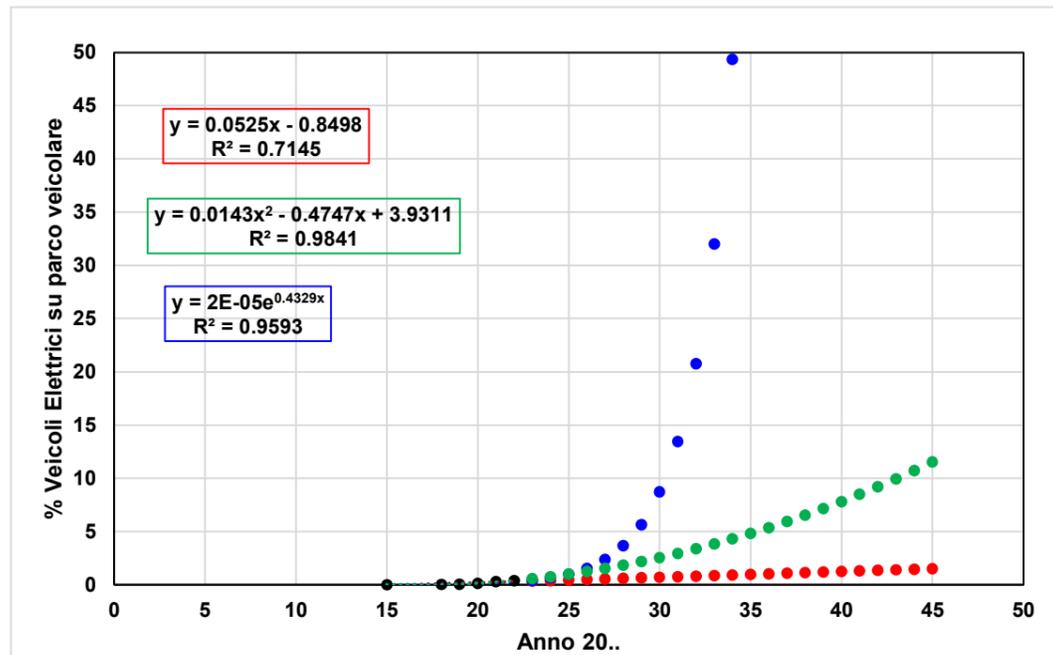


Figura 2 – Ipotesi di crescita dell'incidenza percentuale dei veicoli elettrici nel Parco Veicolare Italiano

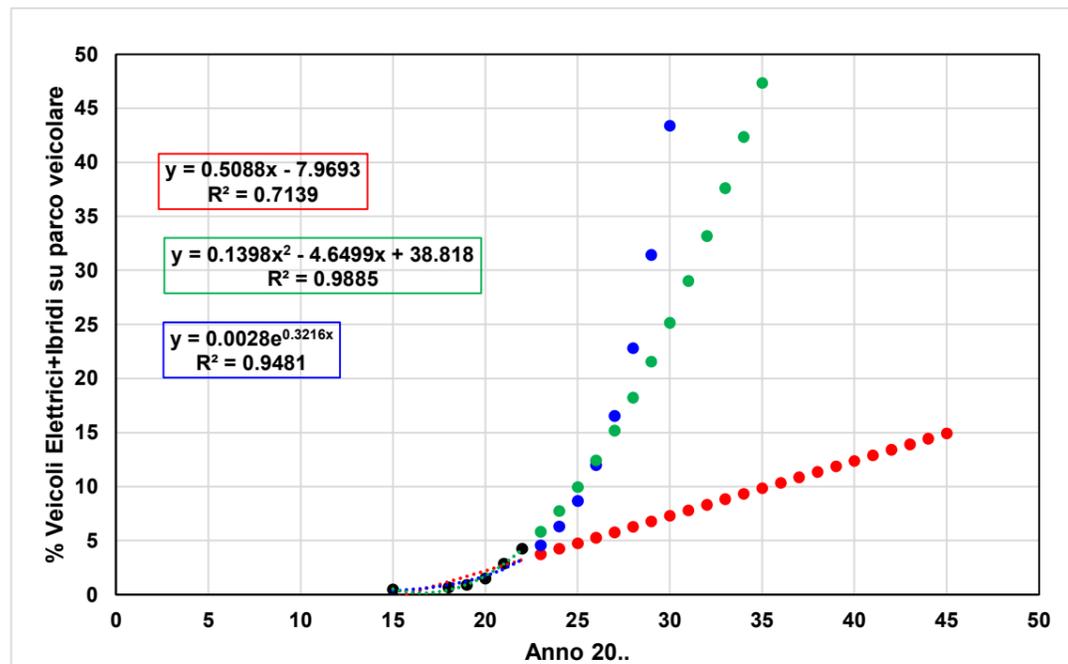


Figura 3 – Ipotesi di crescita dell'incidenza percentuale dei veicoli elettrici + ibridi nel Parco Veicolare Italiano

Making transport sustainable for all



Our transition to greener mobility will offer clean, accessible and affordable transport even in the most remote areas.

The European Commission proposes more ambitious targets for reducing the CO2 emissions of new cars and vans.

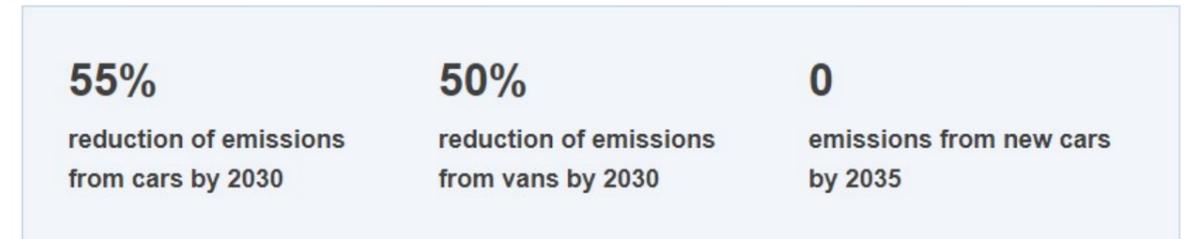


Figura 4 – Obiettivi del "European Green Deal" per le emissioni da trasporti

In coerenza con gli obiettivi del "European Green Deal" la Commissione Europea, a novembre del 2022, ha proposto l'introduzione di standard emissivi più stringenti per tutte le tipologie di veicoli (EURO 7).

La Commissione Europea ha dichiarato che "Nel 2035, con la norma EUR 7 le emissioni di NOx di autovetture e furgoni si ridurranno del 35% rispetto a quelle che si sarebbero avute con i parametri della norma Euro 6 e quelle di autobus e autocarri del 56 % rispetto ai parametri della Euro VI. Allo stesso tempo, il particolato emesso dallo scarico si ridurrà del 13% nel caso delle autovetture e dei furgoni e del 39% per autobus e autocarri, mentre il particolato prodotto dai freni delle autovetture calerà del 27%. Ogni veicolo Euro 7 dovrà rispettare limiti di emissione più bassi o nuovi (riguardanti anche inquinanti non regolamentati in precedenza), prove su strada in condizioni di marcia più rappresentative e prescrizioni più stringenti in tema di durabilità. Oltre a ciò, grazie alle disposizioni della norma Euro 7 si ridurranno le emissioni di freni e pneumatici, che rappresenteranno presto la principale fonte di emissioni di particolato del trasporto su strada. Nuovi metodi digitali, basati su sensori di bordo che misurano le emissioni durante l'intero ciclo di vita del



veicolo, semplificheranno il controllo della conformità dei veicoli alle norme sulle emissioni.”

La data proposta dalla Commissione per l'entrata in vigore del nuovo regolamento è il 1° luglio 2025 per i veicoli leggeri nuovi (autovetture e furgoni) e il 1° luglio 2027 per i veicoli pesanti nuovi (autocarri e autobus). Sono previste eccezioni limitate per i veicoli prodotti da piccoli costruttori per tenere conto di vincoli tecnologici specifici.

Alla luce delle precedenti considerazioni si può affermare che gli impatti sulla qualità dell'aria stimati nel SIA per l'esercizio autostradale all'orizzonte temporale 2035, oltre che pienamente compatibili con i limiti normativi, sono inevitabilmente sovrastimati in termini di futuro contributo all'inquinamento atmosferico.

Il secondo aspetto degno di attenzione riguarda gli incrementi di traffico che gli studi trasportistici hanno evidenziato confrontando lo scenario progettuale e lo scenario programmatico lungo l'Autostrada A22 a seguito della realizzazione della terza corsia.

Tale incremento potrebbe configurare un teorico aumento locale degli impatti associati alla realizzazione dell'opera. Nel prossimo paragrafo verrà dettagliatamente dimostrato che tale aumento nella realtà non si verificherà in ragione degli effetti positivi che la fluidificazione del traffico avrà anche sulle emissioni di inquinanti.

In ogni caso si ritiene utile sottolineare che in termini regionali e sovraregionali l'incremento del traffico lungo la A22 non configura un incremento delle emissioni stradali ma semplicemente una loro diversa localizzazione spaziale. Infatti i veicoli che, in presenza di una infrastruttura in grado di fornire livelli di servizio migliori, opteranno per l'utilizzo della Autostrada, determineranno una riduzione dei flussi veicolari lungo i percorsi che avrebbero in alternativa utilizzato.

Si può pertanto concludere che, anche non considerando l'effetto dei livelli di servizio sulle emissioni veicolari, la realizzazione del Progetto di ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada del Brennero nel tratto compreso tra Verona e l'Innesto A1-A22 a Modena può ritenersi a “saldo zero” in termini di emissioni in atmosfera su scala regionale e sovraregionale, ossia non determinerà un incremento delle emissioni di inquinanti ma al più una loro redistribuzione spaziale.

2 EMISSIONI IN ATMOSFERA IN PRESENZA DI TRAFFICO CONGESTIONATO

La stima delle emissioni veicolari in Europa si basa sul metodo COPERT V, lo sviluppo di COPERT è coordinato dall'Agenzia europea dell'ambiente (EEA), nel quadro delle attività del Centro tematico europeo per l'inquinamento atmosferico e la mitigazione dei cambiamenti climatici. La metodologia COPERT è il metodo ufficiale per la stima delle emissioni veicolari nell'ambito degli inventari emissivi nazionali UE (cfr. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook) ed è coerente con le linee guida IPCC del 2006 per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

Il modello COPERT stima le emissioni considerando le principali modalità operative dei veicoli stradali:

- emissioni a caldo (hot emission) prodotte dai veicoli in marcia con funzionamento del motore a regime normale (temperatura = 90°C circa);
- emissioni a freddo (cold over-emission) originate dai veicoli in marcia durante la fase di riscaldamento del veicolo;
- emissioni diverse dai gas di scarico (da evaporazione del carburante, emissioni di usura di pneumatici e freni).

Il fattori di emissione vengono forniti dal modello in funzione delle diverse tipologie veicolari (Autoveicoli, LDV, HDV e moto), delle direttive in materia di emissioni (Euro I, II, III.... VI) e della velocità.

Il modello COPERT risulta adeguato per la stima delle emissioni globali e per il calcolo delle emissioni da fornire ai modelli di calcolo nell'ambito di studi previsionali ma non sempre consente di cogliere fenomeni specifici quali la variazione delle emissioni veicolari in funzione delle condizioni di congestione del traffico. In tali situazioni, infatti, la sola velocità media di percorrenza non consente di apprezzare l'influenza fondamentale che nei quantitativi di inquinanti emessi hanno ad esempio cicli frequenti di accelerazioni e decelerazioni.

Al fine di rendere maggiormente aderente alla realtà i fattori di emissioni sono stati sviluppati numerosi studi basati principalmente su misure in campo in grado di documentare le effettive emissioni dei veicoli nelle differenti situazioni. Tali attività di campo si avvalgono di sistemi portatili di misurazione delle emissioni (PEMS).

Molto spesso i risultati dei test in campo sono raccolti e sistematizzati in funzione del parametro VSP (vehicle-specific power). Il concetto di VSP è stato introdotto per la prima volta da J. L. Jiménez del Massachusetts Institute of Technology e rappresenta la somma dei carichi sul veicolo risultanti dalla resistenza aerodinamica, accelerazione, resistenza al rotolamento e pendenza della strada, divisi per la massa del veicolo. In pratica la VSP rappresenta la richiesta di potenza istantanea del veicolo divisa per la sua massa espressa in kilowatt per tonnellata.

La formulazione completa del VSP proposta da Jiménez è riportata in **Figura 5**.

Vehicle Specific Power (VSP)

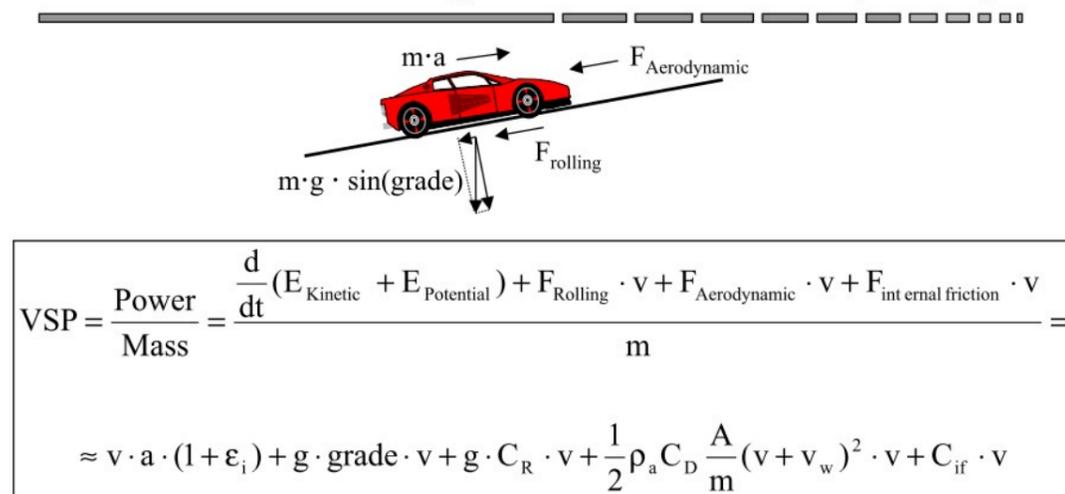


Figura 5 – Metodo di calcolo del VSP proposto da Jiménez

Con alcune semplificazioni operativamente il calcolo del VSP nella maggior parte degli articoli individuati in letteratura viene effettuato tramite la seguente formulazione:

$$VSP \left(\frac{kW}{ton} \right) = v * (1.1a * 9.81 * (a * \tan(\sin(\text{grade}))) + 0.132) + 0.000302 * v^3$$

In cui
v = velocità del veicolo
a = accelerazione del veicolo
grade = pendenza in gradi della strada.

Si riportano nel seguito alcuni esiti di studi alcuni rintracciabili nella letteratura di settore che mettono in relazione il VSP con le emissioni dei veicoli.

- 1) *Developing a High-Resolution Vehicular Emission Inventory by Integrating an Emission Model and a Traffic Model: Part 1—Modeling Fuel Consumption and Emissions Based on Speed and Vehicle-Specific Power* - Haikun Wang & Lixin Fu in "Journal of the Air & Waste Management Association, 60:12, 1463-1470"

In **Figura 6** si riportano gli esiti di rilievi effettuati con tecnologia PEMS su 71 veicoli per un totale di 74 ore, dal 2004 al 2008 in 4 città cinesi, con diverse condizioni di guida in area urbana. Nello specifico sono rappresentate le emissioni espresse in g/h in funzione dei diversi valori di VPS rilevati. Gli andamenti mostrano chiaramente l'aumentare delle emissioni all'aumentare dei valori di VPS.

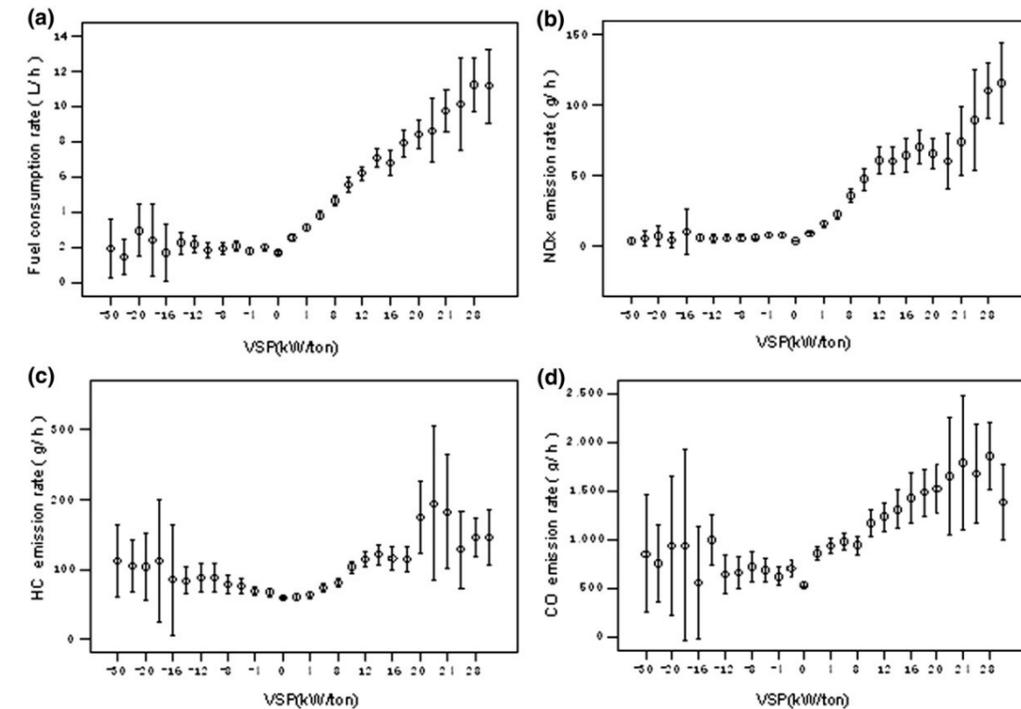


Figura 6 – Emissioni in funzione del VSP

- 2) *A methodology to estimate real-world vehicle fuel use and emissions based on certification cycle data* - Gonçalo O. Duarte, Gonçalo A. Gonçalves, Tiago L. Farias in "Procedia - Social and Behavioral Sciences 111 (2014) 702 – 710"

In **Figura 7** sono evidenziati i risultati dei rilievi emissivi effettuati tramite PEMS su 14 veicoli EURO 5, 11 diesel e 3 benzina, per una media di 2 ore di guida in condizioni urbane ed extraurbane. Gli esiti sono espressi in termini di rapporto tra le emissioni reali e quelle certificate dai produttori al variare del VSP.

Anche in questo caso appare evidente l'incremento delle emissioni all'aumentare del VSP.

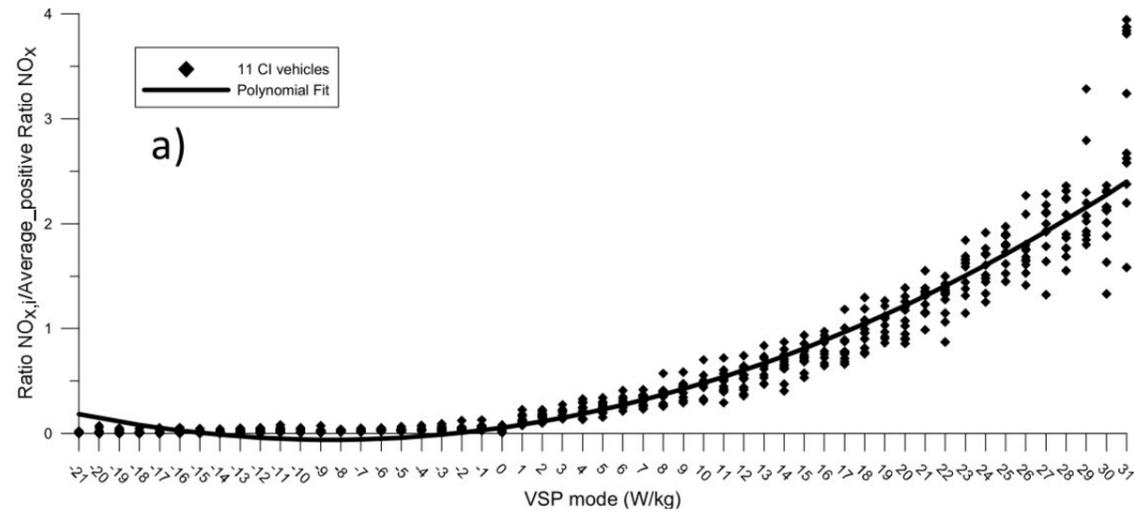


Figura 7 – Rapporto tra le emissioni di NOx su strada e i valori certificati in funzione del valore di VSP

3) *Development of Speed Correction Factors Based on Speed-Specific Distributions of Vehicle Specific Power for Urban Restricted-Access Roadways* - Guohua Song, Lei Yu and Yizheng Wu in "J. Transp. Eng., 2016, 142(3): 04016001"

In **Figura 8** sono visualizzati gli esiti delle attività di monitoraggio delle emissioni effettuate su 22 taxi nella città di Beijing dal 2005 al 2012, durante il loro normale esercizio. I dati raccolti si riferiscono a 5.2 milioni di registrazioni istantanee delle emissioni.

I risultati sono rappresentati attraverso una visualizzazione tramite istogrammi delle emissioni in funzione degli standard emissivi cinesi e del valore di VSP.

Per tutti gli standard e gli inquinanti appare evidente l'incremento delle emissioni all'aumentare del VSP.

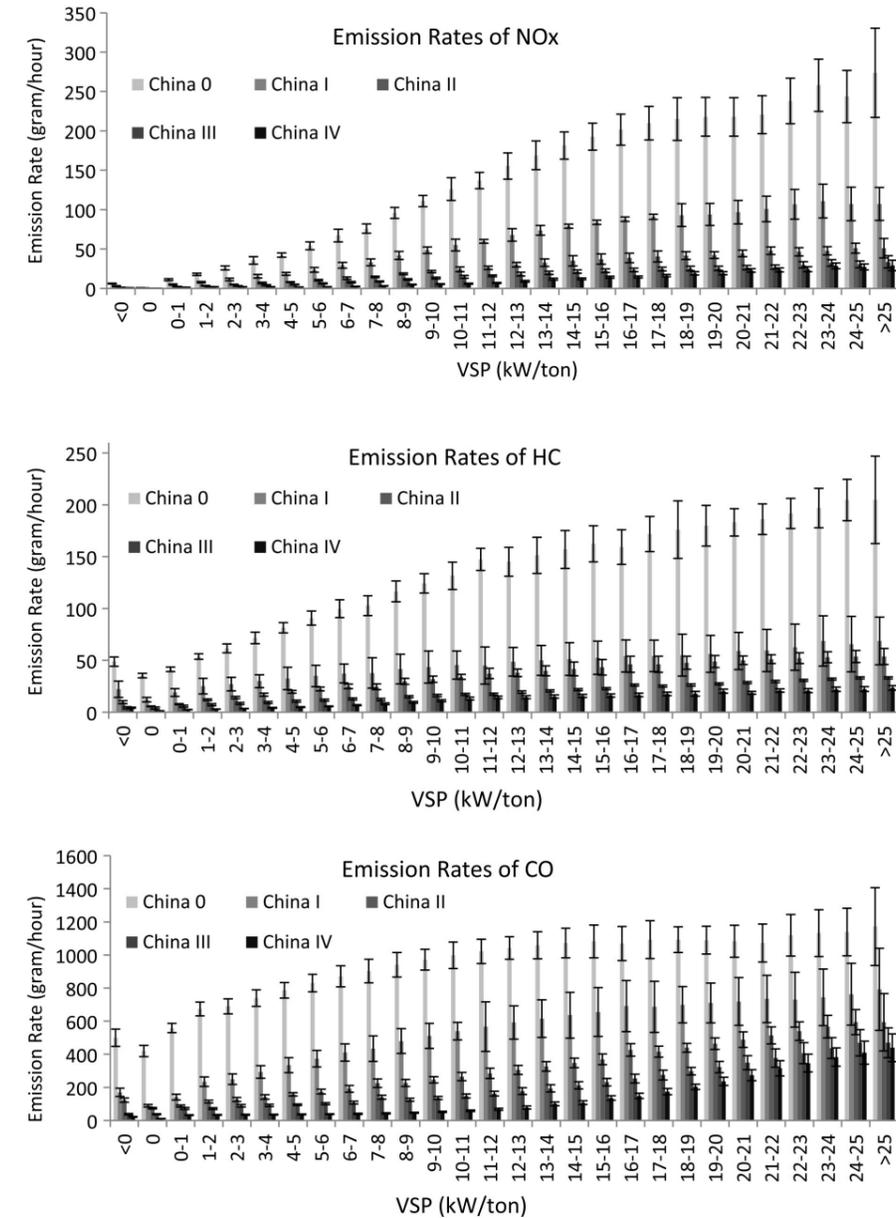


Figura 8 – Emissioni in funzione della tipologia di omologazione e al variare del VSP

4) *Capturing the Variability in Instantaneous Vehicle Emissions Based on Field Test Data* - Zhiqiang Zhai , Ran Tu , Junshi Xu, An Wang and Marianne Hatzopoulou in "Atmosphere 2020, 11, 765; doi:10.3390/atmos11070765"

In **Figura 9** sono evidenziati gli esiti di rilievi effettuati con un sistema PEMS in 31 test di emissioni su strada di un veicolo 2020 Nissan Rogue SV a benzina condotti nella città di Toronto dal 22 ottobre al 12 dicembre 2019. In particolare tramite boxplot sono rappresentate le emissioni istantanee al variare del VSP con un passo di 1 kW/ton di CO₂, CO, NO_x e PN.

Appare evidente, al di là della variazione intrinseca del fenomeno, le emissioni aumentano in maniera significativa all'aumentare del VSP.

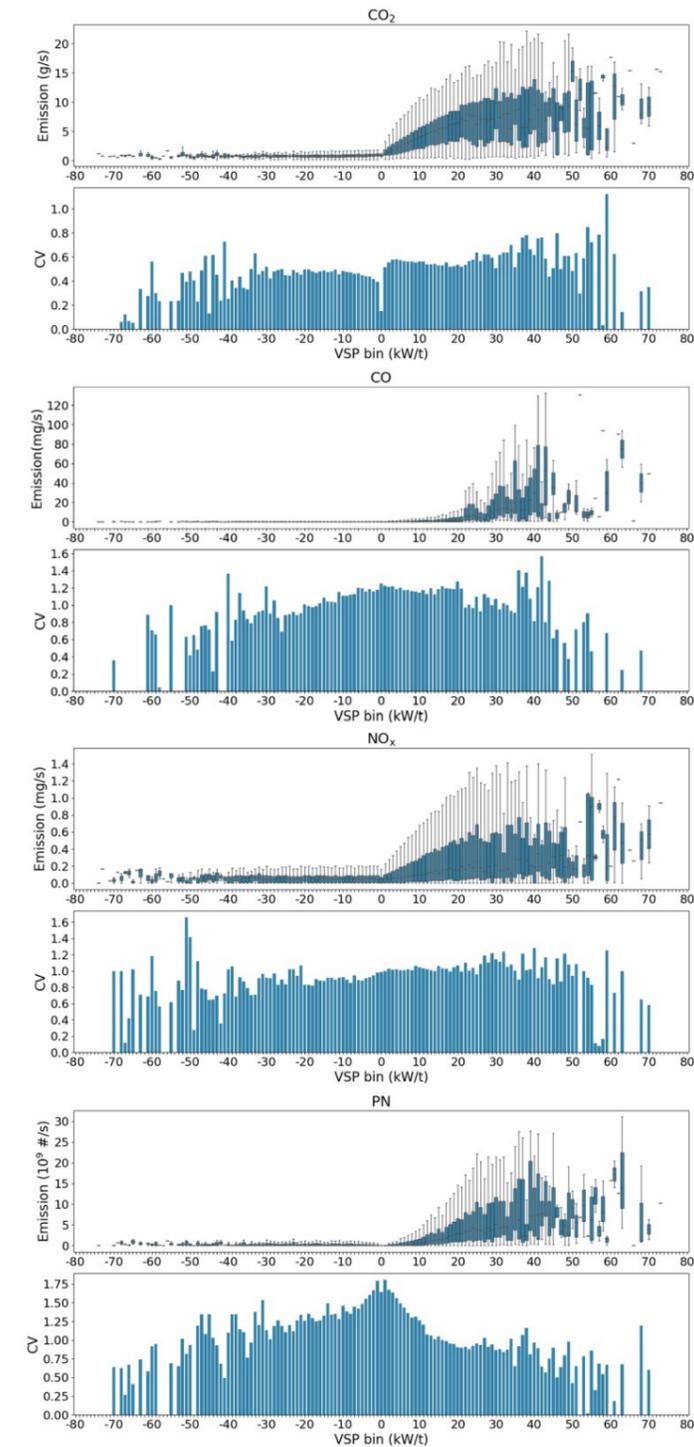


Figura 9 – Coefficiente di Emissione in funzione del VSP

5) *Study on fuel consumption and emission characteristics of China VI heavy duty vehicle based on vehicle specific power* - Dandan Xu, Zhongming Gao, Yong Guo , Yan Yan , Fengbin Wang and Fulu Shi in “E3S Web of Conferences 268, 01055 (2021) VESEP2020”

In **Figura 10** sono sintetizzati gli esiti delle attività di monitoraggio delle emissioni di un HDV conforme agli standard China VI. Le emissioni sono rapportate ai valori di VSP e evidenziano un andamento crescente all'aumentare del VSP. Fanno eccezione le emissioni degli NOx che presentano un picco in corrispondenza di valori di VSP compresi tra 0 e 2, in coerenza al fatto che i veicoli pesanti a velocità contenute sono spesso caratterizzati da significative emissioni in particolare di NOx.

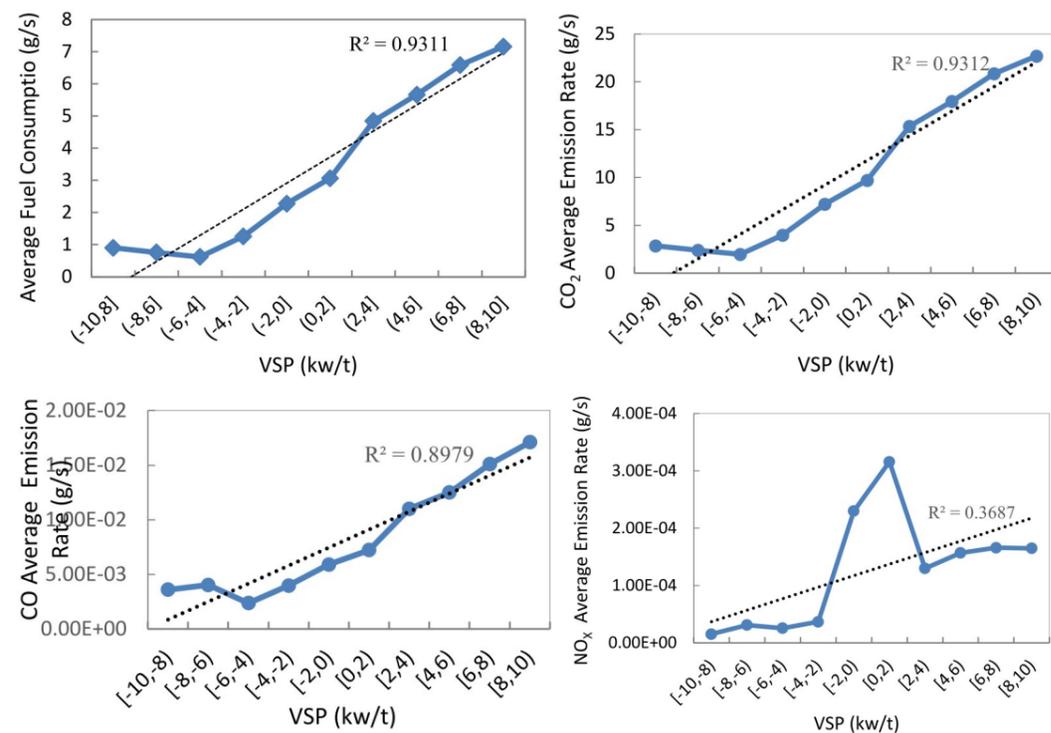


Figura 10 – Emissioni in funzione del VSP

6) *Development of vehicle emission rates based on vehicle-specific power and velocity* - Jisu Park, Jigu Seo, Sungwook Park in “Science of the Total Environment 857 (2023) 159622”

In **Figura 11** sono contenuti gli esiti di rilievi emissivi nel “mondo reale” effettuati in Corea su 17 veicoli commerciali leggeri (LDV) diesel e benzina. Le emissioni istantanee sono rappresentate attraverso mappe colorate che correlano la velocità dei veicoli (ascisse) e il VSP (ordinate).

Come si può osservare è evidente un significativo incremento delle emissioni, a parità di velocità, all'aumentare del VSP.

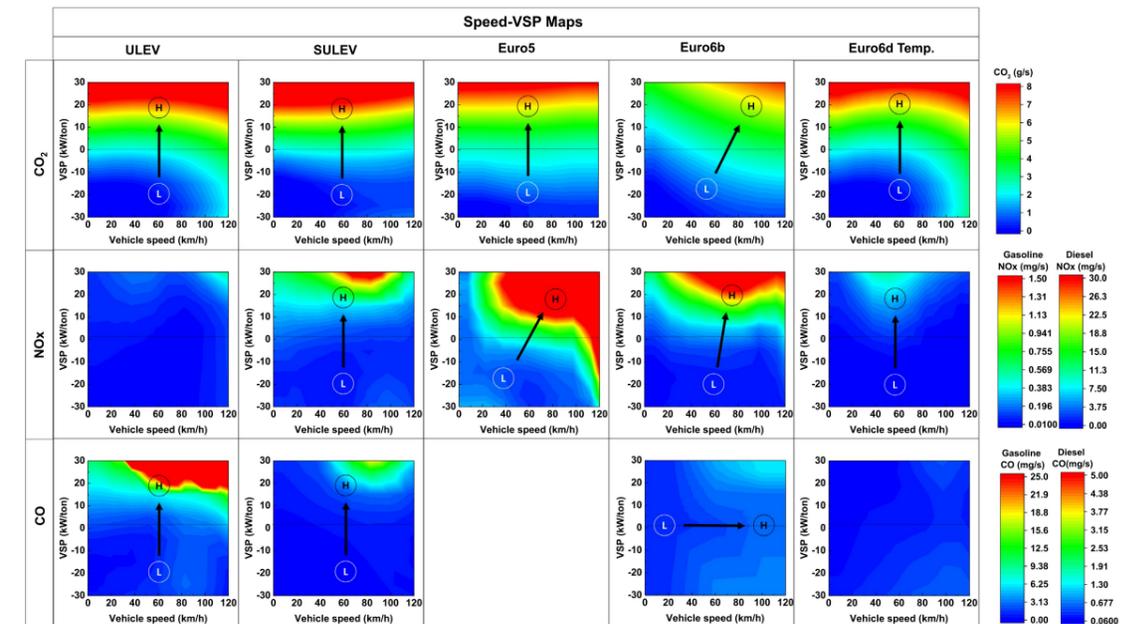


Figura 11 – Schema delle emissioni di CO₂, NO_x e CO in funzione della velocità e del VSP, e le lettere da L ad H indicano le emissioni da basse ad alte.

In **Figura 12** si riporta il valore del VSP per differenti velocità al variare dell'accelerazione.

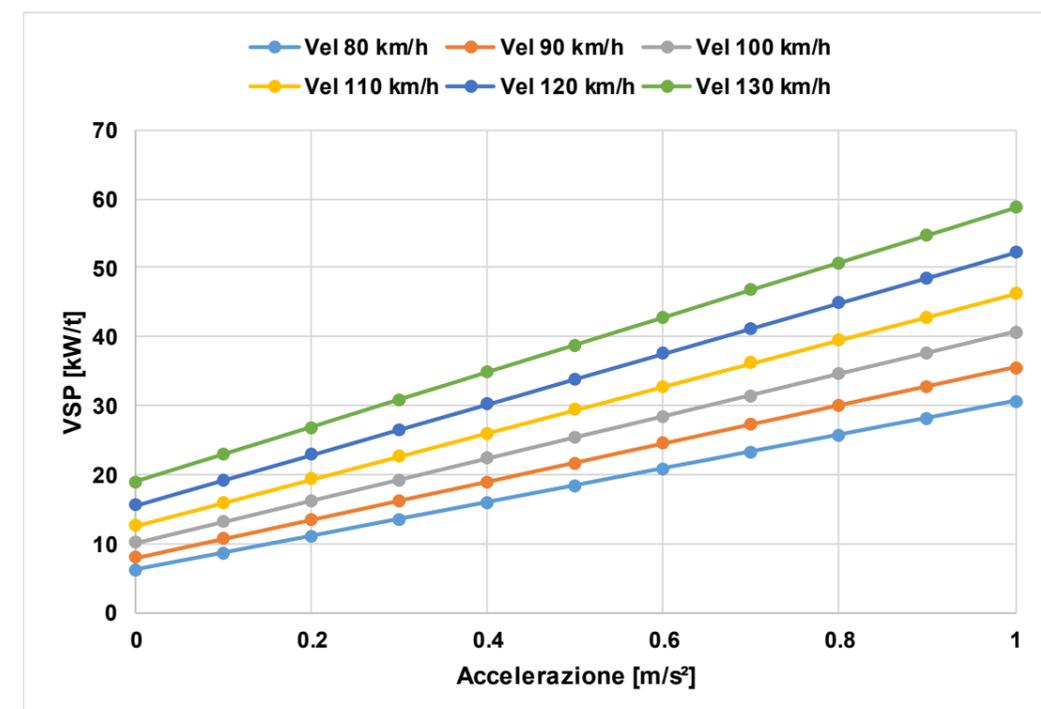


Figura 12 – Valore di VSP in funzione dell'accelerazione

Come si può osservare all'aumentare dell'accelerazione il VSP aumenta significativamente. Ad esempio considerando un veicolo che viaggia 120 km/h in presenza di velocità costante ($a = 0$) il VSP è pari a 15 kW/t, in presenza di un'accelerazione tipica delle fasi di sorpasso ($a = 0.8 \text{ m/s}^2$) il valore di VSP si triplica risultando pari a 45 kW/t.

Analizzando in modo quali/quantitativo gli esiti degli studi precedentemente descritti le emissioni passando da 15 a 45 kW/t come minimo raddoppiano.

Nella figura seguente si riportano i livelli di servizio elaborati nello studio di traffico che mettono a confronto lo scenario programmatico e quello progettuale.

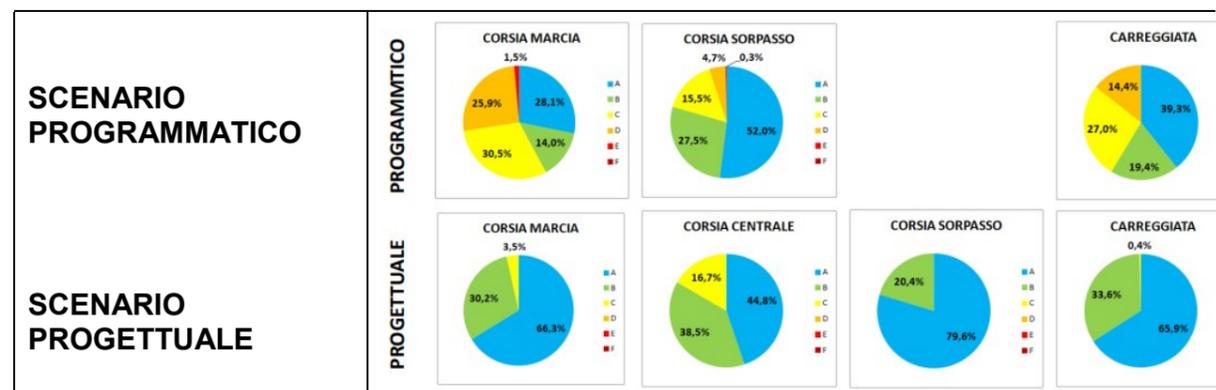


Figura 13 – Livelli di servizio Scenario Programmatico/Scenario Progettuale

Per stimare l'effetto dei livelli di servizio sulle emissioni, sulla base dell'esperienza, sono state fatte le seguenti assunzioni.

Livello di servizio	Veicoli "disturbati", ossia che non possono andare alla velocità desiderata	Numero di sorpassi per i veicoli disturbati al km
A	0%	0
B	10% - 20%	0
C	20% - 40%	4
D	40% - 60%	6
E	60% - 80%	8
F	80%	10

Tabella 2 – Ipotesi associazione livelli di servizio e "veicoli disturbati/numero sorpassi"

Ipotizzando per ogni sorpasso una fase di accelerazione di 5 secondi e un tempo di transito di un km tra i 30-40 sec (velocità compresa tra 90 e 120 km/h) il tempo in fase di accelerazione per un livello di servizio C è pari al 50% e per un livello di servizio D al 75%. Applicando le precedenti assunzioni si ottiene, moltiplicando la percentuale del tempo in accelerazione per la percentuale dei veicoli disturbati, un percentuale di emissioni in fase di accelerazione al km pari al 15% per il livello di servizio C e al 37.5% per il livello D.

Nella tabella seguente si riassumono le assunzioni fatte.

SCENARIO PROGRAMMATICO				
Livello di servizio	Veicoli disturbati	Percentuale del tempo in accelerazione per i veicoli disturbati	% veicoli Scenario Programmatico	Percentuale del tempo in accelerazione (*)
A	0%	0%	39.3%	0.00%
B	15%	0%	19.4%	0.00%
C	30%	50%	27.0%	4.05%
D	50%	75%	14.4%	5.40%
				9.45%

SCENARIO PROGETTUALE				
Livello di servizio	Veicoli disturbati	Percentuale del tempo in accelerazione per i veicoli disturbati	% veicoli Scenario Progettuale	Percentuale del tempo in accelerazione (*)
A	0%	0%	65.9%	0.00%
B	15%	0%	33.6%	0.00%
C	30%	50%	0.4%	0.01%
D	50%	75%	0%	0.00%
				Circa 0.00%

(*) in considerazione del fatto che le analisi quali/quantitative della letteratura disponibile hanno evidenziato per la situazione di accelerazione emissioni come minimo doppie rispetto a quelle della marcia costante la percentuale di tempo in accelerazione rappresenta automaticamente anche l'incremento delle emissioni

Tabella 3 – Stima dell'incremento delle emissioni tra scenario progettuale e scenario programmatico

Considerando, in base alle indicazioni di lettura precedentemente descritte, per la fase di accelerazione un'emissione come minimo doppia rispetto alla marcia a velocità costante, si può stimare un fattore correttivo incrementale delle emissioni per lo scenario programmatico del 9%.

I risultati delle valutazioni precedentemente descritte sono confermati, in termini di ordini di grandezza, da un ulteriore studio individuato:

7) *Assessing the impact of multi-dimensional driving behaviors on link-level emissions based on a Portable Emission Measurement System (PEMS)* - Qian Yu, Yang Yang, Xiao Xiong, Sijia Sun, Yuanyuan Liu, Yuanqing Wang in "Atmospheric Pollution Research 12 (2021) 414–424"

In **Figura 14** si riporta le emissioni misurate in funzione dei livelli di servizio. I dati sono stati raccolti con un sistema PEMS su un veicolo a benzina EURO 5 (2018 Volkswagen Sagitar).

Per i livelli di servizio sono state considerate le seguenti condizioni:

- livello 1 - flusso libero: il funzionamento di ciascun veicolo non è influenzato dal presenza di altri. Il conducente è libero di accelerare
- livello 2 - flusso costante I: i conducenti iniziano a rispondere all'esistenza di altri veicoli, anche se il conducente può mantenere una velocità più elevata

- livello 3 - flusso costante II: il conducente sarà disturbato dalle vetture anteriori e posteriori.
- livello 4 - flusso saturo: livelli di traffico prossimi alla capacità di carico della viabilità
- livello 5: flusso forzato: livelli di traffico oltre la capacità di carico.

Si ritiene ragionevole correlare il livello 1 al LOS A, il livello 2 al LOS B, il livello 3 al LOS C, il livello 4 ai LOS D ed E, il livello 5 al LOS F.

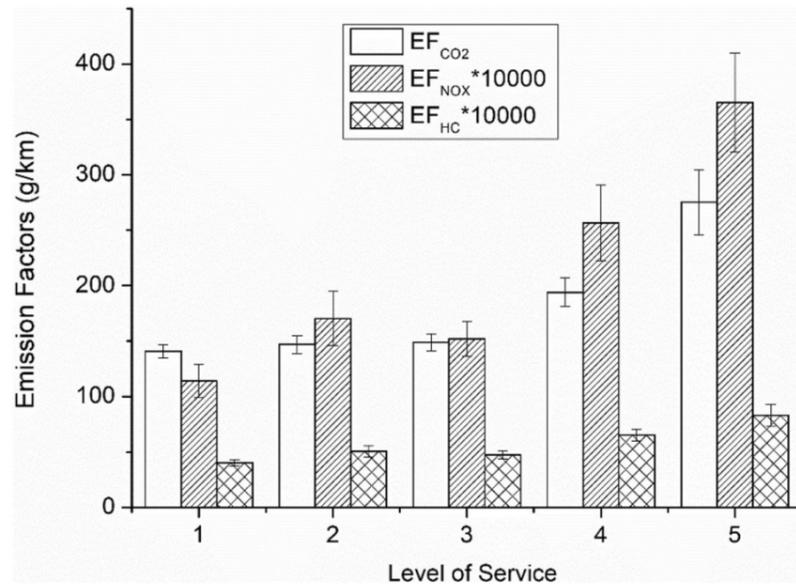


Figura 14 – Emissioni in funzione dei livelli di servizio

Nella tabella seguente si sono calcolate le emissioni medi di NOx del veicolo oggetto di studio ipotizzando le distribuzioni percentuali dei livelli di servizio dell'A22 nelle configurazioni progettuale e programmatico.

L'incremento delle emissioni risulterebbe pari al 16%, valore sostanzialmente coerente con le analisi precedente sviluppate.

Emissione NOx [g/km]	Programmatico	Progettuale
110	39.3%	65.9%
175	19.4%	33.6%
150	27.0%	0.4%
250	14.4%	0.0%
	157.1	135.2

Tabella 4 – Stima dell'incremento delle emissioni tra scenario progettuale e scenario programmatico degli NOx in base alle indicazioni dell'articolo citato

3 AGGIORNAMENTO DEI BILANCI EMISSIVI

Alla luce delle considerazioni ed elaborazioni sviluppate nel paragrafo precedente sono stati aggiornati i bilanci emissivi presentati nello Studio di Impatto Ambientale relativamente allo scenario temporale 2035, considerando un incremento delle emissioni del 9% per gli scenari attuali, tendenziale e programmatico, per considerare debitamente le emissioni aggiuntive determinate dagli attuali livelli di servizio dell'infrastruttura. Per lo scenario progettuale non è stato necessario applicare alcun correttivo in quanto la nuova configurazione progettuale (3° corsia), garantirà livelli di servizio complessivi della carreggiata A e B.

Gli esiti dei bilanci per gli inquinanti potenzialmente critici (NOx e Pm10) sono sintetizzati in forma grafica e tabellare nelle Figura 15 e Figura 16.

Come si può osservare confrontando lo scenario programmatico e progettuale si assiste ad una riduzione delle emissioni dell'ordine del 6%. Tale riduzione è il frutto dell'effetto combinato del lieve incremento di traffico determinato dalla maggiore attrattività dell'Autostrada non congestionata e della riduzione delle emissioni garantita dai nuovi livelli di servizio della configurazione progettuale.

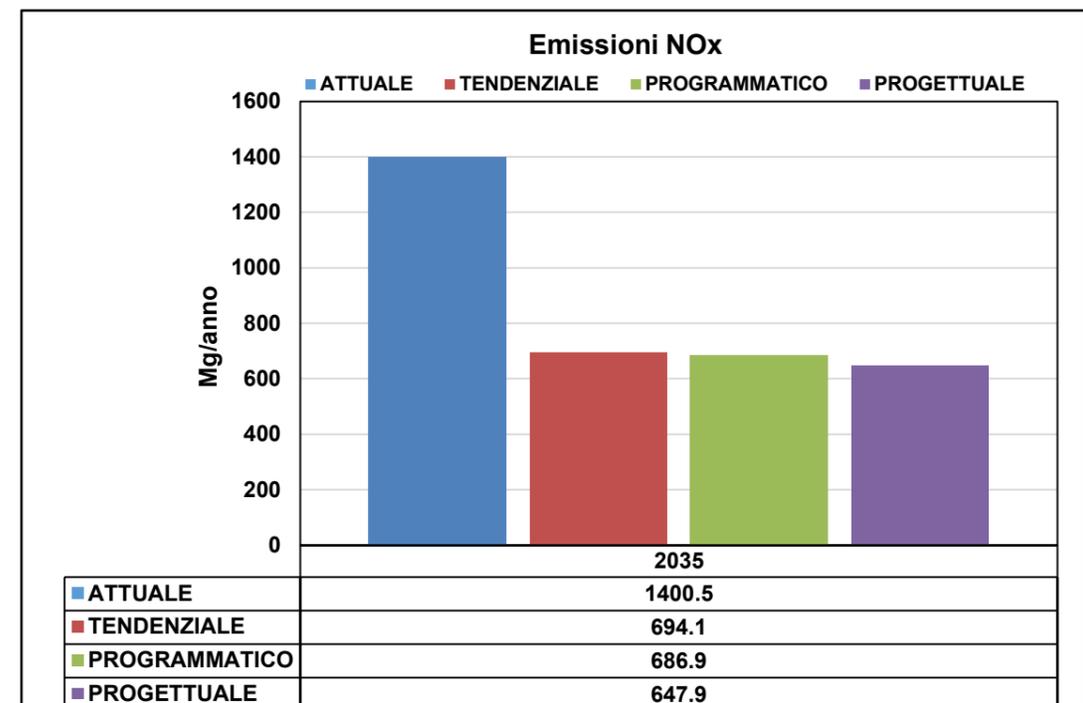


Figura 15 – Bilanci emissivi 2035 - NOx

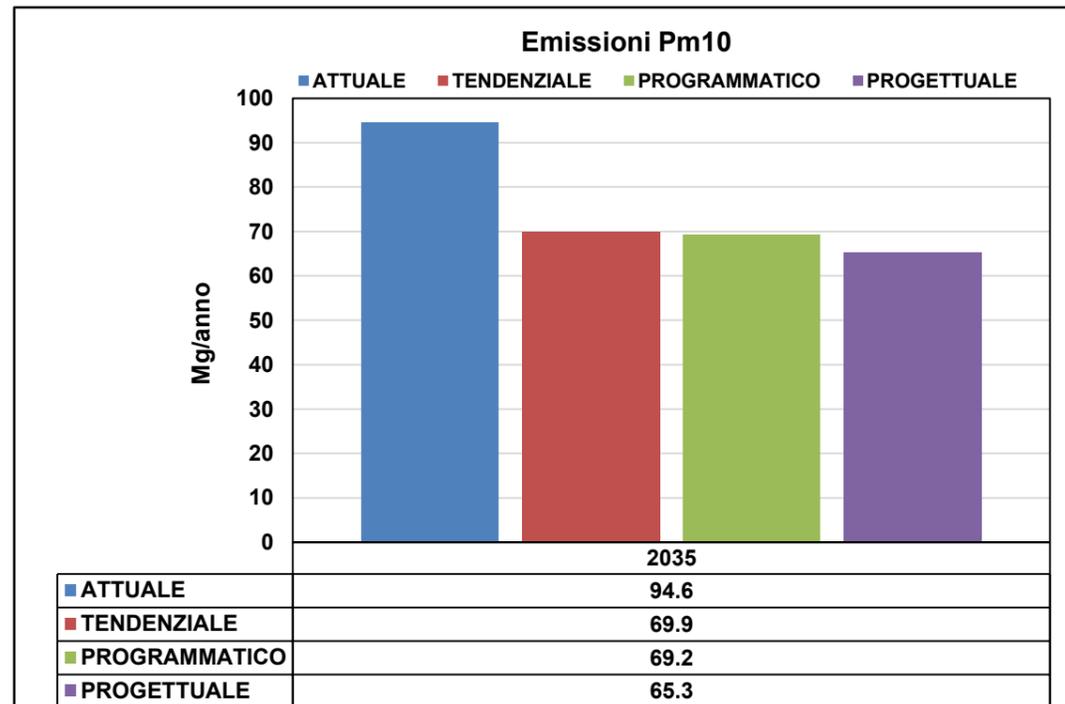


Figura 16 – Bilanci emissivi 2035 – Pm10

I punti individuati sono ragionevolmente rappresentativi degli impatti massimi sul sistema ricettore.

Gli esiti delle valutazioni sono documentati nelle **Tabella 5** ÷ **Tabella 6**. Come si può osservare livelli di impatto nello scenario progettuale risultano conformi agli attuali limiti normativi.

Il contributo della sorgente autostradale alla concentrazione media annuale di NO₂ è, in corrispondenza di tutti i punti di controllo, inferiore a 20 µg/m³, valore che sommato ad un livello di fondo medio documentato dalle centraline presenti nell'ambito di studio di 20 µg/m³, garantisce il rispetto del limite di 40 µg/m³ previsto per tale parametro di controllo dal Dlgs 155/10. Il 18° valore orario di NO₂, in tutti i punti di controllo, è inferiore a 200 µg/m³, limite previsto dal Dlgs 155/10.

In merito alle polveri il contributo alle concentrazioni medie annuali di Pm₁₀ è sempre minore di 4 µg/m³, ossia un ordine di grandezza inferiore rispetto al limite normativo (40 µg/m³ - Dlgs 155/10), analogamente anche il contributo alle medie annuali di Pm_{2.5} non supera mai i 2.5 µg/m³ a fronte di un limite di 25 µg/m³. Il 35° valore della media giornaliera di Pm₁₀, a fronte di un limite di 50 µg/m³, è sempre inferiore a 8.5 µg/m³.

Il confronto con lo scenario programmatico evidenzia per tutti gli inquinanti e parametri di controllo livelli di impatto inferiori sia rispetto allo stato attuale sia rispetto allo scenario programmatico, coerentemente ai bilanci emissivi descritti nel paragrafo precedente.

4 RISULTATI PUNTUALI DELLE VALUTAZIONI

In ottemperanza a quanto richiesto in sede di istruttoria si è proceduto ad effettuare delle valutazioni modellistiche puntuali.

I calcoli previsionali sono stati effettuati seguendo l'approccio metodologico (dati meteo, modello di calcolo) dettagliatamente illustrato nel SIA e hanno considerato le emissioni del SIA corrette, per lo scenario attuale e programmatico, in base alle considerazioni sviluppate nei paragrafi precedenti.

Sono stati individuati 58 ricettori di controllo la cui ubicazione è riportata nelle figure seguenti.

I ricettori prescelti sono rappresentativi degli edifici residenziali a minima distanza dal tracciato o in corrispondenza dei fronti maggiormente esposti dei nuclei residenziali in prossimità della A22. Sono inoltre stati considerati i ricettori sensibili ubicati a distanza dal ciglio stradale inferiori a 250 m, nello specifico:

- R8: Scuola dell'Infanzia e Nido integrato L.S. Mariotto, Comune di Villafranca di Verona;
- R9: Scuola Materna, Comune di Vigasio;
- R12: Scuola Media A. Manzoni. Comune di Nogarole Rocca;
- R20: Coop sociale Fior di Loto, Comune di Mantova.

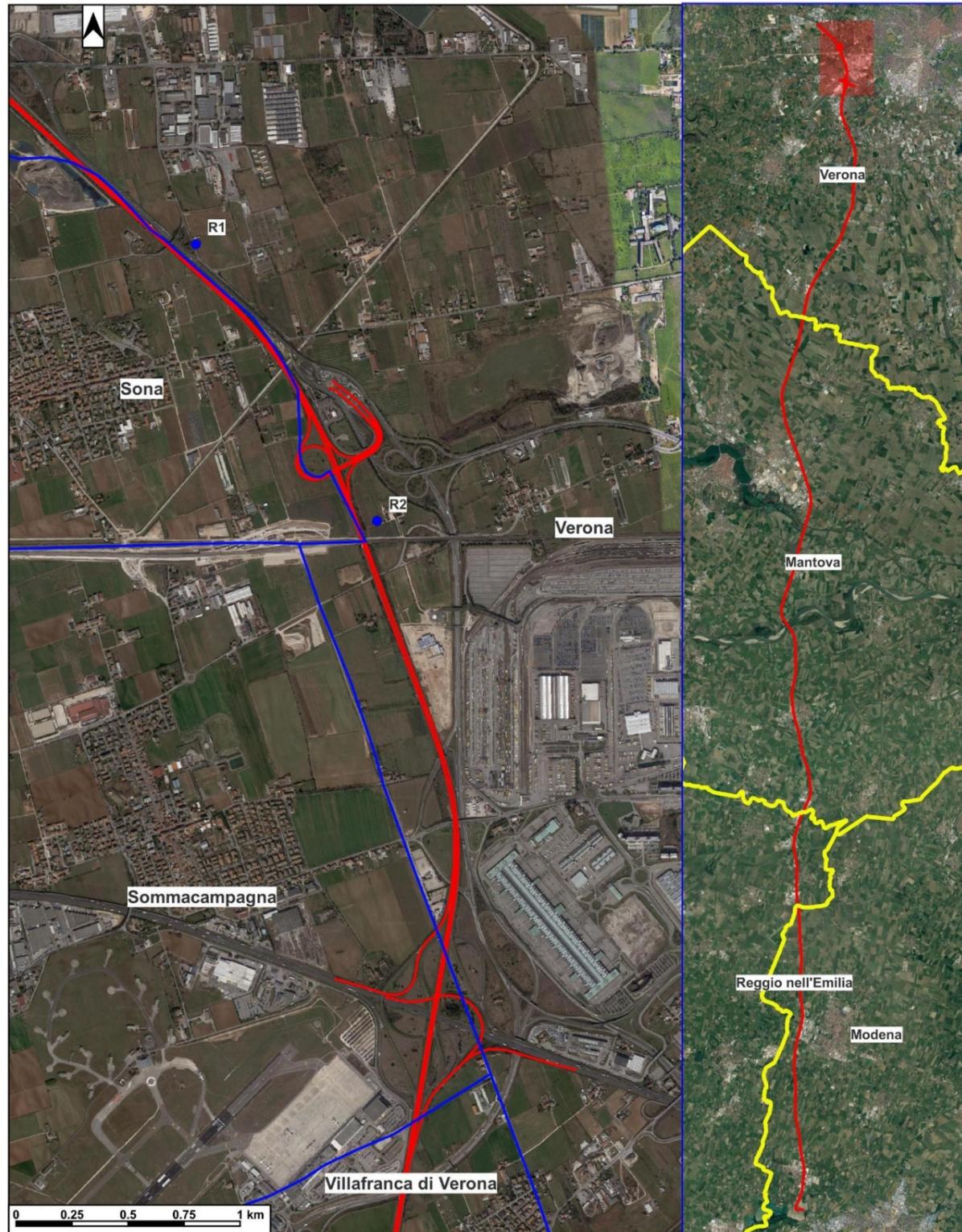


Figura 17 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

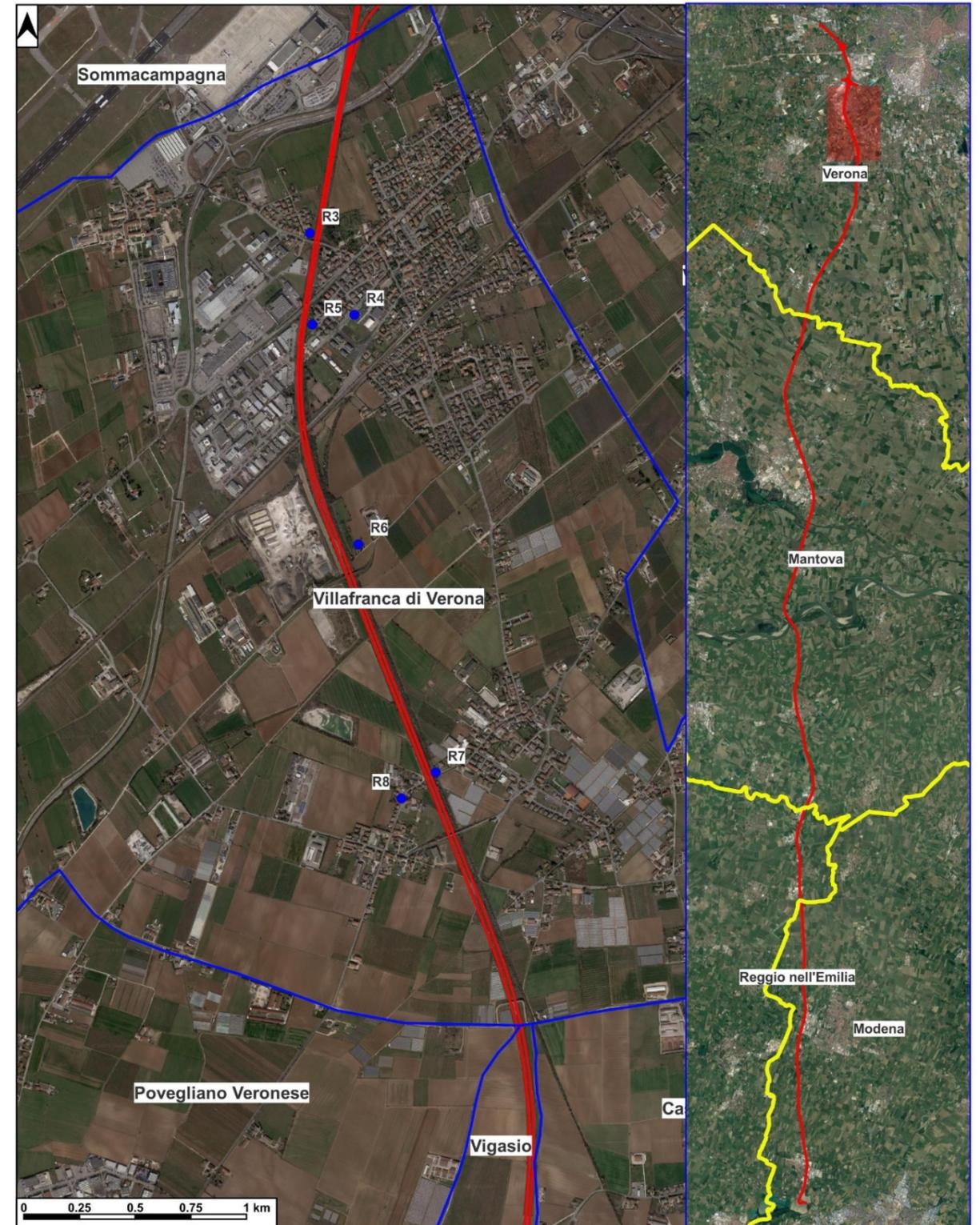


Figura 18 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

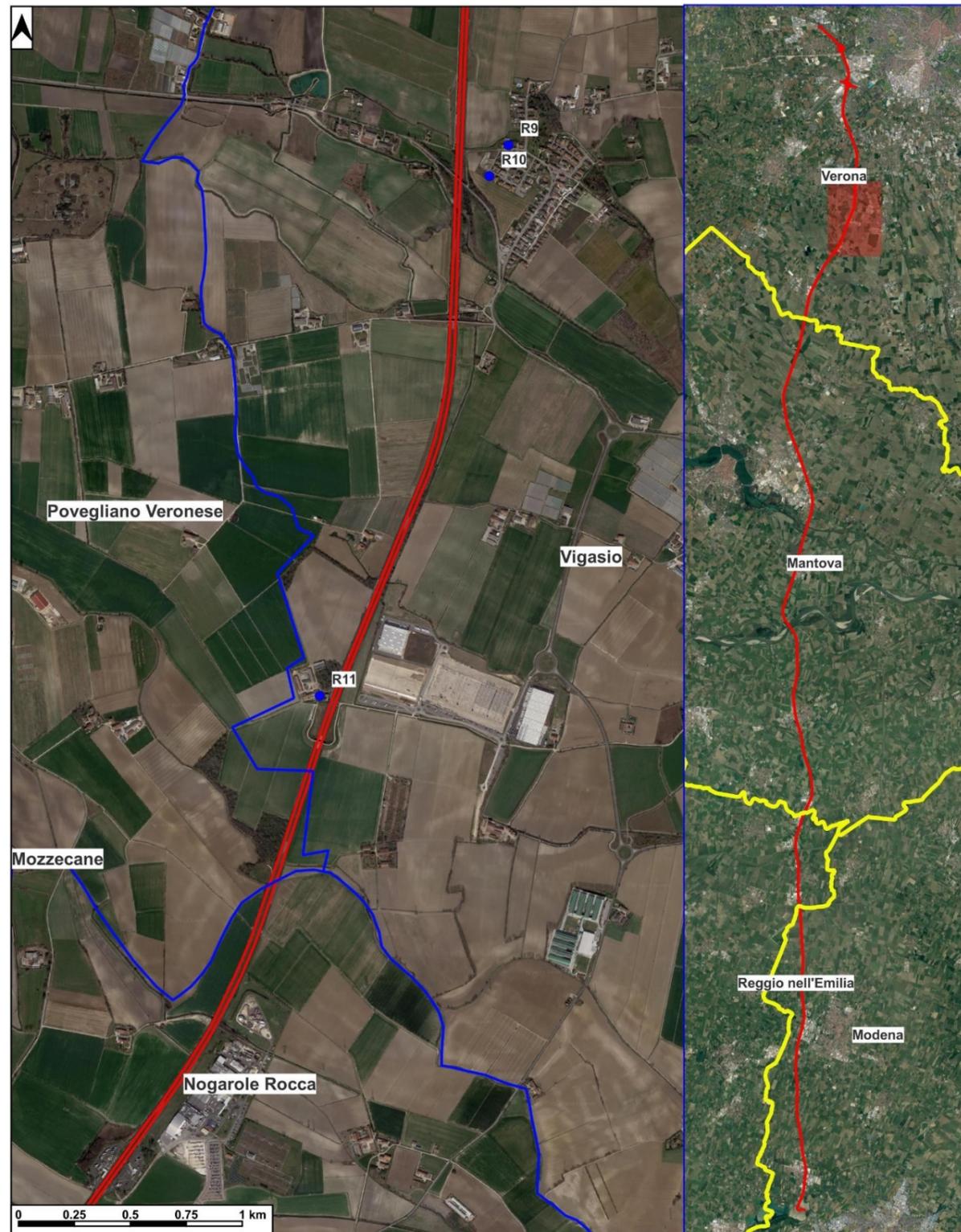


Figura 19 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

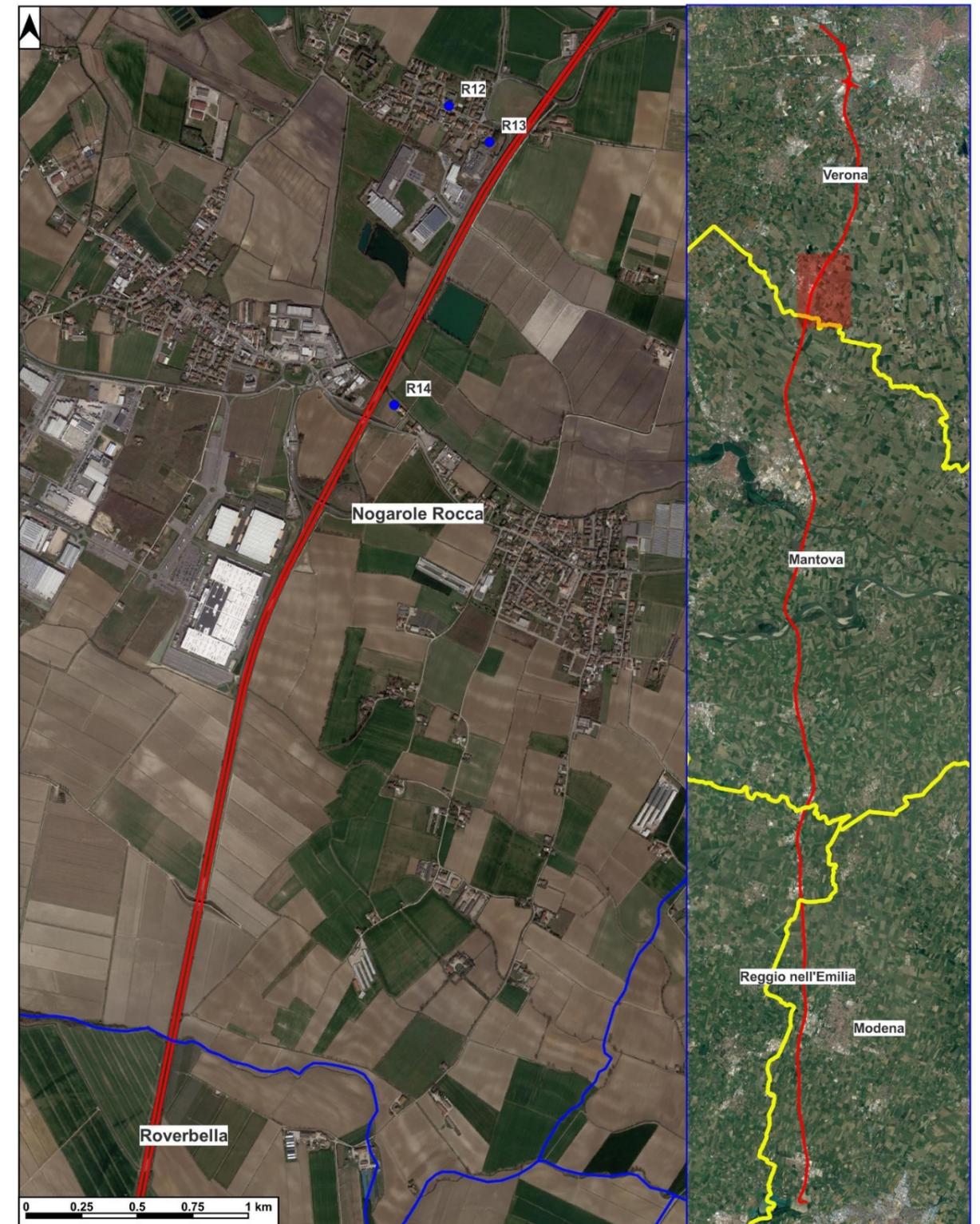


Figura 20 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico



Figura 21 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

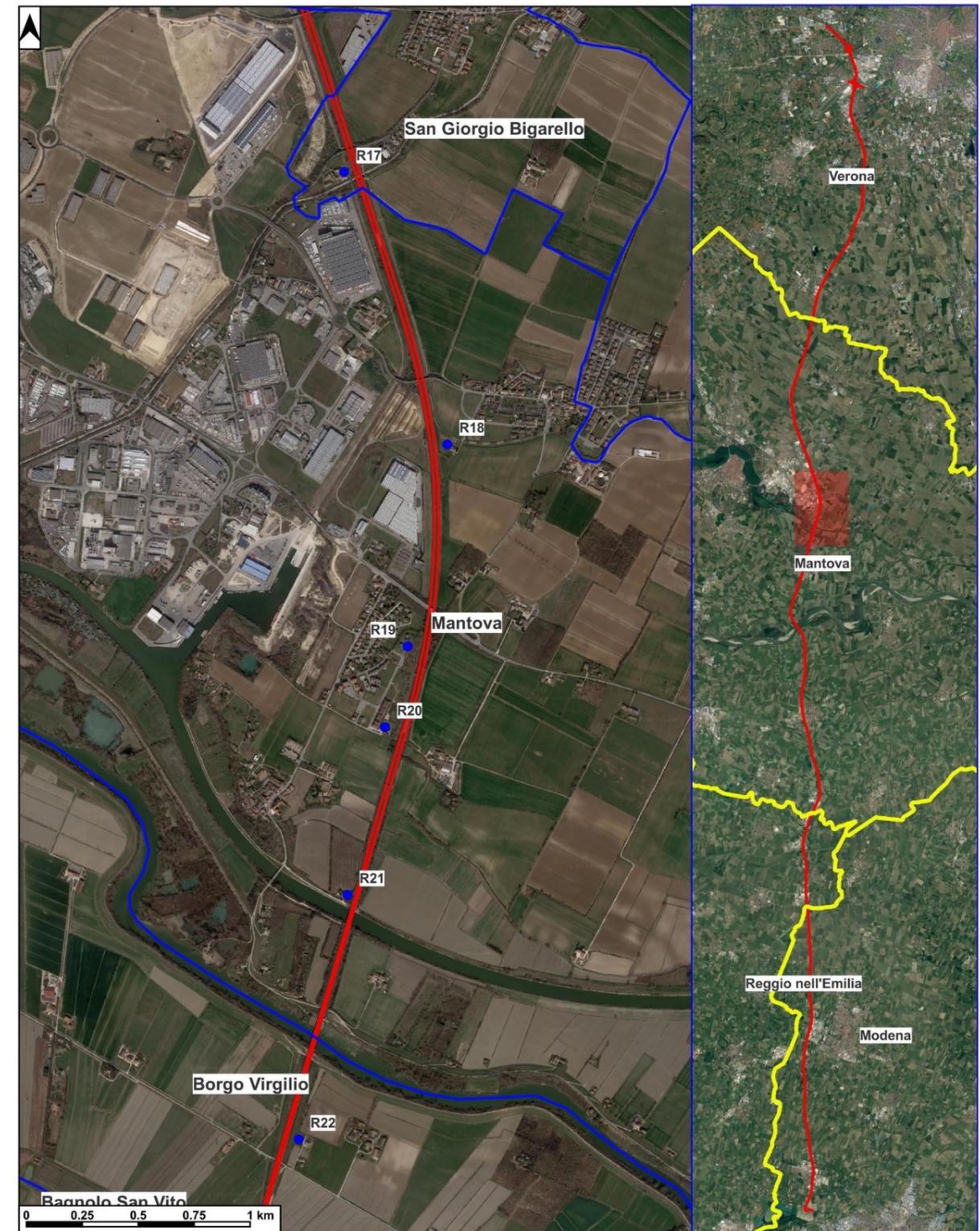


Figura 22 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico



Figura 23 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

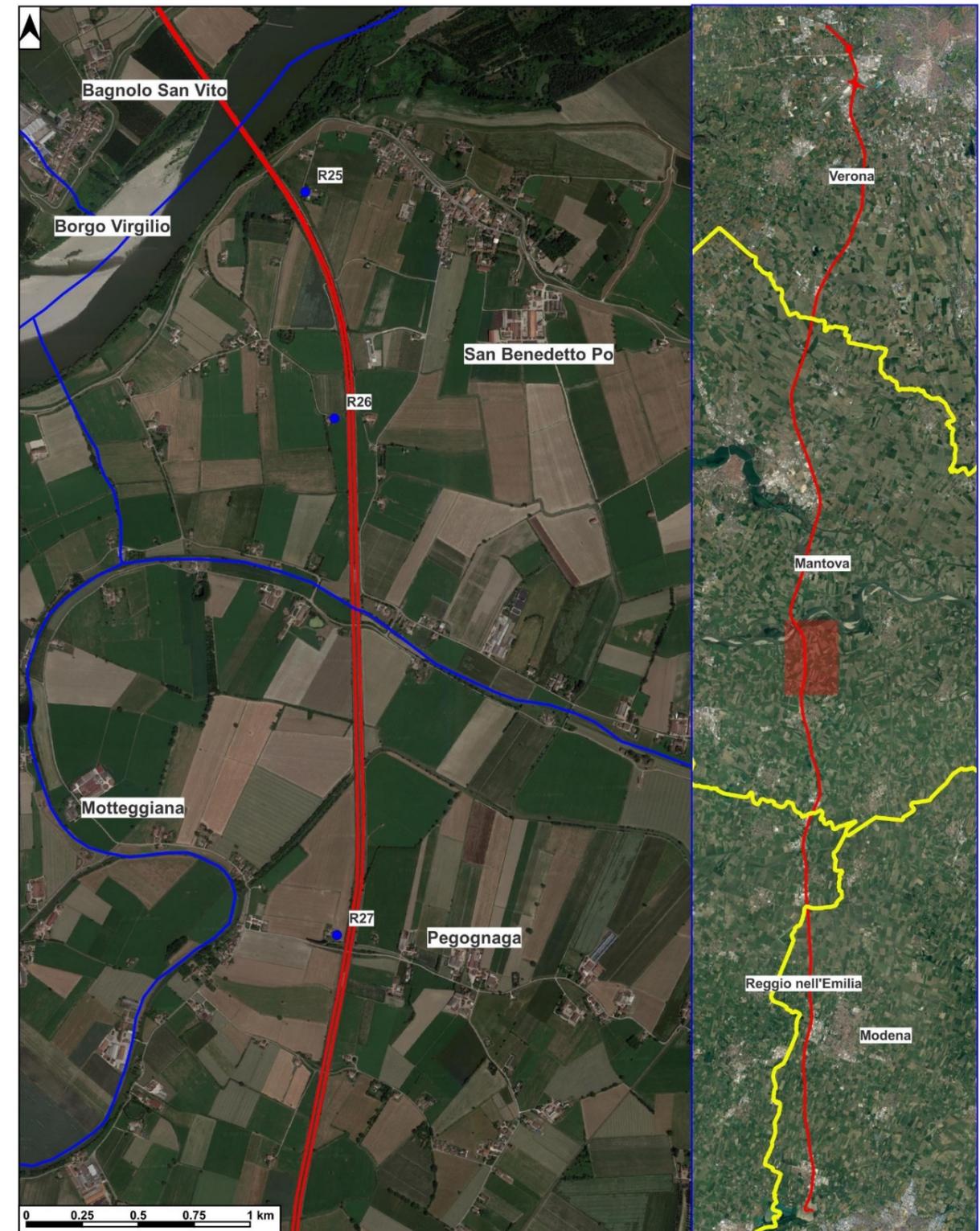


Figura 24 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico



Figura 25 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

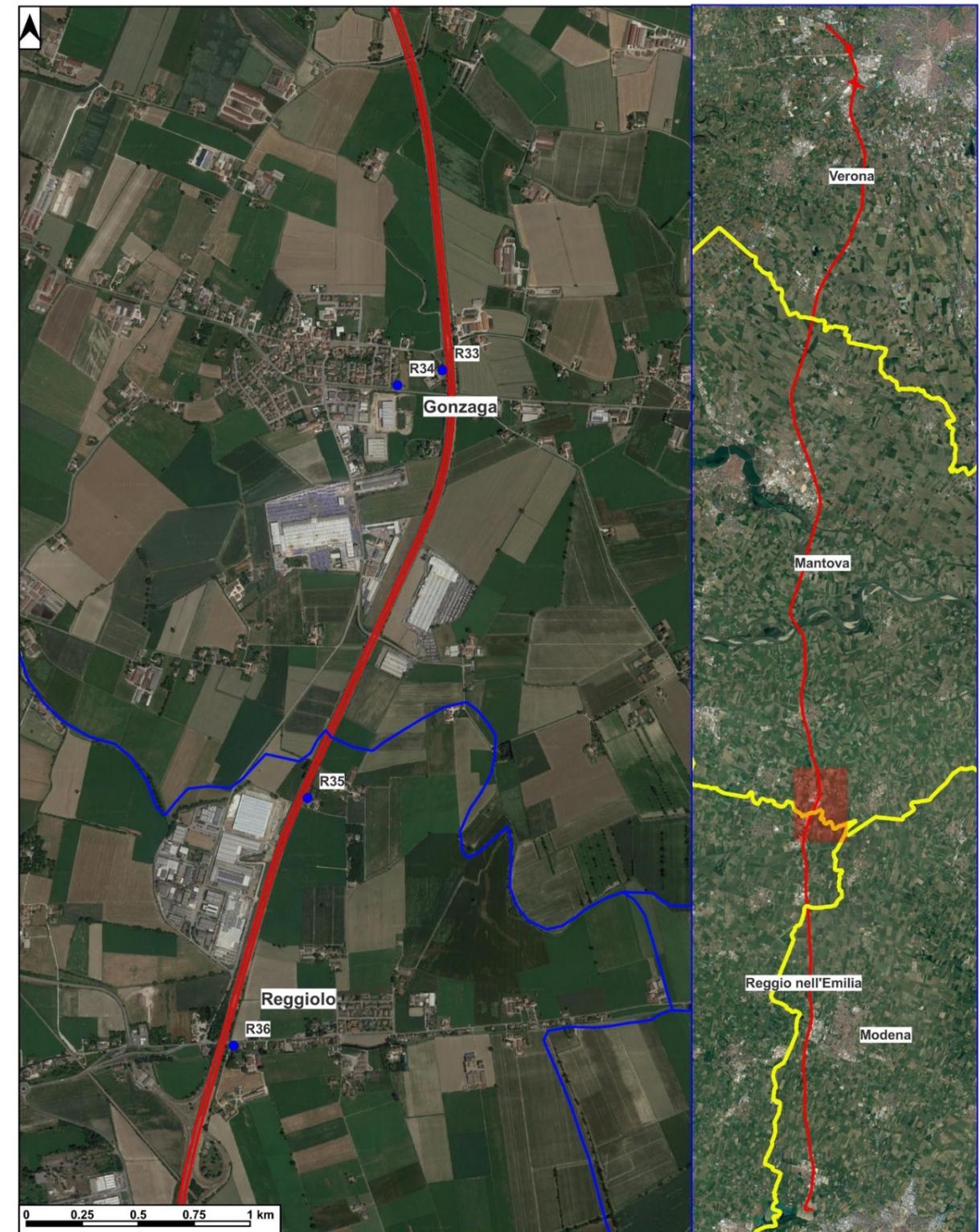


Figura 26 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

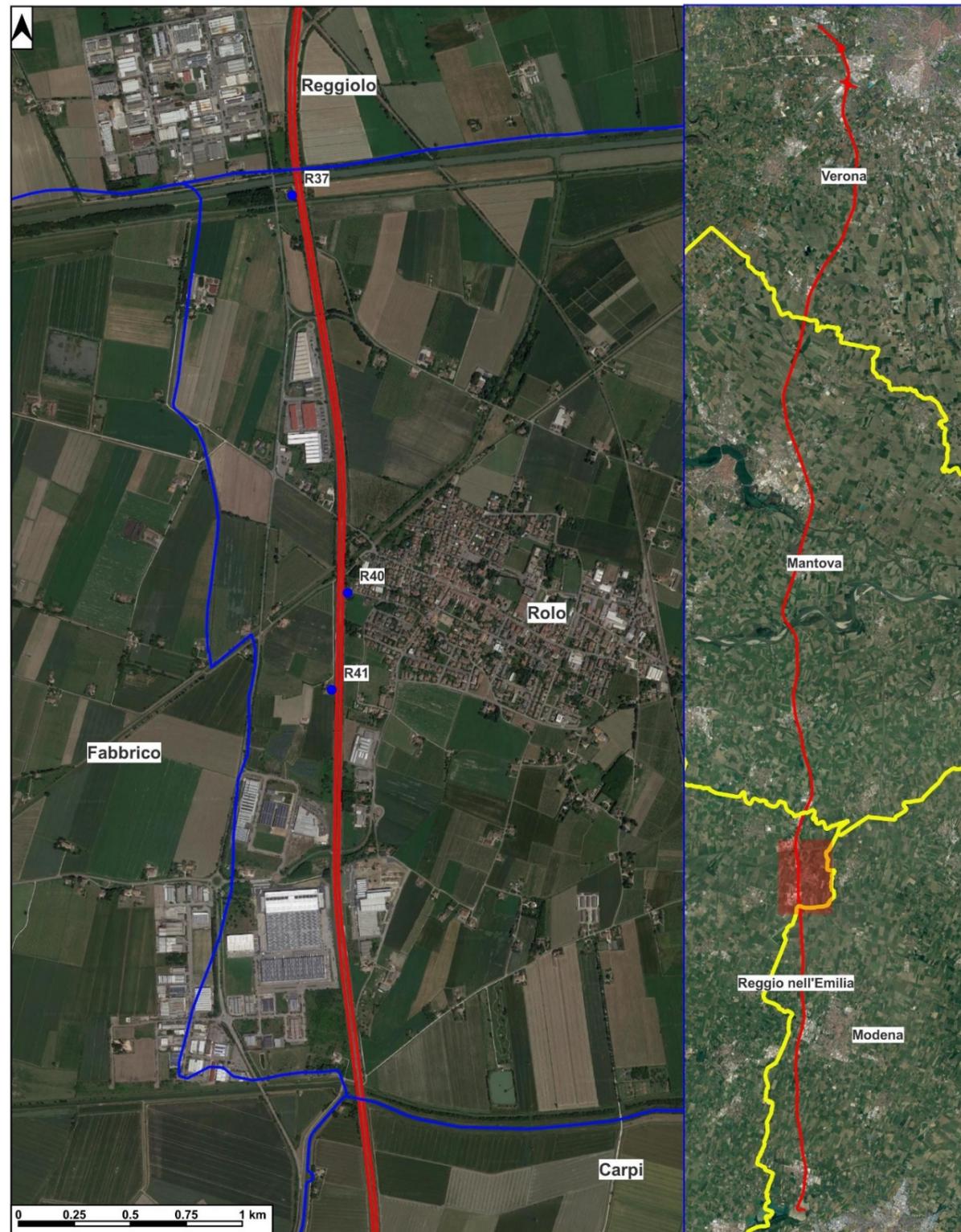


Figura 27 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

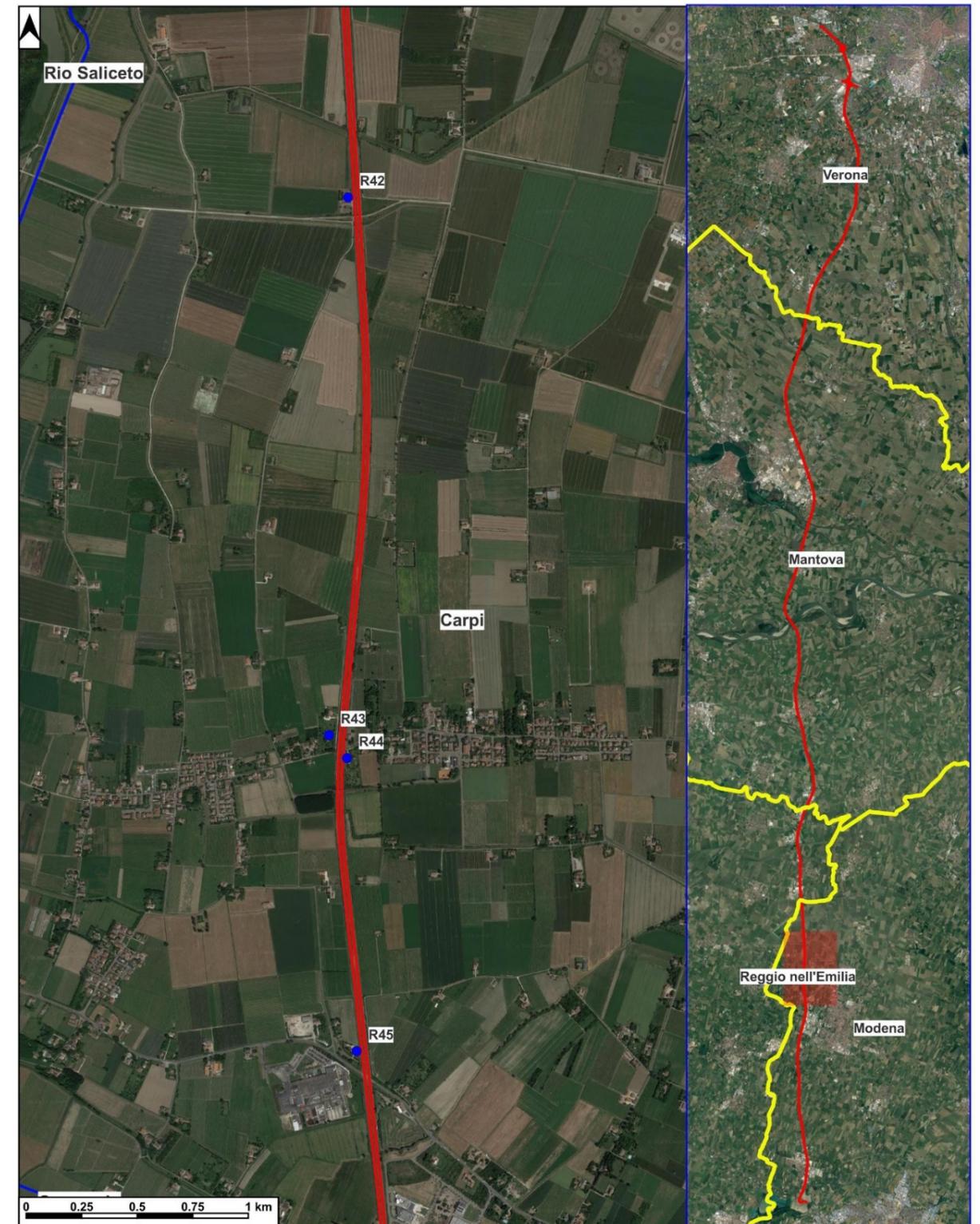


Figura 28 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

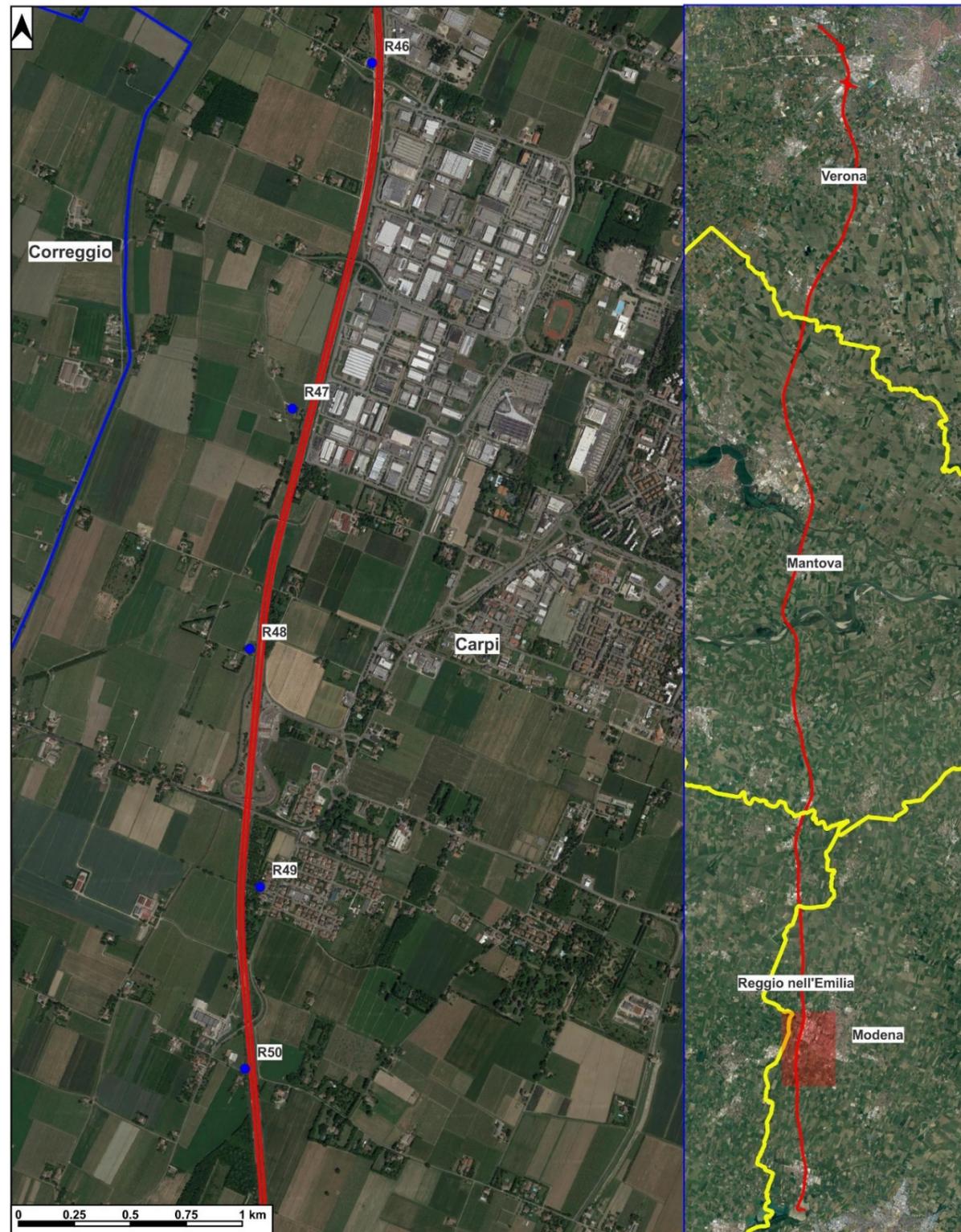


Figura 29 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

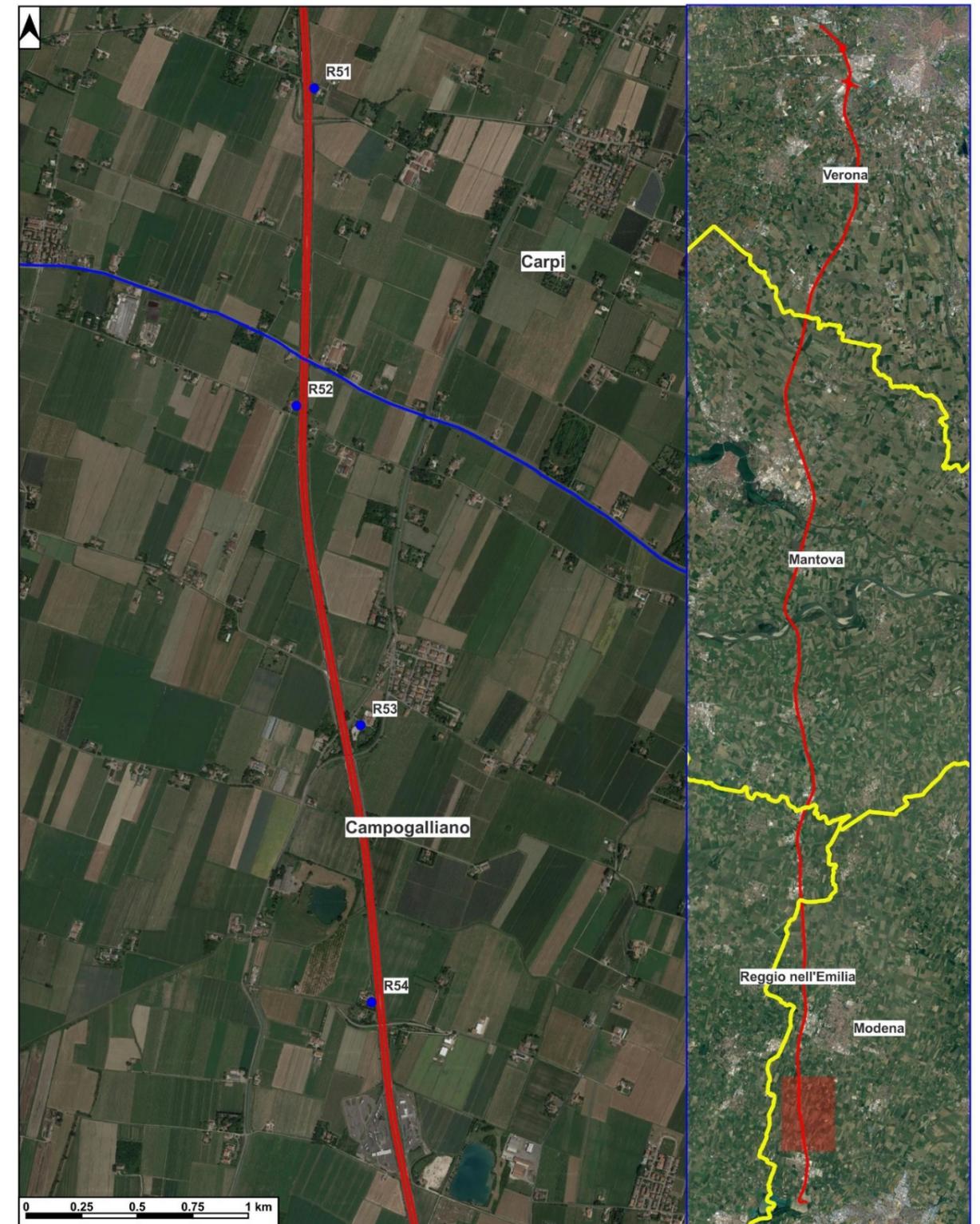


Figura 30 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

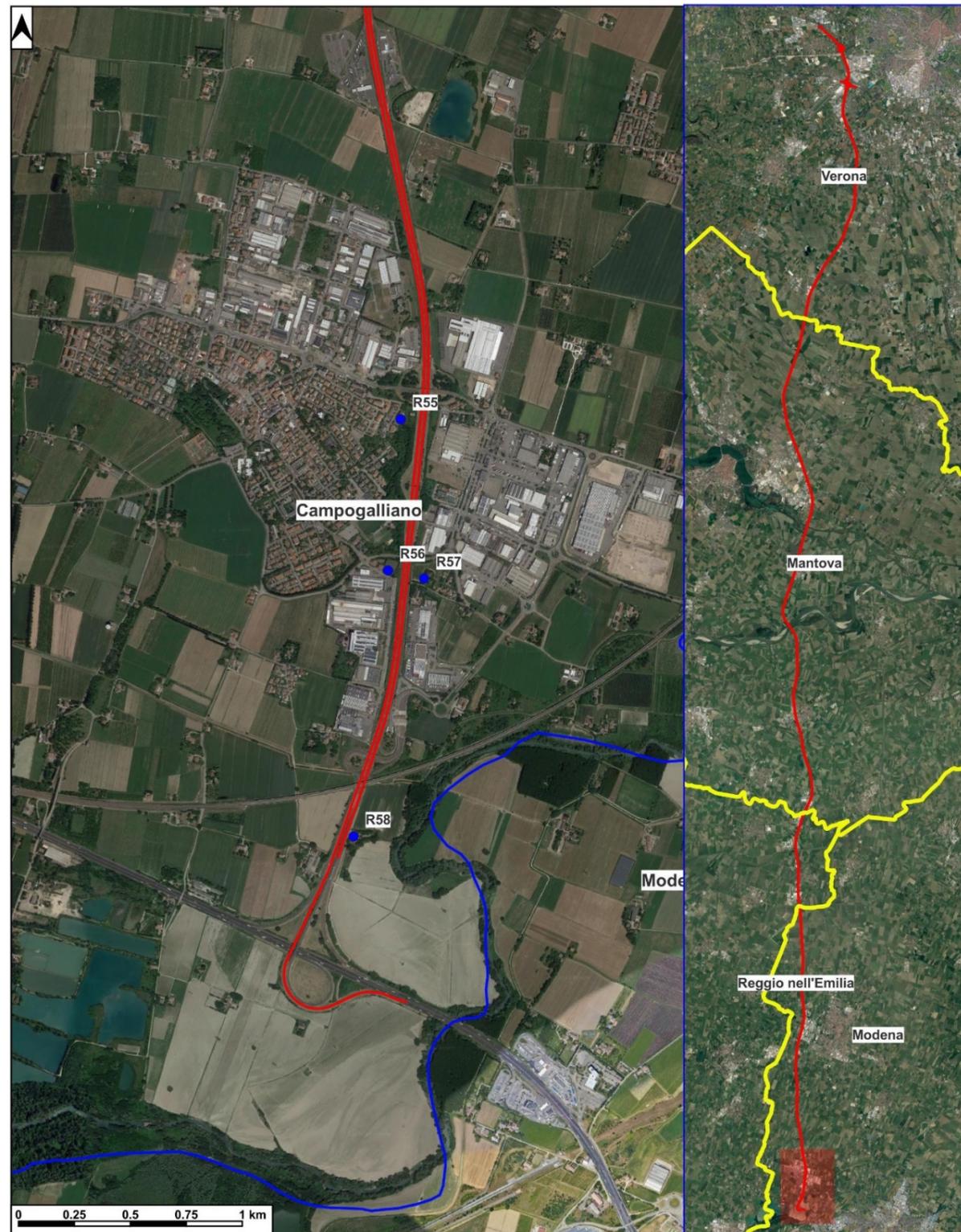


Figura 31 – Localizzazione ricettori di controllo valutazioni modellistiche inquinamento atmosferico

Codice	ATTUALE (Parco 2018)			PROGRAMMATICO 2035			PROGETTUALE 2035		
	Media annuale NOX	Media annuale NO2	18° val orario NO2	Media annuale NOX	Media annuale NO2	18° val orario NO2	Media annuale NOX	Media annuale NO2	18° val orario NO2
R1	47.0	23.5	175.0	18.0	9.0	63.4	16.9	8.5	60.3
R2	61.5	30.8	206.5	23.5	11.8	78.0	22.2	11.1	71.7
R3	70.2	35.1	358.8	36.2	18.1	185.5	34.2	17.1	174.9
R4	36.0	18.0	101.9	18.5	9.3	54.7	17.5	8.7	53.8
R5	74.3	37.1	320.4	38.4	19.2	165.4	36.2	18.1	156.0
R6	54.0	27.0	146.3	27.9	14.0	73.7	26.3	13.2	68.3
R7	55.0	27.5	327.3	28.5	14.2	169.3	26.9	13.4	159.7
R8	48.4	24.2	120.9	25.1	12.5	60.1	23.6	11.8	57.7
R9	29.2	14.6	95.4	15.1	7.6	53.7	14.3	7.1	53.1
R10	40.0	20.0	132.5	20.7	10.4	65.2	19.5	9.8	61.6
R11	54.9	27.4	165.2	28.4	14.2	85.7	26.8	13.4	80.8
R12	28.6	14.3	85.4	14.8	7.4	52.7	14.0	7.0	52.3
R13	57.6	28.8	153.2	29.8	14.9	79.0	28.1	14.1	72.5
R14	55.7	27.8	157.3	28.7	14.4	80.0	27.1	13.5	73.3
R15	82.1	41.0	379.8	37.2	18.6	172.5	35.1	17.6	162.7
R16	44.5	22.2	270.4	20.2	10.1	122.6	19.0	9.5	115.6
R17	53.5	26.7	195.1	24.4	12.2	89.1	23.0	11.5	84.0
R18	52.1	26.0	271.6	23.7	11.9	123.8	22.4	11.2	116.8
R19	63.5	31.8	143.7	29.0	14.5	62.4	27.3	13.7	59.5
R20	65.8	32.9	148.9	30.0	15.0	64.5	28.3	14.2	61.1
R21	85.2	42.6	290.3	38.9	19.4	132.6	36.7	18.3	125.1
R22	57.9	29.0	220.5	26.4	13.2	100.5	24.9	12.5	94.8
R23	41.3	20.6	118.0	18.8	9.4	55.2	17.8	8.9	54.1
R24	43.4	21.7	139.2	20.1	10.0	61.2	18.9	9.5	58.6
R25	42.9	21.4	172.0	19.9	9.9	79.6	18.8	9.4	73.0
R26	57.7	28.9	143.3	26.8	13.4	63.2	25.3	12.6	60.1
R27	67.8	33.9	162.0	31.5	15.7	72.9	29.7	14.8	67.7
R28	46.6	23.3	182.0	21.6	10.8	84.5	20.4	10.2	79.5
R29	51.9	25.9	179.7	24.1	12.0	84.2	22.7	11.4	79.1



Codice	ATTUALE (Parco 2018)			PROGRAMMATICO 2035			PROGETTUALE 2035		
	Media annuale NOX	Media annuale NO2	18° val orario NO2	Media annuale NOX	Media annuale NO2	18° val orario NO2	Media annuale NOX	Media annuale NO2	18° val orario NO2
R30	79.2	39.6	316.2	37.4	18.7	149.0	35.3	17.7	140.6
R31	50.6	25.3	246.1	23.8	11.9	115.7	22.4	11.2	109.2
R32	44.9	22.4	257.3	21.2	10.6	121.7	20.0	10.0	114.8
R33	60.0	30.0	212.0	28.3	14.2	100.0	26.7	13.4	94.3
R34	29.7	14.8	81.9	14.0	7.0	52.0	13.2	6.6	51.8
R35	63.7	31.9	294.1	30.0	15.0	138.4	28.3	14.2	130.5
R36	47.1	23.5	167.4	22.3	11.1	79.6	21.0	10.5	73.0
R37	56.3	28.2	277.6	29.3	14.7	143.0	27.7	13.8	134.9
R40	47.5	23.7	253.8	24.8	12.4	132.6	23.4	11.7	125.1
R41	67.1	33.6	268.8	35.1	17.5	140.5	33.1	16.5	132.5
R42	51.2	25.6	247.2	26.8	13.4	129.2	25.3	12.6	121.9
R43	46.8	23.4	205.2	24.5	12.2	107.2	23.1	11.5	101.1
R44	54.0	27.0	217.2	28.2	14.1	113.5	26.6	13.3	107.0
R45	46.3	23.2	270.6	24.2	12.1	141.4	22.8	11.4	133.4
R46	61.1	30.5	218.9	31.9	16.0	114.4	30.1	15.0	107.9
R47	46.8	23.4	140.2	24.5	12.2	70.4	23.1	11.5	65.7
R48	47.4	23.7	230.6	24.8	12.4	120.5	23.4	11.7	113.7
R49	52.9	26.5	137.6	27.6	13.8	68.8	26.1	13.0	64.4
R50	61.9	31.0	273.6	32.3	16.1	142.6	30.5	15.2	134.5
R51	69.1	34.5	317.2	36.1	18.0	165.5	34.0	17.0	156.1
R52	64.3	32.1	242.4	33.5	16.8	126.5	31.6	15.8	119.3
R53	50.0	25.0	174.5	26.1	13.0	91.1	24.6	12.3	85.9
R54	55.2	27.6	286.5	28.8	14.4	149.4	27.1	13.6	141.0
R55	46.5	23.2	136.5	24.2	12.1	68.0	22.9	11.4	63.8
R56	46.9	23.5	178.3	24.5	12.2	92.9	23.1	11.6	87.7
R57	53.8	26.9	175.8	28.1	14.0	91.8	26.5	13.2	86.6
R58	73.5	36.8	299.7	38.7	19.3	157.1	36.5	18.2	148.2

Tabella 5 – Esiti valutazioni puntuali NOx/NO2

Codice	ATTUALE (Parco 2018)			PROGRAMMATICO 2035			PROGETTUALE 2035		
	Media annuale Pm10	Media annuale Pm2.5	35° val 24h Pm10	Media annuale Pm10	Media annuale Pm2.5	35° val 24h Pm10	Media annuale Pm10	Media annuale Pm2.5	35° val 24h Pm10
R1	3.1	2.5	7.9	1.9	1.2	4.7	1.7	1.2	4.4
R2	4.1	3.2	9.2	2.4	1.6	5.4	2.3	1.5	5.1
R3	4.7	3.7	11.4	3.6	2.4	8.9	3.4	2.2	8.4
R4	2.4	1.9	5.3	1.9	1.2	4.1	1.8	1.2	3.9
R5	4.9	3.9	10.8	3.8	2.5	8.5	3.6	2.4	8.0
R6	3.6	2.8	7.9	2.8	1.8	6.2	2.6	1.7	5.8
R7	3.7	2.9	8.3	2.9	1.9	6.5	2.7	1.8	6.1
R8	3.2	2.5	6.1	2.5	1.6	4.8	2.4	1.6	4.5
R9	1.9	1.5	4.7	1.5	1.0	3.7	1.4	0.9	3.4
R10	2.7	2.1	6.3	2.1	1.4	4.9	2.0	1.3	4.6
R11	3.6	2.9	8.0	2.8	1.9	6.2	2.7	1.8	5.9
R12	1.9	1.5	3.8	1.5	1.0	2.9	1.4	0.9	2.8
R13	3.8	3.0	7.6	3.0	2.0	5.9	2.8	1.8	5.6
R14	3.7	2.9	8.4	2.9	1.9	6.5	2.7	1.8	6.2
R15	5.4	4.3	11.2	3.8	2.5	7.7	3.5	2.3	7.3
R16	3.0	2.3	7.2	2.0	1.3	5.0	1.9	1.3	4.7
R17	3.6	2.8	8.3	2.4	1.6	5.7	2.3	1.5	5.3
R18	3.5	2.7	8.8	2.4	1.6	6.1	2.2	1.5	5.7
R19	4.2	3.3	8.0	2.9	1.9	5.5	2.7	1.8	5.2
R20	4.4	3.4	8.3	3.0	2.0	5.7	2.8	1.9	5.4
R21	5.7	4.5	11.2	3.9	2.6	7.7	3.7	2.4	7.3
R22	3.9	3.0	8.8	2.6	1.7	6.1	2.5	1.6	5.7
R23	2.7	2.2	5.6	1.9	1.2	3.8	1.8	1.2	3.6
R24	2.9	2.3	6.3	2.0	1.3	4.4	1.9	1.2	4.2
R25	2.9	2.2	7.4	2.0	1.3	5.2	1.9	1.2	4.9
R26	3.8	3.0	7.9	2.7	1.8	5.5	2.5	1.7	5.2
R27	4.5	3.5	8.7	3.1	2.1	6.1	3.0	2.0	5.7
R28	3.1	2.4	7.8	2.2	1.4	5.4	2.0	1.3	5.1



Codice	ATTUALE (Parco 2018)			PROGRAMMATICO 2035			PROGETTUALE 2035		
	Media annuale Pm10	Media annuale Pm2.5	35° val 24h Pm10	Media annuale Pm10	Media annuale Pm2.5	35° val 24h Pm10	Media annuale Pm10	Media annuale Pm2.5	35° val 24h Pm10
R29	3.4	2.7	8.1	2.4	1.6	5.7	2.3	1.5	5.3
R30	5.3	4.1	10.6	3.7	2.5	7.5	3.5	2.3	7.1
R31	3.4	2.6	7.9	2.4	1.6	5.6	2.2	1.5	5.3
R32	3.0	2.4	6.9	2.1	1.4	4.9	2.0	1.3	4.6
R33	4.0	3.1	8.0	2.8	1.9	5.7	2.7	1.8	5.3
R34	2.0	1.6	3.9	1.4	0.9	2.8	1.3	0.9	2.6
R35	4.2	3.3	9.3	3.0	2.0	6.6	2.8	1.9	6.2
R36	3.1	2.5	7.3	2.2	1.5	5.2	2.1	1.4	4.9
R37	3.8	3.0	8.2	2.9	1.9	6.4	2.8	1.8	6.1
R40	3.2	2.5	7.6	2.5	1.6	5.9	2.3	1.5	5.6
R41	4.5	3.5	9.5	3.5	2.3	7.4	3.3	2.2	7.0
R42	3.4	2.7	7.4	2.7	1.8	5.8	2.5	1.7	5.5
R43	3.1	2.5	7.1	2.4	1.6	5.5	2.3	1.5	5.2
R44	3.6	2.8	7.9	2.8	1.8	6.2	2.6	1.7	5.8
R45	3.1	2.4	7.4	2.4	1.6	5.8	2.3	1.5	5.4
R46	4.1	3.2	8.4	3.2	2.1	6.6	3.0	2.0	6.2
R47	3.1	2.5	6.3	2.4	1.6	5.0	2.3	1.5	4.7
R48	3.2	2.5	7.0	2.5	1.6	5.5	2.3	1.5	5.1
R49	3.5	2.8	7.4	2.7	1.8	5.7	2.5	1.7	5.3
R50	4.1	3.2	8.4	3.2	2.1	6.4	3.0	2.0	6.1
R51	4.6	3.6	9.8	3.5	2.3	7.5	3.3	2.2	7.1
R52	4.3	3.4	8.8	3.3	2.2	6.8	3.1	2.0	6.4
R53	3.3	2.6	7.8	2.5	1.7	5.9	2.4	1.6	5.6
R54	3.7	2.9	7.8	2.9	1.9	6.2	2.7	1.8	5.8
R55	3.1	2.4	6.4	2.4	1.6	5.0	2.3	1.5	4.7
R56	3.1	2.5	7.2	2.5	1.6	5.7	2.3	1.5	5.3
R57	3.6	2.8	7.6	2.8	1.8	6.0	2.6	1.7	5.6
R58	4.9	3.8	10.5	3.9	2.6	8.3	3.6	2.4	7.8

Tabella 6 – Esiti valutazioni puntuali Pm10/Pm2.5