



Progetto di modifica della Centrale cogenerativa esistente dello Stabilimento Cargill di Castelmassa (RO) con riduzione della potenza termica di combustione da 222 MWt a circa 100 MWt al fine di migliorare il rendimento e le prestazioni ambientali dell'impianto

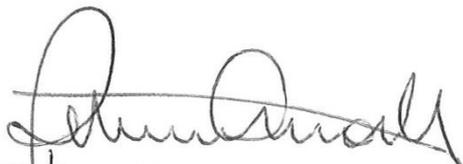
Allegato A: Studio degli impatti sulla qualità dell'aria

26 luglio 2022

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Riferimenti

Titolo	Progetto di modifica della Centrale cogenerativa esistente dello Stabilimento Cargill di Castelmassa (RO) con riduzione della potenza termica di combustione da 222 MWt a circa 100 MWt al fine di migliorare il rendimento e le prestazioni ambientali dell'impianto Allegato A: Studio degli impatti sulla qualità dell'aria
Cliente	CO-VER Power Technology S.p.A.
Verificato	Andrea Panicucci
Approvato	Omar Retini
Numero di progetto	1668534
Numero di pagine	45
Data	26 luglio 2022




Colophon

TAUW Italia S.r.l.
Galleria Giovan Battista Gerace 14
56124 Pisa
T +39 05 05 42 78 0
E info@tauw.it

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. TAUW Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da TAUW Italia, che opera mediante un sistema di gestione certificato secondo la norma

UNI EN ISO 9001:2015.



Ai sensi del GDPR n.679/2016 la invitiamo a prendere visione dell'informativa sul Trattamento dei Dati Personali su www.TAUW.it.

Gruppo di Lavoro

Figura professionale	Attività	Firma
Omar Marco Retini	Direttore di progetto	
Andrea Panicucci	Coordinamento dello Studio degli Impatti sulla Qualità dell'Aria	
Caterina Mori	Project Management	
Erica Sbrana	Caratterizzazione dello stato attuale e valutazione degli impatti sulla componente atmosfera e qualità dell'aria	
Laura Gagliardi	Predisposizione della cartografia	

Indice

1	Introduzione.....	5
2	Caratterizzazione meteoclimatica.....	8
2.1	Temperatura.....	9
2.2	Regime anemologico	11
2.3	Pressione atmosferica.....	16
2.4	Umidità relativa	17
3	Caratterizzazione della qualità dell'aria	20
3.1	Normative di riferimento	20
3.2	Caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria	23
4	Stima e valutazione degli impatti	31
4.1	Metodologia.....	31
4.2	Caratteristiche del sistema di modelli CALPUFF	32
4.3	Scenari emissivi	34
4.3.1	Scenario Attuale Autorizzato.....	34
4.3.2	Scenario Futuro Fase 2.....	35
4.3.3	Scenario Futuro Fase 3.....	36
4.4	Domini di calcolo	36
4.5	Dati meteorologici	37
4.6	Effetto downwash.....	38
4.7	Risultati	41
4.7.1	Scenario Attuale Autorizzato.....	42
4.7.2	Scenario Futuro Fase 2.....	42
4.7.3	Scenario Futuro Fase 3.....	44

1 Introduzione

Il presente documento riporta i risultati dello studio di dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dalla Centrale cogenerativa (di seguito CTE) dello Stabilimento Cargill di Castelmasza (RO) interessata dagli interventi di modifica che consistono essenzialmente nella sostituzione delle turbine a gas esistenti e dei relativi generatori di vapore a recupero con apparecchiature analoghe, di ultima generazione e di taglia adeguata alle attuali esigenze di esercizio dell'impianto, che consentiranno di migliorarne il rendimento e le prestazioni ambientali. Il progetto comporterà la riduzione della potenza termica di combustione della Centrale cogenerativa dello Stabilimento Cargill dagli attuali 222 MWt ai futuri 100 MWt circa.

Le modifiche consistono sostanzialmente:

- nella sostituzione dei due turbogas esistenti con due nuovi turbogas, ciascuno di potenza elettrica pari a circa 14,4 MWe e una potenza termica di combustione pari a circa 40 MWt; il sistema di combustione dei nuovi TG sarà del tipo a secco a bassa emissione di NOx;
- nella sostituzione dei due generatori di vapore a recupero e relativo sistema di post combustione con due nuovi generatori di vapore a recupero, sempre dotati di post combustione; la potenza termica della post combustione per ciascun GVR nuovo sarà pari a circa 10 MWt;
- nella revisione della turbina a vapore esistente;
- nella sostituzione di un condensatore ad aria esistente con una nuova apparecchiatura analoga e nella dismissione dell'altro condensatore esistente, non più necessario;
- nell'installazione di un modulo torre aggiuntivo al sistema di raffreddamento ausiliari, che sarà posizionato di fianco agli esistenti.

Il progetto di modifica della Centrale sarà realizzato in più fasi in modo da poter garantire continuità nella produzione di energia elettrica e termica allo Stabilimento Cargill:

- Fase 1, della durata di circa 1 anno, in cui sono previsti:
 - la demolizione di uno dei 2 TG esistenti e del relativo GVR e l'installazione, in sua sostituzione, di un nuovo TG e del relativo GVR;
 - l'esercizio dell'unico TG esistente rimasto e della relativa caldaia a recupero;
- Fase 2, della durata di circa 1 anno, in cui sono previsti:
 - la demolizione del 2° TG esistente e del relativo GVR e l'installazione, in sua sostituzione, del 2° nuovo TG con l'associato nuovo GVR;
 - l'esercizio contemporaneo del 1° nuovo TG installato nella Fase 1 e del relativo GVR e di massimo 3 caldaie di back-up (già autorizzate);
- Fase 3 (configurazione finale di progetto) in cui è previsto l'esercizio contemporaneo dei due nuovi TG + i due nuovi GVR.

Si fa presente che nello Stabilimento sono attualmente autorizzate 4 caldaie di back-up, alimentate a gas naturale, da 12,25 MWt ciascuna (una volta completato l'ammmodernamento della Centrale ne rimarranno solo 3) che, in caso di fermo dei TG esistenti, vengono messe in marcia

per garantire la fornitura di vapore allo Stabilimento. Il loro funzionamento è alternativo a quello dei TG e si prevede che si possa eventualmente verificare per un numero limitato di ore all'anno (fatta salva la Fase 2 del progetto, della durata di 12 mesi circa).

Il combustibile utilizzato nella configurazione di progetto sarà, analogamente alla configurazione attuale autorizzata, gas naturale. Per tale motivo le uniche emissioni che potrebbero avere un impatto potenziale ai fini della qualità dell'aria sono quelle relative al biossido di azoto (assunto nella stima degli impatti sulla qualità dell'aria conservativamente uguale agli ossidi di azoto) e al monossido di carbonio, in quanto l'utilizzo di tale combustibile esclude la presenza di quantità significative di polveri sottili e ossidi di zolfo nei fumi emessi.

Per stimare le variazioni generate dal progetto sulle ricadute atmosferiche degli inquinanti emessi dalla Centrale, sono stati simulati i seguenti scenari emissivi:

- Scenario Attuale Autorizzato: rappresentativo delle emissioni della CTE nella configurazione autorizzata AIA con Deliberazione della Provincia di Rovigo n.21 del 11/01/2016 e s.m.i.;
- Scenario Futuro Fase 2: rappresentativo delle emissioni della CTE nella Fase 2 del progetto che prevede la sovrapposizione dell'esercizio di uno dei due nuovi turbogas e di 3 caldaie ausiliarie;
- Scenario Futuro Fase 3: rappresentativo delle emissioni della CTE nella fase finale (Fase 3) del progetto che prevede la sovrapposizione dell'esercizio dei due nuovi TG.

Si specifica che nella valutazione di seguito presentata non è stato considerato lo scenario associato alla Fase 1, relativo all'esercizio di un solo TG esistente, in considerazione del fatto che l'impatto sulla qualità dell'aria indotto da tale scenario è sicuramente minore di quello determinato dallo scenario Attuale Autorizzato in cui è previsto l'esercizio contemporaneo dei due TG esistenti.

La dispersione atmosferica degli inquinanti (NO_x, CO) emessi dalla Centrale è stata simulata mediante il sistema di modelli a puff denominato CALPUFF (CALPUFF - EPA-Approved Version, V 5.8.5), che comprende il pre-processore meteorologico CALMET, il processore CALPUFF ed il postprocessore CALPOST.

Per la descrizione meteo-climatica dell'area di studio sono stati elaborati i dati rilevati, per il triennio 2019-2021, dalla stazione meteo di Castelnovo Bariano di proprietà e gestione di ARPA Veneto e dalla stazione meteo di Finale Emilia di proprietà e gestione di ARPA Emilia Romagna. Tali stazioni meteo risultano le più vicine rispetto al sito di progetto fra tutte quelle presenti nelle aree limitrofe.

La caratterizzazione della qualità dell'aria è stata effettuata riportando, per il biennio 2019-2020, i valori presenti nei rapporti annuali sulla qualità dell'aria della Provincia di Mantova pubblicati da ARPA Lombardia per le stazioni fisse di monitoraggio Borgofranco, Ostiglia e Sermide. Per l'anno 2021, non essendo disponibile il rapporto annuale al momento della redazione del presente studio, sono stati elaborati i dati orari di concentrazione misurati dalle stesse stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria considerate.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Il presente documento, che costituisce l'Allegato A dello Studio Preliminare Ambientale, si articola nel seguente modo:

- analisi meteorologica dell'area di studio (Capitolo 2);
- analisi dello stato attuale della qualità dell'aria, in cui sono riportati una sintesi della normativa di riferimento, i parametri statistici di legge per gli inquinanti monitorati dalle stazioni considerate ed i risultati dei confronti con i limiti di riferimento (Capitolo 3);
- valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dovuto dall'esercizio della CTE nella configurazione di progetto, in cui si verifica la conformità delle ricadute da essa indotte con i limiti fissati dal D.Lgs. 155/10 (Capitolo 4), considerando lo stato di qualità dell'aria attuale registrato dalle centraline. Per la valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria del progetto è stato inoltre effettuato il confronto, per ogni scenario di quelli sopra elencati, con le ricadute indotte dalla Centrale nello scenario Attuale Autorizzato.

2 Caratterizzazione meteoclimatica

Nel presente paragrafo vengono esaminati i dati climatici e meteorologici relativi agli andamenti medi annuali delle grandezze fondamentali che caratterizzano i fenomeni atmosferici, quali la temperatura, la direzione e l'intensità del vento, la pressione atmosferica e l'umidità relativa.

Obiettivo fondamentale è, in particolare, quello di caratterizzare i parametri che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Per la descrizione meteo-climatica dell'area di studio sono stati elaborati i dati rilevati, per il triennio 2019-2021, dalla stazione meteo di Castelnovo Bariano di proprietà e gestione di ARPA Veneto per quanto riguarda la temperatura, la velocità e direzione del vento e l'umidità relativa e dalla stazione meteo di Finale Emilia di proprietà e gestione di ARPA Emilia Romagna per quanto riguarda la pressione atmosferica. Tali stazioni meteo risultano le più vicine rispetto al sito di progetto fra tutte quelle presenti nell'area limitrofa.

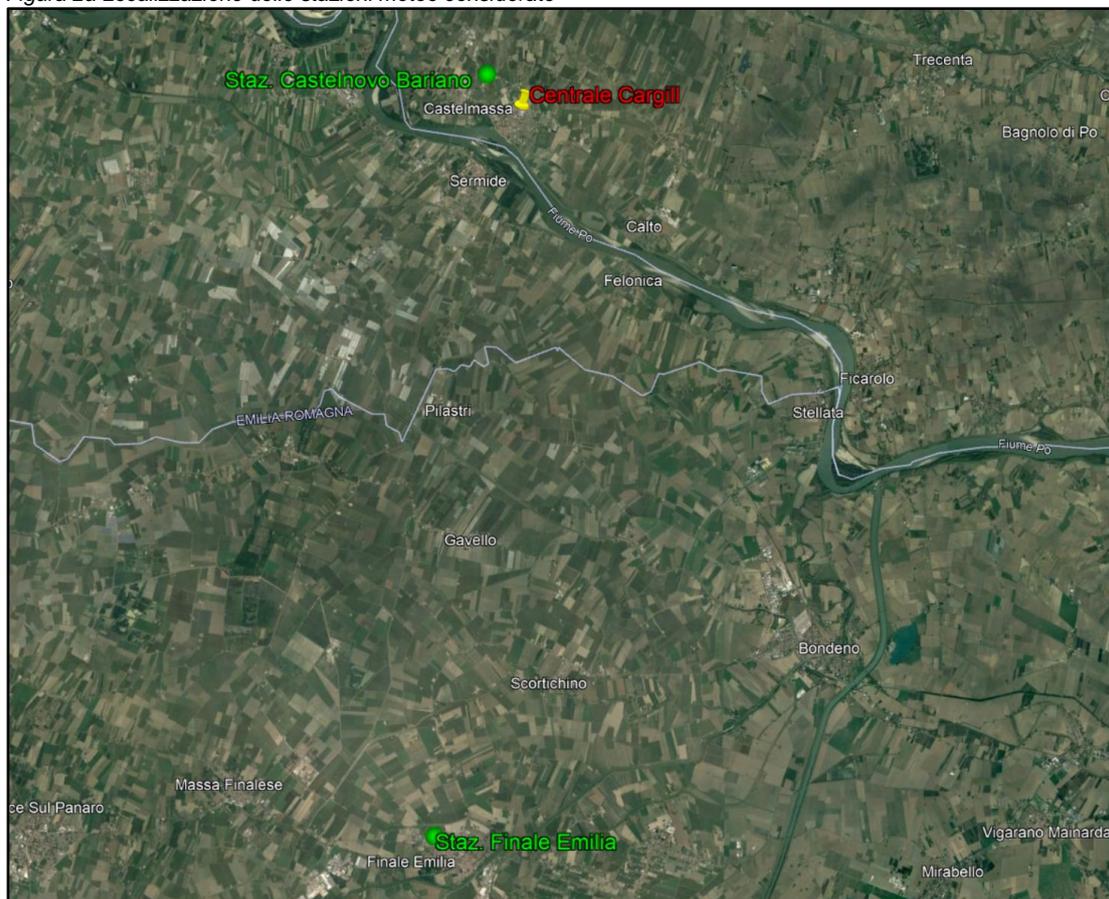
In Tabella 2a si riportano, per le stazioni meteorologiche considerate, la denominazione, il periodo considerato, le coordinate piane (UTM 32N – WGS84), l'altezza sul livello del mare e la distanza dal sito.

Tabella 2a Caratteristiche delle stazioni meteo considerate

Stazione meteo	Periodo considerato	E [m]	N [m]	Alt. s.l.m. [m]	Distanza dal sito [km]
Castelnovo Bariano	2019-2021	681.375	4.988.975	12	~ 1,4
Finale Emilia	2019-2021	680.519	4.967.610	13	~ 20

La Figura 2a mostra la localizzazione delle stazioni meteo prese in considerazione.

Figura 2a Localizzazione delle stazioni meteo considerate



2.1 Temperatura

Nelle seguenti tabelle sono riportati per ogni mese ed anno i valori di temperatura medi, massimi e minimi, in gradi centigradi, rilevati presso la stazione meteo di Castelnovo Bariano nel triennio 2019-2021.

Inoltre sono state calcolate le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento al numero massimo di dati orari riscontrabili per ciascuno degli anni analizzati.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2019.

Tabella 2.1a Analisi della temperatura, anno 2019

Mese	% Dati validi	Massimo [°C]	Media [°C]	Minimo [°C]
Gennaio	100,0	11,9	1,8	-4,9
Febbraio	100,0	21,9	6,1	-2,8
Marzo	100,0	23,8	10,1	-0,7
Aprile	100,0	23,1	13,5	5,4

Ns rif.

R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Mese	% Dati validi	Massimo [°C]	Media [°C]	Minimo [°C]
Maggio	100,0	26,3	15,2	5,2
Giugno	100,0	38,3	25,4	13,4
Luglio	100,0	37,5	25,6	13,8
Agosto	100,0	35,2	25,3	15,5
Settembre	100,0	32,6	20,0	9,3
Ottobre	100,0	26,8	16,0	7,9
Novembre	100,0	18,2	10,4	2,6
Dicembre	96,8	13,7	5,7	-2,4
Anno	99,7	38,3	14,7	-4,9

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2020.

Tabella 2.1b *Analisi della temperatura, anno 2020*

Mese	% Dati validi	Massimo [°C]	Media [°C]	Minimo [°C]
Gennaio	100,0	12,4	3,9	-2,8
Febbraio	100,0	19,3	7,7	-1,3
Marzo	100,0	22	9,5	-1,4
Aprile	100,0	26,5	14,4	0,5
Maggio	100,0	29,3	18,9	8,1
Giugno	100,0	33,7	21,9	12,7
Luglio	100,0	35	24,3	13,1
Agosto	100,0	36,2	24,8	15,4
Settembre	100,0	31,9	20,8	7,6
Ottobre	100,0	22,5	13,3	4,8
Novembre	100,0	18,8	8,7	-1,8
Dicembre	100,0	11,7	5,6	-1,0
Anno	100,0	36,2	14,5	-2,8

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2021.

Tabella 2.1c *Analisi della temperatura, anno 2021*

Mese	% Dati validi	Massimo [°C]	Media [°C]	Minimo [°C]
Gennaio	100,0	10,6	2,8	-5,0
Febbraio	100,0	21,4	7,0	-5,0
Marzo	100,0	25,5	8,7	-2,3
Aprile	100,0	26,3	11,6	-3,1
Maggio	100,0	25,5	16,7	8,6
Giugno	100,0	34,2	24,2	10,5
Luglio	100,0	34,6	24,9	15,8
Agosto	100,0	37,5	24,0	12,6
Settembre	100,0	31,9	20,6	11,6

Mese	% Dati validi	Massimo [°C]	Media [°C]	Minimo [°C]
Ottobre	100,0	25,7	13,3	3,3
Novembre	100,0	15,8	9,3	0,2
Dicembre	100,0	9,9	3,7	-1,8
Anno	100,0	37,5	13,9	-5,0

La temperatura media annua relativa ai tre anni considerati presso la stazione meteo di Castelnovo Bariano si aggira intorno ai 14,4°C.

È possibile inoltre notare che la temperatura massima si registra nei mesi di giugno nell'anno 2019 (+36,2°C) e agosto per gli anni 2020 e 2021 (+36,2°C e +37,5°C rispettivamente). I mesi in cui si presenta il valore minimo di temperatura risultano gennaio nel 2019 e 2020 e gennaio e febbraio nel 2021 (-4,9°C, -2,8°C e -5,0°C rispettivamente).

2.2 Regime anemologico

Per la caratterizzazione anemologica del sito in esame, sono stati analizzati i dati registrati dalla stazione meteo di Castelnovo Bariano durante gli anni 2019, 2020 e 2021. Si fa presente che l'anemometro della suddetta stazione meteo è posto a 10 m di altezza rispetto alla quota del piano campagna.

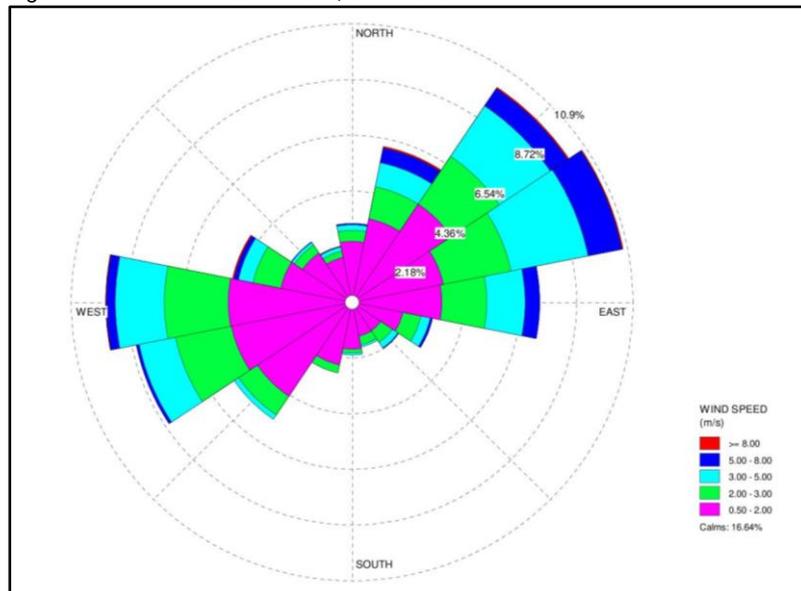
Di seguito sono riportate le rose dei venti relative all'elaborazione dei dati acquisiti dalla suddetta stazione negli anni considerati e le tabelle relative alle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento e alle frequenze di accadimento della direzione del vento in classi stabilite. Si fa presente che nelle rose dei venti sono riportate le calme di vento (venti con intensità $\leq 0,5$ m/s).

Nelle tabelle seguenti vengono inoltre riportati per ogni mese ed anno i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi rilevati dalla stazione meteorologica considerata.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative ai dati registrati dalla suddetta stazione nel triennio 2019-2021.

In Figura 2.2a si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati registrati nel 2019.

Figura 2.2a Rosa dei venti, anno 2019



Dall'analisi della figura sopra riportata si rileva una direzione prevalente di provenienza del vento da est-nord est. Si hanno inoltre componenti di rilievo di provenienza del vento da: nord est, ovest, ovest-sud ovest ed est.

Nella tabella seguente vengono riportati, per l'anno 2019, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi per ciascun mese e per l'intero anno.

Tabella 2.2a Analisi della velocità del vento, anno 2019

Mese	% Dati validi	Massimo [m/s]	Media [m/s]	Minimo [m/s]
Gennaio	100,0	6,1	1,4	0,0
Febbraio	100,0	7,2	1,6	0,0
Marzo	100,0	10,8	2,0	0,0
Aprile	100,0	7,8	2,4	0,1
Maggio	100,0	13,3	2,3	0,0
Giugno	100,0	5,8	1,8	0,0
Luglio	100,0	7,5	1,6	0,1
Agosto	100,0	6,3	1,6	0,0
Settembre	100,0	8,0	1,6	0,0
Ottobre	100,0	7,1	1,5	0,0
Novembre	100,0	7,9	2,2	0,0
Dicembre	94,9	10,1	1,7	0,0
Anno	99,6	13,3	1,8	0,0

Dall'analisi della tabella si nota che la velocità media annua nel 2019 è pari a 1,8 m/s, mentre la velocità massima oraria, registrata nel mese di maggio, risulta pari a 13,3 m/s.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento in classi stabilite.

Tabella 2.2b *Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento, anno 2019*

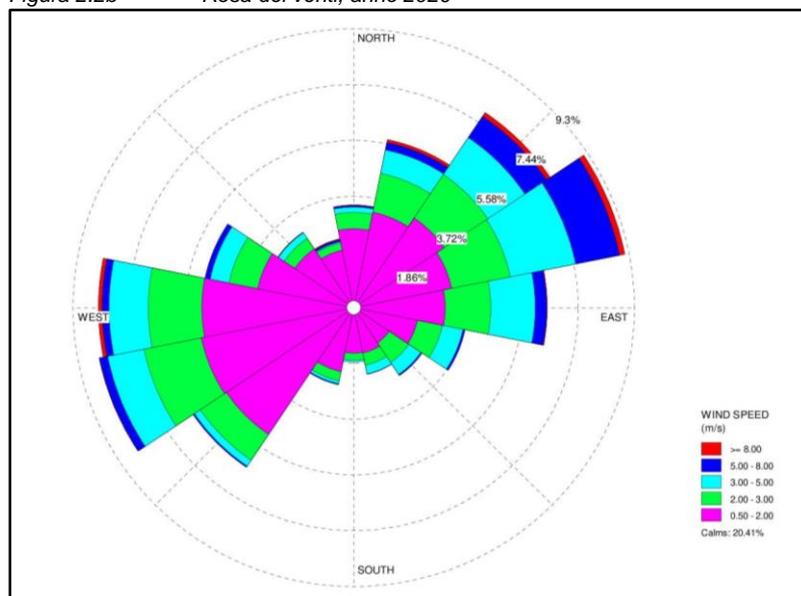
Distribuzione delle velocità del vento							
Classi [m/s]	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0	Totale
N° di dati	1.461	4.151	1.557	1.165	363	25	8.722
% Frequenza	16,64	47,59	17,85	13,36	4,16	0,29	100

L'analisi delle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento mostra che i venti con velocità inferiori o uguali a 0,5 m/s costituiscono il 16,64% delle occorrenze totali nell'anno, mentre si ha una prevalenza di venti con velocità media compresa tra 0,5 e 2 m/s per circa il 47,59% delle ore nell'anno. La percentuale di accadimento immediatamente più bassa è pari al 17,85% e si ha per i venti con velocità media compresa tra 2 e 3 m/s.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative all'anno 2020.

In Figura 2.2b si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati registrati nel 2020.

Figura 2.2b *Rosa dei venti, anno 2020*



Dall'analisi della figura sopra riportata si rileva una direzione prevalente di provenienza del vento da est-nord est. Si hanno inoltre componenti di rilievo di provenienza del vento da: ovest-sud ovest, ovest, sud ovest, nord est ed est.

Nella tabella seguente vengono riportati, per l'anno 2020, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi per ciascun mese e per l'intero anno.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Tabella 2.2c *Analisi della velocità del vento, anno 2020*

Mese	% Dati validi	Massimo [m/s]	Media [m/s]	Minimo [m/s]
Gennaio	100,0	5,7	1,4	0,0
Febbraio	100,0	10,2	1,9	0,0
Marzo	100,0	11,8	2,6	0,0
Aprile	100,0	12,3	1,8	0,0
Maggio	100,0	7,7	2,1	0,0
Giugno	100,0	7,1	1,8	0,0
Luglio	100,0	6,5	1,6	0,0
Agosto	100,0	6,0	1,5	0,0
Settembre	100,0	9,6	1,7	0,0
Ottobre	100,0	9,4	1,6	0,0
Novembre	100,0	5,8	0,9	0,0
Dicembre	100,0	9,9	1,8	0,0
Anno	100,0	12,3	1,7	0,0

Dall'analisi della tabella si nota che la velocità media annua nel 2020 è pari a 1,7 m/s, mentre la velocità massima oraria, registrata nel mese di maggio, risulta pari a 12,3 m/s.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento in classi stabilite.

Tabella 2.2d *Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento, anno 2020*

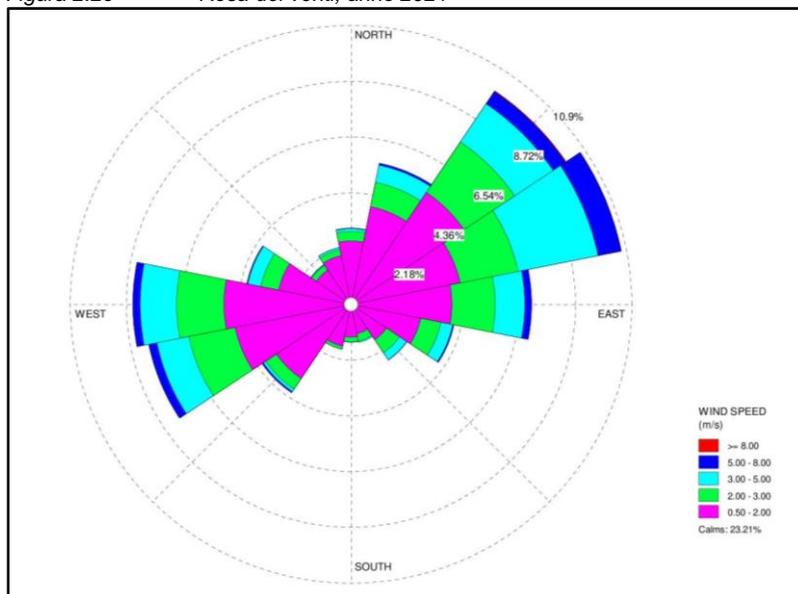
Classi [m/s]	Distribuzione delle velocità del vento						Totale
	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0	
N° di dati	1.797	4.164	1.414	1.003	348	58	8.784
% Frequenza	20,41	47,40	16,10	11,42	3,96	0,66	100

L'analisi delle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento mostra che i venti con velocità inferiori o uguali a 0,5 m/s costituiscono il 20,41% delle occorrenze totali nell'anno, mentre si ha una prevalenza di venti con velocità media compresa tra 0,5 e 2 m/s per circa il 47,40% delle ore nell'anno. La percentuale di accadimento immediatamente più bassa è pari al 16,10% e si ha per i venti con velocità media compresa tra 2 e 3 m/s.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative all'anno 2021.

In Figura 2.2c si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati registrati nel 2021.

Figura 2.2c Rosa dei venti, anno 2021



Dall'analisi della figura sopra riportata si rileva una direzione prevalente di provenienza del vento da est-nord est. Si hanno inoltre componenti di rilievo di provenienza del vento da: nord est, ovest, ovest-sud ovest e est.

Nella tabella seguente vengono riportati, per l'anno 2021, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi per ciascun mese e per l'intero anno.

Tabella 2.2e Analisi della velocità del vento, anno 2021

Mese	% Dati validi	Massimo [m/s]	Media [m/s]	Minimo [m/s]
Gennaio	100,0	7,1	1,5	0,0
Febbraio	100,0	7,9	1,5	0,0
Marzo	100,0	7,7	1,4	0,0
Aprile	100,0	7,8	1,8	0,0
Maggio	100,0	7,1	2,1	0,0
Giugno	100,0	5,5	1,5	0,0
Luglio	100,0	6,3	1,7	0,0
Agosto	100,0	6,4	1,5	0,0
Settembre	100,0	5,0	1,2	0,0
Ottobre	100,0	6,5	1,0	0,0
Novembre	100,0	6,9	2,0	0,0
Dicembre	100,0	8,4	1,4	0,0
Anno	100,0	8,4	1,6	0,0

Dall'analisi della tabella si nota che la velocità media annua nel 2021 è pari a 1,6 m/s, mentre la velocità massima oraria, registrata nel mese di dicembre, risulta pari a 8,4 m/s.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento in classi stabilite.

Tabella 2.2f *Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento, anno 2021*

Distribuzione delle velocità del vento							
Classi [m/s]	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0	Totale
N° di dati	2.038	4.189	1.317	982	230	4	8.760
% Frequenza	23,21	47,82	15,03	11,21	2,63	0,05	100

L'analisi delle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento mostra che i venti con velocità inferiori o uguali a 0,5 m/s costituiscono il 23,21% delle occorrenze totali nell'anno, mentre si ha una prevalenza di venti con velocità media compresa tra 0,5 e 2 m/s per circa il 47,82% delle ore nell'anno. La percentuale di accadimento immediatamente più bassa è pari al 15,03% e si ha per i venti con velocità media compresa tra 2 e 3 m/s.

2.3 Pressione atmosferica

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese ed anno i valori di pressione (in mbar) medi, massimi e minimi rilevati dalla stazione meteo di Finale Emilia negli anni 2019 e 2021. Si precisa che non vengono riportati i dati relativi all'anno 2020 in quanto caratterizzato da una percentuale dei dati validi estremamente bassa, pari al 9,4%.

Inoltre, sono state calcolate le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento al numero massimo di dati orari riscontrabili per ciascuno degli anni analizzati.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2019.

Tabella 2.3a *Analisi della pressione atmosferica, anno 2019*

Mese	% Dati validi	Massimo [mbar]	Media [mbar]	Minimo [mbar]
Gennaio	100,0	1029,8	1011,8	993,0
Febbraio	100,0	1037,0	1021,7	992,9
Marzo	100,0	1032,5	1017,6	1003,7
Aprile	100,0	1029,2	1012,0	994,1
Maggio	100,0	1024,0	1010,6	994,9
Giugno	100,0	1021,8	1013,8	1005,6
Luglio	100,0	1020,6	1011,1	994,9
Agosto	100,0	1021,2	1013,8	1006,6
Settembre	100,0	1029,7	1015,9	1006,9
Ottobre	100,0	1024,0	1016,0	1001,5
Novembre	100,0	1021,3	1006,2	989,3
Dicembre	100,0	1037,0	1015,7	981,8
Anno	100,0	1037,0	1013,8	981,8

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2021.

Tabella 2.3b *Analisi della pressione atmosferica, anno 2021*

Mese	% Dati validi	Massimo [mbar]	Media [mbar]	Minimo [mbar]
Gennaio	100,0	1025,7	1010,8	989,5
Febbraio	100,0	1038,6	1019,7	990,9
Marzo	100,0	1033,9	1019,5	1003,3
Aprile	100,0	1026,5	1015,2	999,4
Maggio	100,0	1020,5	1012,1	1000,9
Giugno	99,9	1022,3	1014,4	1005,9
Luglio	100,0	1017,1	1011,2	1003,2
Agosto	100,0	1020,7	1012,0	1002,4
Settembre	100,0	1024,2	1016,8	1006,1
Ottobre	100,0	1028,3	1019,1	1009,1
Novembre	100,0	1029,0	1013,8	990,4
Dicembre	95,7	1033,6	1014,8	996,7
Anno	99,6	1038,6	1014,9	989,5

2.4 Umidità relativa

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese ed anno i valori di umidità relativa (in %) medi, massimi e minimi rilevati dalla stazione meteo di Castelnuovo Bariano durante il triennio 2019-2021.

Inoltre, sono state calcolate le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento al numero massimo di dati orari riscontrabili per ciascuno degli anni analizzati.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2019.

Tabella 2.4a *Analisi dell'umidità relativa, anno 2019*

Mese	% Dati validi	Massimo [%]	Media [%]	Minimo [%]
Gennaio	100,0	100	84	41
Febbraio	100,0	100	77	26
Marzo	100,0	100	67	13
Aprile	100,0	100	77	27
Maggio	100,0	100	85	30
Giugno	100,0	100	69	26
Luglio	100,0	100	75	28
Agosto	100,0	100	79	33
Settembre	100,0	100	84	34
Ottobre	100,0	100	89	49
Novembre	100,0	100	96	61
Dicembre	96,8	100	93	36
Anno	99,7	100	81	13

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2020.

Tabella 2.4b *Analisi dell'umidità relativa, anno 2020*

Mese	% Dati validi	Massimo [%]	Media [%]	Minimo [%]
Gennaio	100,0	100	94	50
Febbraio	100,0	100	77	16
Marzo	100,0	100	74	22
Aprile	100,0	100	60	13
Maggio	100,0	100	68	24
Giugno	100,0	100	75	29
Luglio	100,0	100	74	35
Agosto	100,0	100	79	39
Settembre	100,0	100	75	29
Ottobre	100,0	100	89	44
Novembre	100,0	100	90	40
Dicembre	100,0	100	96	57
Anno	100,0	100	79	13

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2021.

Tabella 2.4c *Analisi dell'umidità relativa, anno 2021*

Mese	% Dati validi	Massimo [%]	Media [%]	Minimo [%]
Gennaio	100,0	100	90	52
Febbraio	100,0	100	83	28
Marzo	100,0	100	68	16
Aprile	100,0	100	73	20
Maggio	100,0	100	73	27
Giugno	100,0	100	66	24
Luglio	100,0	100	72	31
Agosto	100,0	100	68	30
Settembre	100,0	100	73	28
Ottobre	100,0	100	80	37
Novembre	100,0	100	90	45
Dicembre	100,0	100	95	63
Anno	100,0	100	78	16

3 Caratterizzazione della qualità dell'aria

3.1 Normative di riferimento

Il D. Lgs. 155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato sulla G.U. del 15 settembre 2010, costituisce il riferimento principale in materia di qualità dell'aria ambiente.

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 e s.m.i., stabilisce:

- i valori limite per Biossido di Zolfo, Biossido di Azoto, PM₁₀, PM_{2,5}, Benzene, Monossido di Carbonio e Piombo, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, che devono essere raggiunte entro un termine prestabilito e in seguito non devono essere superate;
- le soglie di allarme per Biossido di Zolfo e Biossido di Azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;
- i livelli critici per Biossido di Zolfo ed Ossidi di Azoto, vale a dire la concentrazione atmosferica oltre la quale possono sussistere effetti negativi diretti sulla vegetazione e sugli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani;
- il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5};
- il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- i periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Nelle successive tabelle vengono riportati i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria.

Tabella 3.1a Limiti di legge relativi all'esposizione acuta

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo
SO ₂	Soglia di allarme* – Media 1 h	500 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
SO ₂	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
SO ₂	Limite su 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
NO ₂	Soglia di allarme* - Media 1 h	400 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³	D. Lgs. 155/10

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo
PM ₁₀	Limite su 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
CO	Massimo giornaliero della media mobile su 8 h	10 mg/m ³	D. Lgs. 155/10
O ₃	Soglia di informazione - Media 1 h	180 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
O ₃	Soglia di allarme - Media 1 h	240 µg/m ³	D. Lgs. 155/10

** La soglia deve essere misurata su 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km² oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.*

Tabella 3.1b Limiti di legge relativi all'esposizione cronica

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
NO ₂	Valore limite annuale per la protezione della salute umana – Anno civile	40 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della salute da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
PM ₁₀	Valore limite annuale – Anno civile	40 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
PM _{2,5} Fase 1	Valore limite annuale Anno civile	25 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
PM _{2,5} Fase 2*	Valore limite annuale – Anno civile	20 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	01/01/2020
Piombo	Valore limite annuale per la protezione della salute umana – Anno civile	0,5 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana – Anno civile	5 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	

** valore limite indicativo, da stabilire con successivo decreto sulla base delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.*

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Tabella 3.1c Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo
SO ₂	Livello critico protezione ecosistemi e vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
NO _x	Livello critico protezione ecosistemi e vegetazione Anno civile	30 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione AOT40* su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18.000 µg/m ³ h	D. Lgs. 155/10
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40* su medie di 1 h da maggio a luglio	6.000 µg/m ³ h	D. Lgs. 155/10
* Per AOT40 (espresso in µg/m ³ ·ora) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m ³ (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m ³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).			

Infine il D. Lgs. 155 del 13/08/2010 con l'obiettivo di migliorare lo stato di qualità dell'aria ambiente e di mantenerlo tale laddove buono, stabilisce:

- i valori obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente dell'Arsenico, del Cadmio, del Nichel e del Benzo(a)pirene;
- i metodi e i criteri per la valutazione delle concentrazioni nell'aria ambiente dell'Arsenico, del Cadmio, del Mercurio, del Nichel e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- i metodi e criteri per la valutazione della deposizione dell'Arsenico, del Cadmio, del Mercurio, del Nichel e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici.

Nella tabella successiva sono riportati i valori obiettivo. Tali valori sono riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.

Tabella 3.1d Valori obiettivo

Inquinante	Valore
Arsenico	6,0 ng/m ³
Cadmio	5,0 ng/m ³
Nichel	20,0 ng/m ³
Benzo(a)pirene	1,0 ng/m ³

3.2 Caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria

La caratterizzazione della qualità dell'aria è stata effettuata sulla base dei dati di concentrazione misurati nel triennio 2019-2021 dalle stazioni fisse di monitoraggio Borgofranco, Ostiglia e Sermide di ARPA Lombardia.

In particolare sono stati riportati, per il biennio 2019-2020, i valori presentati nei rapporti annuali sulla qualità dell'aria della Provincia di Mantova pubblicati da ARPA Lombardia per le stazioni fisse considerate, mentre per l'anno 2021, non essendo disponibile il rapporto annuale al momento della redazione del presente documento, sono stati elaborati i dati orari di concentrazione misurati dalle stesse stazioni, che sono scaricabili dal sito di ARPA Lombardia.

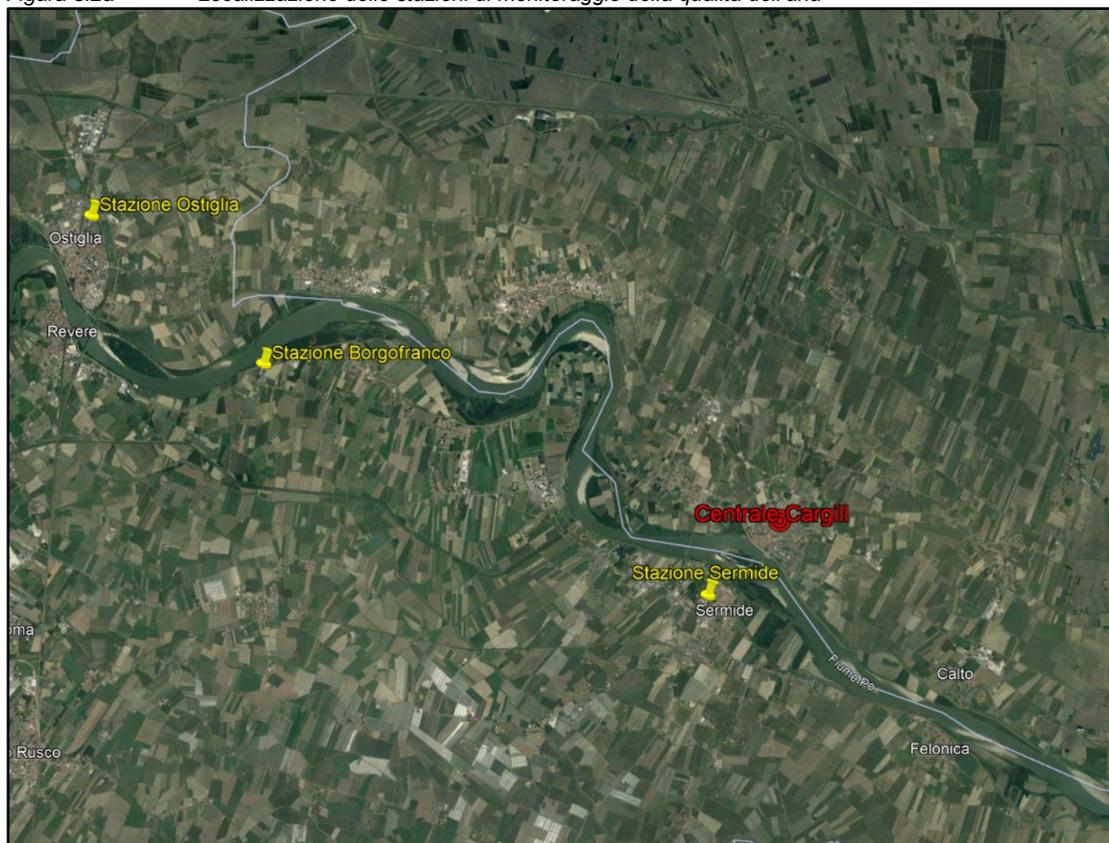
Nello specifico, le stazioni considerate ai fini della caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria sono elencate nella successiva Tabella 3.2a; nella stessa tabella si riportano anche le seguenti caratteristiche: denominazione, periodo considerato, tipologia, coordinate piane (WGS84-UTM 32N), altezza sul livello del mare e distanza dal sito.

Tabella 3.2a *Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio considerate nello studio*

Stazione	Periodo considerato	E [m]	N [m]	Tipologia	Alt. s.l.m. [m]	Distanza dal sito [km]
Borgofranco	2019-2021	617.752	4.990.430	Suburbana – Fondo	14	~ 11
Ostiglia	2019-2021	668.216	4.993.316	Urbana – Fondo	14	~ 15
Sermide	2019-2021	680.789	4.986.023	Suburbana – Fondo	12	~ 2,3

In Figura 3.2a è riportata la localizzazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria considerate nel presente studio.

Figura 3.2a Localizzazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria



In Tabella 3.2b si indicano gli inquinanti monitorati da ciascuna stazione.

Tabella 3.2b Inquinanti monitorati dalle stazioni considerate

Stazione	Inquinanti analizzati			
	NO ₂	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}
Borgofranco	X		X	X
Ostiglia	X	X	X	
Sermide	X		X	

Nei paragrafi successivi si riportano, per ciascun inquinante analizzato, i risultati del monitoraggio eseguito secondo la normativa vigente in materia di qualità dell'aria.

Biossido di azoto (NO₂)

Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- ossido di diazoto: N₂O;
- ossido di azoto: NO;

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

- triossido di diazoto (anidride nitrosa): N_2O_3 ;
- biossido di azoto: NO_2 ;
- tetrossido di diazoto: N_2O_4 ;
- pentossido di diazoto (anidride nitrica): N_2O_5 .

Le emissioni naturali di NO_x comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente causate dai trasporti, dall'uso di combustibili per la produzione di elettricità, di calore e dalle attività industriali.

La Tabella 3.2c riporta i parametri statistici di legge relativi alle stazioni prese in esame che monitorano l' NO_2 , per gli anni 2019-2021.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Tabella 3.2c Concentrazioni di NO₂ rilevate nel periodo 2019-2021

Stazione	Rendimento strumentale %			N° sup. lim. orario prot. salute umana ⁽¹⁾			99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie ⁽¹⁾ [µg/m ³]			N° sup.soglia di allarme ⁽²⁾			Media annuale [µg/m ³] ⁽³⁾		
	'19	'20	'21	'19	'20	'21	'19	'20	'21	'19	'20	'21	'19	'20	'21
Borgofranco	94	95	97	0	0	0	45,2	50,9	55,3	0	0	0	14	14	16
Ostiglia	99	99	99	0	0	0	75,1	67,1	70,7	0	0	0	19	18	18
Sermide	92	99	99	0	0	0	67,1	49,5	59,0	0	0	0	18	13	16

Note: Rif: D.Lgs. 155/10

(1) N° superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 200 µg/m³, come NO₂ da non superare per più di 18 volte nell'anno civile – tempo di mediazione 1 ora. Rappresenta il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.

(2) N° di giorni di superamento della soglia di allarme: 400 µg/m³, misurati per tre ore consecutive.

(3) Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m³ – tempo di mediazione anno civile.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Come emerge dalla Tabella 3.2c, le stazioni di monitoraggio considerate nel periodo 2019-2021 hanno presentato un livello di disponibilità dei dati di NO₂ superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Inoltre, osservando i valori riportati nella stessa tabella emerge che la soglia di allarme di 400 µg/m³ non è mai stata superata e che il limite orario di 200 µg/m³, da non superare per più di 18 volte, nell'anno civile è sempre stato ampiamente rispettato per tutte le stazioni di monitoraggio.

Infine, la Tabella 3.2c mostra l'ampio rispetto del limite della media annua di NO₂ presso tutte le stazioni considerate nel periodo preso in esame.

Monossido di carbonio (CO)

L'ossido di carbonio (CO) o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico che si forma durante le combustioni in difetto d'aria (cioè per mancanza di ossigeno).

Il monossido di carbonio è diffuso soprattutto nelle aree urbane a causa dell'inquinamento prodotto dagli scarichi degli autoveicoli.

La Tabella 3.2d riporta il numero di superamenti del limite del massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore delle concentrazioni di CO registrato nel triennio 2019-2021 dalla stazione di monitoraggio di Ostiglia, l'unica tra quelle considerate nel presente studio che monitora la concentrazione atmosferica di tale inquinante.

Inoltre, la stessa tabella riporta anche la massima concentrazione giornaliera sulle 8 ore calcolata partendo dai dati orari di monitoraggio registrati dalla suddetta stazione relativi al periodo 2019-2021.

Tabella 3.2d Superamenti del valore limite e massimo giornaliero della concentrazione media mobile sulle 8 ore annuale per il CO negli anni 2019 – 2021

Stazione	Rendimento strumentale %			Superamenti limite di concentrazione ⁽¹⁾			Massimo giornaliero della concentrazione media mobile su 8 ore nel periodo analizzato [mg/m ³]		
	'19	'20	'21	'19	'20	'21	'19	'20	'21
Ostiglia	99	99	99	0	0	0	1,7	2,3	1,6

Note: Rif: D. Lgs. 155/10
 (1) Il limite del massimo giornaliero della media mobile su otto ore è pari a 10 mg/m³.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Come emerge dalla Tabella 3.2d la stazione di Ostiglia presenta, nel periodo 2019-2021, un livello di disponibilità dei dati di CO sempre superiore alla percentuale minima del 90% indicata dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Inoltre, come si evince dalla tabella soprastante, il limite normativo per il CO è sempre abbondantemente rispettato per tutti gli anni considerati.

Particolato atmosferico (PM₁₀ e PM_{2,5})

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. La dimensione media delle particelle determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana.

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali, il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento.

Il particolato viene emesso in atmosfera anche da una grande varietà di sorgenti naturali quali:

- polvere minerale trasportata dal vento;
- emissioni vulcaniche;
- materiali biologici;
- fumi da combustione di biomasse (ad es. in agricoltura).

La Tabella 3.2e riporta i parametri statistici di legge relativi alle stazioni prese in esame che monitorano il PM₁₀, per gli anni 2019-2021.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Tabella 3.2e Concentrazioni di PM_{10} rilevate nel periodo 2019-2021

Stazione	Rendimento strumentale %			N° superamenti media su 24 ore per la protezione della salute umana ⁽¹⁾			90,4° Percentile delle conc. medie giornaliere [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁽¹⁾			Media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁽²⁾		
	'19	'20	'21	'19	'20	'21	'19	'20	'21	'19	'20	'21
Borgofranco	93	97	95	49	62	37	55,0	65,0	52,0	30	34	30
Ostiglia	99	98	98	58	62	45	61,0	63,0	54,0	30	30	29
Sermide	96	96	97	52	60	44	58,0	63,0	55,0	30	30	28

Note: Rif: D. Lgs. 155/10
⁽¹⁾ Il limite è pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 volte in un anno. Rappresenta il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere.
⁽²⁾ Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Dall'analisi della Tabella 3.2e emerge che nel periodo esaminato le stazioni di monitoraggio considerato hanno presentato un livello di disponibilità dei dati di PM₁₀ superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Dall'analisi della tabella precedente si nota che il limite dei 35 superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ non è mai stato rispettato mentre quello della media annua per la protezione della salute umana di 40 µg/m³ risulta sempre rispettato nel triennio 2019-2021.

La Tabella 3.2f riporta i parametri statistici di legge relativi alla stazione Borgofranco, unica tra quelle prese in esame che monitora il PM_{2,5}, per gli anni 2019-2021.

Tabella 3.2f Concentrazioni di PM_{2,5} rilevate nel periodo 2019-2021

Stazione	Rendimento strumentale			Media annuale [µg/m ³] ⁽¹⁾		
	%			'19	'20	'21
	'19	'20	'21	'19	'20	'21
Borgofranco	92	95	98	20	20	18
Note: Rif. D. Lgs. 155/10						
(1) Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a 25 µg/m ³ .						

Come emerge dalla Tabella 3.2f, il livello di disponibilità dei dati per il triennio 2019-2021 è superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Dall'analisi dei dati riportati nella tabella soprastante si nota che nel periodo considerato, il valore limite relativo alla media annua di PM_{2,5} (pari a 25 µg/m³) risulta sempre rispettato.

4 Stima e valutazione degli impatti

4.1 Metodologia

Obiettivo del presente studio è la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria del progetto di riduzione della potenza termica della Centrale cogenerativa esistente dello Stabilimento Cargill di Castelmassa (RO) da 222 MWt a 100 MWt al fine di migliorare il rendimento e le prestazioni ambientali dell'impianto.

A tal fine sono stati simulati i seguenti scenari emissivi le cui caratteristiche sono riportate nel §4.3:

- Scenario Attuale Autorizzato: rappresentativo delle emissioni della CTE nella configurazione autorizzata AIA con Deliberazione della Provincia di Rovigo n.21 del 11/01/2016 e s.m.i.;
- Scenario Futuro Fase 2: rappresentativo delle emissioni della CTE nella Fase 2 del progetto che prevede la sovrapposizione dell'esercizio di uno dei due nuovi turbogas e di 3 caldaie ausiliarie;
- Scenario Futuro Fase 3: rappresentativo delle emissioni della CTE nella fase finale (Fase 3) del progetto che prevede la sovrapposizione dell'esercizio dei due nuovi TG.

Come anticipato in Introduzione, nella valutazione di seguito presentata non è stato considerato lo scenario associato alla Fase 1 relativo all'esercizio di un solo TG esistente in considerazione del fatto che l'impatto sulla qualità dell'aria indotto da tale scenario è sicuramente minore di quello determinato dallo scenario Attuale Autorizzato in cui è previsto l'esercizio contemporaneo dei due TG esistenti.

La dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi è stata simulata mediante il sistema di modelli a puff denominato CALPUFF (CALPUFF - EPA Approved Version, V 5.8.5), che comprende il pre-processor meteorologico CALMET, il processore CALPUFF ed il post-processor CALPOST. Nel §4.2 è riportata la descrizione di tale modello.

Gli inquinanti presi in considerazione per valutare gli impatti sulla qualità dell'aria sono:

- NOx (assimilati conservativamente all'NO₂);
- CO.

Lo studio è stato svolto adottando la seguente metodologia:

- ricostruzione degli scenari emissivi: sono state prese in considerazione le sorgenti emissive della Centrale nella configurazione attuale autorizzata (considerando i dati emissivi fissati dall'AIA vigente rilasciata con Deliberazione della Provincia di Rovigo n.21 del 11/01/2016 e s.m.i.) e nelle configurazioni future, ovvero Futuro Fase 2 e Futuro Fase 3; la caratterizzazione delle sorgenti emissive della Centrale per gli scenari emissivi elencati sopra è riportata in dettaglio al §4.3;
- dispersione di inquinanti in atmosfera: lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera (NOx e CO) è stato condotto mediante il "Sistema di Modelli CALPUFF", composto dai moduli CALMET, CALPUFF, CALPOST descritti in dettaglio nei paragrafi seguenti:

- *Preprocessore CALMET*: il campo cinetico di vento tridimensionale e le variabili di turbolenza sono stati ricostruiti attraverso il modello CALMET, per il periodo 1 gennaio 2019 – 31 dicembre 2019 (8.760 ore) considerando un dominio di calcolo di dimensione 40 km x 42 km con passo cella pari a 0,5 km. Tale periodo può essere considerato, come emerge dall'analisi meteo riportata precedentemente (vedi §2), rappresentativo delle condizioni meteo dell'area (anno tipo). Per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale sono stati utilizzati i dati anemologici di superficie registrati dalla stazione meteo Castelnovo Bariano, gestita da ARPA Veneto, mentre i venti in quota sono stati definiti mediante gli output del modello meteorologico WRF di LaMMA (Servizio Meteorologico Regione Toscana) in corrispondenza della CTE (per dettagli circa i dati meteorologici utilizzati si rimanda al §4.5);
- *CALPUFF*: le emissioni degli inquinanti della Centrale nei tre differenti scenari sono state utilizzate, unitamente al campo di vento 3D, come input per l'applicazione del modello di dispersione CALPUFF. L'approccio allo studio ha visto l'applicazione del codice ad un dominio di calcolo compreso in quello meteorologico di dimensioni 30 km x 30 km con passo di cella pari a 0,5 km; è stata effettuata un'analisi sull'intero anno di riferimento (2019) restituendo come output i valori di concentrazione per tutti gli inquinanti simulati ora per ora per tutti i punti del dominio di calcolo;
- *Postprocessore CALPOST*: i dati orari di concentrazione, in uscita da CALPUFF, sono stati elaborati mediante l'applicazione del modello CALPOST. Il post-processing ha consentito di ottenere le ricadute degli inquinanti simulati, secondo i parametri statistici di legge, sul dominio di calcolo indagato; i risultati ottenuti sono poi stati rappresentati sotto forma di mappe di ricaduta al suolo;
- valutazione dell'effetto sulla qualità dell'aria: l'impatto sulla qualità dell'aria del progetto è stato valutato mediante il confronto, tra loro e con gli standard di qualità dell'aria definiti dal D.Lgs. 155/2010, dei livelli di concentrazione di NOx (assimilati conservativamente all'NO₂) e di CO indotti dalla Centrale per gli scenari emissivi simulati, tenendo conto dei valori di concentrazione degli stessi inquinanti registrati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria.

4.2 Caratteristiche del sistema di modelli CALPUFF

Il sistema di modelli CALMET-CALPUFF, è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc., con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Per le simulazioni si è utilizzata la versione 5.8.5 delle varie componenti del sistema di modelli come raccomandato dall'US-EPA a partire dal 26/07/2016.

Il sistema di modelli è costituito da tre moduli principali:

- il processore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- il processore CALPUFF: modello di dispersione, che inserisce le emissioni all'interno del campo di vento generato da CALMET e ne studia il trasporto e la dispersione;

- Il post-processore CALPOST: ha lo scopo di analizzare statisticamente i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per le analisi successive.

CALMET è un processore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura unitamente a campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza atmosferica. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa e da diverse tipologie di destinazione di uso del suolo.

Il campo di vento è ricostruito attraverso stadi successivi; in particolare, un campo di vento iniziale viene processato in modo da tenere conto degli effetti orografici tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso.

CALMET è dotato, infine, di un modulo micro-meteorologico, per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera e pertanto è in grado di caratterizzare i fenomeni di inversione termica.

CALPUFF è un modello di dispersione ibrido, multi-strato e non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili nello spazio e nel tempo. CALPUFF è in grado di utilizzare i campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo.

CALPUFF contiene diversi algoritmi, che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali:

- l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash);
- lo shear verticale del vento;
- la deposizione secca ed umida;
- le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera;
- il trasporto su superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

Con riferimento all'ultimo punto, CALPUFF tiene conto dei fenomeni di brezza che caratterizzano le zone costiere, e modella in modo efficace il cosiddetto Thermal Internal Boundary Layer (TIBL) che è causa della ricaduta repentina al suolo degli inquinanti emessi da sorgenti vicine alla costa.

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello CALPUFF permette di configurare le sorgenti individuate attraverso geometrie puntuali, lineari ed areali. Le sorgenti puntuali permettono di rappresentare emissioni localizzate con precisione in un'area ridotta; le sorgenti lineari consentono di simulare al meglio un'emissione che si estende lungo una direzione prevalente, qual è ad esempio quella dovuta al trasporto su nastri; le sorgenti areali, infine, si adattano bene a rappresentare un'emissione diffusa su di un'area estesa.

CALPOST consente di analizzare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle diverse esigenze di simulazione. Tramite CALPOST si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di isoconcentrazione.

I codici di calcolo richiedono come input i seguenti dati:

- dati meteorologici in superficie ed in quota, per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale (ricostruiti in CALMET);
- dati per le sorgenti: per l'effettivo studio della dispersione degli inquinanti in aria (effettuato da CALPUFF).

Gli output del codice CALPUFF, elaborati attraverso CALPOST, consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di "tipo GIS" creando ad esempio mappe di isoconcentrazione.

4.3 Scenari emissivi

Le simulazioni delle dispersioni in atmosfera degli inquinanti emessi dalla Centrale di Castelmasse sono state effettuate considerando tre differenti scenari: Attuale Autorizzato, Futuro Fase 2 e Futuro Fase 3.

Per la caratterizzazione degli impatti sulla qualità dell'aria sono state fatte le seguenti assunzioni conservative:

- per tutti gli scenari è stato considerato che la Centrale funzioni al carico massimo in modo continuativo per tutte le ore dell'anno (8.760 ore);
- è stato assunto che le emissioni di NO_x siano equivalenti a quelle dell'NO₂. Si ricorda che, all'uscita dal camino, la maggior parte degli NO_x è composta da NO che in seguito, in atmosfera, viene parzialmente trasformato in NO₂;
- nelle simulazioni non si è tenuto conto delle trasformazioni chimiche che coinvolgono gli inquinanti una volta immessi in atmosfera, che tendono a diminuirne la concentrazione in aria.

4.3.1 Scenario Attuale Autorizzato

Per lo scenario Attuale Autorizzato le simulazioni delle dispersioni di inquinanti in atmosfera sono state effettuate utilizzando due sorgenti puntuali posizionate in corrispondenza del centro dei camini E1 ed E2 associati ai GVR della CTE, considerando l'esercizio dei due turbogas esistenti al carico nominale.

Tale scenario è rappresentativo delle emissioni generate dalla Centrale nella configurazione attuale autorizzata dall'AIA vigente rilasciata con Deliberazione della Provincia di Rovigo n.21 del 11/01/2016 e s.m.i.).

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

Le caratteristiche delle sorgenti emmissive considerate nelle modellazioni eseguite per il suddetto scenario sono riportate in Tabella 4.3.1a.

Tabella 4.3.1a Caratteristiche sorgenti emmissive e flussi di massa – Scenario Attuale Autorizzato

Parametri	U.d.M.	Camino E1	Camino E2
Coordinate UTM 32N - WGS84	[m]	682.242 E 4.987.809 N	682.265 E 4.987.812 N
Funzionamento	[h/anno]	8.760	8.760
Altezza	[m]	30	30
Diametro allo sbocco	[m]	2,5	2,5
Temperatura dei fumi allo sbocco	[°C]	180	180
Velocità dei fumi allo sbocco	[m/s]	18,9	18,9
Flusso di massa di NOx	[kg/h]	29,75	29,75
Flusso di massa di CO	[kg/h]	19,83	19,83

4.3.2 Scenario Futuro Fase 2

Per lo scenario Futuro Fase 2 le simulazioni delle dispersioni di inquinanti in atmosfera sono state effettuate utilizzando una sorgente puntuale posizionata in corrispondenza del centro del camino E2n associato al GVR del nuovo turbogas che verrà installato e tre sorgenti puntuali posizionate nel centro dei camini E216, E217 e E218 delle caldaie ausiliarie.

Si specifica che conservativamente tutte le sorgenti previste nello scenario Futuro Fase 2 sono state simulate come attive al carico nominale per tutte le ore presenti nell'anno considerato, ossia il 2019 (8.760 h/anno).

Le caratteristiche delle sorgenti emmissive considerate per il presente scenario sono riportate in Tabella 4.3.2a.

Tabella 4.3.2a Caratteristiche sorgenti emmissive e flussi di massa – Scenario Futuro Fase 2

Parametri	U.d.M.	Camino E2n	Camino E216	Camino E217	Camino E218
Coordinate UTM 32N – WGS84	[m]	682.265 E 4.987.812 N	682.370 E 4.987.832 N	682.375 E 4.987.832 N	682.380 E 4.987.832 N
Funzionamento	[h/anno]	8.760	8.760	8.760	8.760
Altezza	[m]	30	10,4	10,4	10,4
Diametro allo sbocco	[m]	2,5	0,7	0,7	0,7
Temperatura dei fumi allo sbocco	[°C]	160	140	140	140
Velocità dei fumi allo sbocco	[m/s]	11,5	14,9	14,9	14,9
Flusso di massa di NOx	[kg/h]	8,70	1,36	1,36	1,36
Flusso di massa di CO	[kg/h]	10,44	1,36	1,36	1,36

4.3.3 Scenario Futuro Fase 3

Per lo scenario Futuro Fase 3 le simulazioni delle dispersioni di inquinanti in atmosfera sono state effettuate utilizzando due sorgenti puntuali posizionate in corrispondenza del centro dei camini E1n ed E2n associati ai GVR del nuovo ciclo combinato.

Si specifica che tutte le sorgenti previste nello scenario Futuro Fase 3 sono state simulate come attive al carico nominale per tutte le ore presenti nell'anno considerato, ossia il 2019 (8.760 h/anno).

Le caratteristiche delle sorgenti emissive considerate per il suddetto scenario sono riportate in Tabella 4.3.3a.

Tabella 4.3.3a Caratteristiche Emissive del camino E1_n e E2_n– Scenario Futuro Fase2

Parametri	U.d.M.	Camino E1n	Camino E2n
Coordinate UTM 32N - WGS84	[m]	682.242 E 4.987.809 N	682.265 E 4.987.812 N
Funzionamento	[h/anno]	8.760	8.760
Altezza	[m]	30	30
Diametro allo sbocco	[m]	2,5	2,5
Temperatura dei fumi allo sbocco	[°C]	160	160
Velocità dei fumi allo sbocco	[m/s]	11,5	11,5
Flusso di massa di NOx	[kg/h]	8,70	8,70
Flusso di massa di CO	[kg/h]	10,44	10,44

4.4 Domini di calcolo

Dominio di calcolo CALMET

Per il preprocessore meteorologico CALMET è stato utilizzato un dominio di calcolo di 40 km x 42 km con cella di forma quadrata e passo pari a 0,5 km.

Per la caratterizzazione geofisica del dominio si sono utilizzati i seguenti dati:

- Orografia: è stato appositamente realizzato un DEM (Digital Elevation Model) utilizzando i dati del portale MAIS (Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali) del SINANET (Sistema Informativo Nazionale Ambientale) di ISPRA scaricabili dal relativo sito. In Figura 4.4a si riporta l'orografia utilizzata per le simulazioni;
- Uso del suolo: la caratterizzazione della copertura del suolo è stata invece effettuata mediante i dati e la cartografia tematica disponibili grazie al Progetto "CORINE LANDCOVER 2018", del quale l'ISPRA rappresenta la National Authority, ovvero il soggetto realizzatore e responsabile della diffusione dei prodotti sul territorio nazionale. In Figura 4.4b si riporta l'uso del suolo utilizzato per le simulazioni.

In merito alla risoluzione verticale del dominio di calcolo, sono stati definiti 12 layers, per un'estensione del dominio fino ad una quota di 3.500 m dal piano campagna. In questo caso, al fine di rappresentare al meglio la maggior variabilità verticale del PBL (Planetary Boundary Layer) negli strati più prossimi al suolo, generata dall'interazione delle masse d'aria con quest'ultimo, è stata definita una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più bassi di quota, come mostrato in Figura 4.4c.

Figura 4.4c Layers verticali impostati per la simulazione con CALMET



Dominio di calcolo CALPUFF

Lo studio della dispersione degli inquinanti emessi dai camini della Centrale, utilizzando il codice CALPUFF, è stato condotto su un dominio compreso in quello meteorologico di dimensioni 30 km x 30 km, utilizzando una risoluzione di 0,5 km.

In Figura 4.4d si riporta la mappa con l'individuazione dei domini considerati per l'applicazione dei codici CALMET e CALPUFF.

4.5 Dati meteorologici

Per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento il modello tridimensionale CALMET richiede in input sia parametri atmosferici "di superficie" con cadenza oraria sia parametri atmosferici misurati "in quota" con cadenza massima di 12 ore.

Parametri atmosferici di superficie

I dati di superficie richiesti dal modello CALMET sono:

- velocità del vento [m/s];
- direzione del vento [deg];

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

- altezza della base delle nubi [100 feet];
- copertura nuvolosa [decimi];
- temperatura dell'aria [K];
- umidità relativa [%];
- pressione [mbar].

Come dati di input sono stati utilizzati quelli misurati nell'anno 2019 dalla stazione meteo Castelnuovo Bariano gestita da ARPA Veneto e, limitatamente alla pressione atmosferica, dalla stazione meteo Finale Emilia di ARPA Emilia Romagna, la cui ubicazione è mostrata in Figura 2a. Tali stazioni sono state considerate nel §2 per la caratterizzazione meteorologica.

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati meteo relativi al periodo 1 gennaio 2019 – 31 dicembre 2019. L'anno 2019 risulta caratterizzato da un numero di dati validi superiore al limite di significatività (90%) indicato dal D.Lgs. 155/2010 e può considerarsi rappresentativo (anno tipo) delle condizioni meteo dell'area di interesse (si veda analisi meteo riportata al §2).

Parametri atmosferici misurati in quota

I dati in quota richiesti dal modello CALMET sono:

- pressione [mbar];
- quota geopotenziale [m];
- temperatura dell'aria [K];
- direzione del vento [deg];
- velocità del vento [m/s].

Per le modellazioni sono stati utilizzati i dati meteorologici in quota acquistati dal consorzio LaMMA (CNR) relativamente ad un punto, posizionato nei pressi del sito di progetto, che derivano dal modello WRF-ARW inizializzato con i dati delle analisi ECMWF.

Si riportano le coordinate UTM 32N - WGS84 di tale punto:

- punto estrazione dati meteo: 682.267 m E; 4.987.778 m N.

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati relativi allo stesso periodo di quelli di superficie.

4.6 Effetto downwash

La dispersione degli inquinanti dai camini industriali può essere disturbata dalla presenza di ostacoli (edifici o rilievi orografici) posti nelle vicinanze del punto di emissione. Il fenomeno, noto con il nome di “effetto edificio” oppure “downwash”, è rilevante in quanto è possibile che il pennacchio dei fumi emessi dal camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

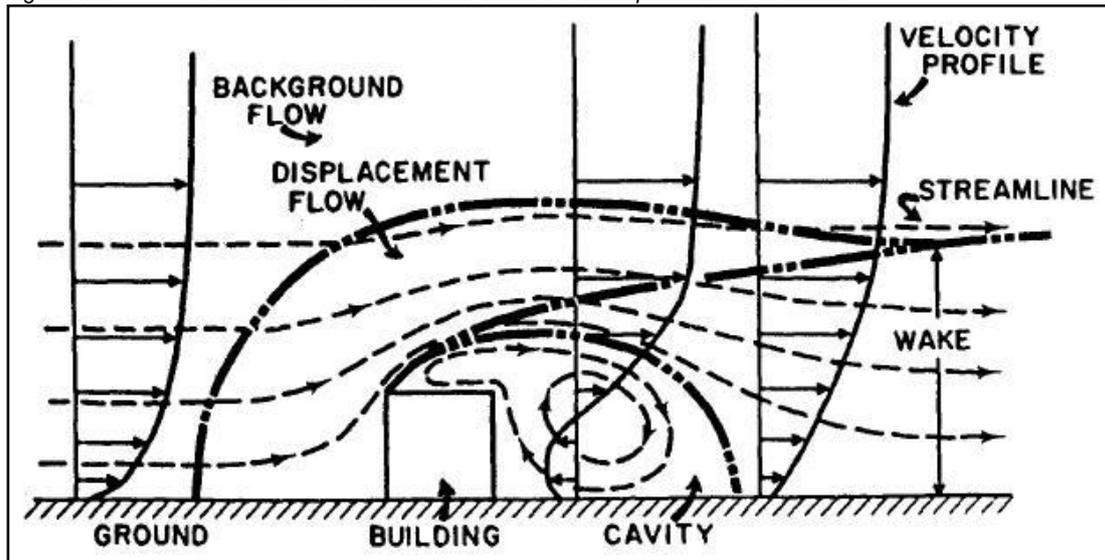
I risultati di molti esperimenti in galleria del vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici.

Se, per semplicità, si considera un edificio a forma di parallelepipedo, una visione complessiva di quello che si verifica è riassunta nella Figura 4.6a. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento logaritmico in funzione della quota.

L'orientamento dell'edificio sia tale per cui due facce del parallelepipedo siano perpendicolari al vento medio, una sopravento e l'altra sottovento. Quello che si viene a creare è (Hanna et al., 1982):

- una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravento dell'edificio che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una zona di ricircolazione posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento che rappresenta una cavità turbolenta causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticoso in media stagnante;
- una zona di scia turbolenta dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso che però comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporsi sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

Figura 4.6a Perturbazione del flusso delle masse d'aria in presenza di un edificio



Fonte: APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Aria"

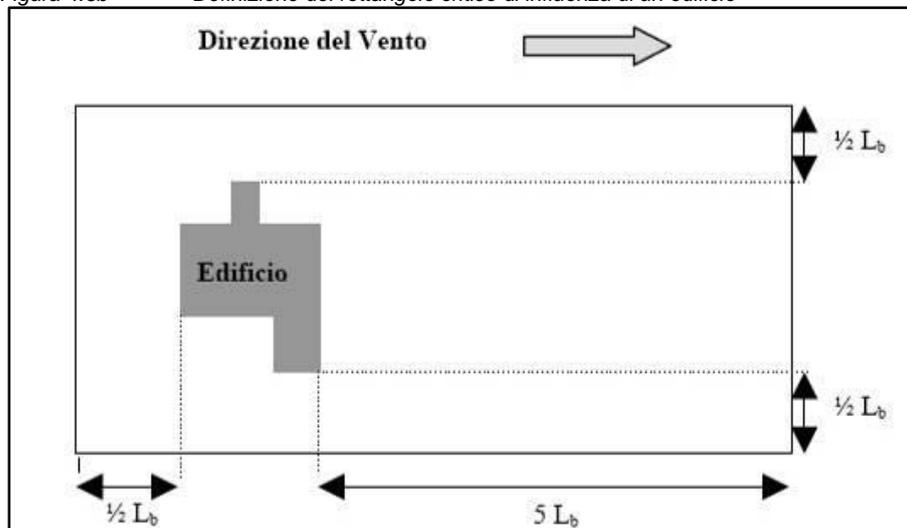
In pratica al fine di valutare se un edificio sia sufficientemente vicino ad una ciminiera tanto da generare effetti di scia si utilizza la relazione:

$$D \leq 5L_b \quad (4.6a)$$

dove D è la distanza che intercorre tra l'edificio e la ciminiera, mentre L_b è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In definitiva si può escludere che un edificio può generare effetto building downwash se la ciminiera non ricade all'interno del rettangolo costruito come proposto in Figura 4.6b attorno all'edificio (APAT 2003, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Atmosfera").

Figura 4.6b Definizione del rettangolo critico di influenza di un edificio



Fonte: APAT "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Aria"

Se la condizione sopra proposta alla (4.6a) non è verificata, è impossibile escludere la presenza di possibili effetti di scia; per poterne quindi valutare l'influenza si procede al calcolo dell'innalzamento del pennacchio all'equilibrio, usando differenti formulazioni e seconda delle condizioni di stabilità dell'atmosfera.

Una ciminiera posta all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzata dalla presenza dell'edificio se è soddisfatta la disequazione seguente:

$$H_e > H + 1,5L_b \quad (4.6b)$$

H_e = innalzamento del pennacchio all'equilibrio;

H = altezza dell'edificio;

L_b = è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In caso contrario, il pennacchio emesso subisce l'influenza fluidodinamica dell'edificio che viene normalmente modellato, soprattutto nei modelli Gaussiani a plume, inserendo dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione ed innalzamento del pennacchio.

In ogni caso, si ammette che per camini di media grandezza l'effetto edificio sia trascurabile per velocità di uscita superiori a 5 volte la velocità del vento, mentre per grandi camini l'effetto è spesso trascurabile già per velocità di uscita pari a 1,5 volte la velocità del vento. Il valore esatto della minima velocità di uscita tale da garantire il non manifestarsi della condizione di downwash dipende dalle condizioni specifiche del sito, ma per un camino di grandi dimensioni un valore 2 volte la velocità del vento appare ragionevole (vedi *Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height - TECHNICAL Support Document for the Stack Height Regulation*).

In base a quanto riportato nella (4.6b) e considerando le dimensioni degli edifici e degli impianti presenti all'interno del perimetro dello stabilimento Cargill, risulta impossibile escludere a priori la presenza dell'effetto building downwash per gli scenari emissivi simulati; per tale motivo è stata attivata nel modello di calcolo l'opzione per considerare tale effetto.

Sono stati quindi individuati gli edifici localizzati nelle vicinanze dei camini della CTE che presentano altezze per le quali, nello studio dei fenomeni di dispersione, non è possibile escludere l'effetto building downwash.

In seguito, con l'ausilio di un opportuno codice denominato BPIP (utility di CALPUFF), è stato possibile individuare per ogni settore di provenienza del vento di ampiezza 10 gradi, due parametri che vengono successivamente utilizzati nel codice di dispersione CALPUFF per simulare l'effetto downwash: l'altezza di un edificio o di un sistema di edifici che si presenta sulla stessa direzione di provenienza del vento e la massima proiezione della larghezza dell'edificio o di più edifici sulla perpendicolare a tale direzione.

4.7 Risultati

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite con la metodologia e le assunzioni descritte nei paragrafi precedenti per gli scenari Attuale Autorizzato, Futuro Fase 2 e Futuro Fase 3.

Si specifica che le ricadute sono state stimate per i seguenti inquinanti in termini di:

- NOx: media annua e 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie;
- CO: massima concentrazione media oraria.

I risultati sono mostrati in forma di mappe di ricaduta a livello del suolo.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

4.7.1 Scenario Attuale Autorizzato

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni eseguite per lo scenario Attuale Autorizzato, considerando lo scenario emissivo descritto nel §4.3.1.

NO_x

Nelle figure 4.7.1a e 4.7.1b si riportano le mappe che mostrano rispettivamente il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie e la concentrazione media annua di NO_x all'interno del dominio di calcolo.

Dall'analisi di tali mappe emerge che:

- il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_x stimato nel dominio di calcolo è pari a 103,81 µg/m³ e si verifica in direzione Ovest, ad una distanza di circa 100 m dalla CTE;
- il valore massimo della concentrazione media annua di NO_x stimato nel dominio di calcolo è pari a 5,41 µg/m³ e si rileva in direzione Ovest, ad una distanza di circa 100 m dalla CTE.

CO

Nella Figura 4.7.1c è riportata la distribuzione spaziale nel dominio di calcolo delle ricadute al suolo di CO, in termini di massima concentrazione oraria.

Dall'analisi di tale mappa emerge che il massimo valore delle concentrazioni orarie di CO stimato nel dominio di calcolo è pari a 0,246 mg/m³ e si verifica in direzione Nord-Ovest, ad una distanza di circa 0,5 km dalla CTE.

4.7.2 Scenario Futuro Fase 2

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni eseguite per lo scenario Futuro Fase 2, considerando lo scenario emissivo descritto nel §4.3.1.

NO_x

Nelle figure 4.7.2a e 4.7.2b si riportano le mappe che mostrano rispettivamente il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie e la concentrazione media annua di NO_x all'interno del dominio di calcolo.

Dall'analisi di tali mappe emerge che:

- il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_x stimato nel dominio di calcolo è pari a 114,07 µg/m³ e si verifica nella stessa cella che comprende la CTE. Tale valore è leggermente superiore rispetto a quello massimo calcolato nello scenario Attuale Autorizzato (103,81 µg/m³, che si rileva nelle vicinanze della CTE) e, come quest'ultimo, è ampiamente inferiore al limite di 200 µg/m³ fissato dal D.Lgs. 155/2010.

Assumendo come valore di fondo presso la cella dove si verifica il contributo più elevato indotto dalla CTE la massima concentrazione media annua di NO₂ (che rappresenta il valore più probabile) registrata nel triennio 2019-2021 dalla stazione Sermide (quella più vicina), pari a 18 µg/m³ (misurata nel 2019)¹, si ottiene un valore pari a 132,07 µg/m³ (114,07 + 18 = 132,07 µg/m³) che è nettamente inferiore al limite di 200 µg/m³ fissato dal D.Lgs. 155/2010. Dal confronto tra le figure 4.7.2a e 4.7.1a si nota una significativa riduzione delle aree interessate dalle ricadute rispetto allo scenario Attuale Autorizzato: ciò è dovuto al fatto che nello scenario Futuro Fase 2 le emissioni orarie di NO_x diminuiranno del 79% circa (-46,71 kg/h) rispetto allo scenario Attuale Autorizzato;

- il valore massimo della concentrazione media annua di NO_x stimato nel dominio di calcolo è pari a 5,21 µg/m³ e si rileva nella stessa cella che comprende la CTE. Tale valore è inferiore rispetto al valore massimo calcolato nello scenario Attuale Autorizzato (5,41 µg/m³, che si rileva nelle vicinanze della CTE) e abbondantemente inferiore al limite di 40 µg/m³ fissato dal D.Lgs. 155/2010. Assumendo come valore di fondo presso la cella dove si verifica il contributo più elevato indotto dalla CTE la massima concentrazione media annua di NO₂ registrata nel triennio 2019-2021 dalla stazione Sermide (quella più vicina), pari a 18 µg/m³, si ottiene un valore pari a 23,21 µg/m³ (5,21 + 18 = 23,21 µg/m³) che è ampiamente inferiore al valore limite di 40 µg/m³ fissato dal D.Lgs. 155/2010. Dal confronto tra le figure 4.7.2b e 4.7.1b si nota una marcata riduzione delle aree interessate dalle ricadute rispetto allo scenario Attuale Autorizzato: ciò è dovuto al fatto che nello scenario Futuro Fase 2 le emissioni annue di NO_x diminuiranno del 79% circa (-409,2 t/anno) rispetto allo scenario Attuale Autorizzato.

CO

Nella Figura 4.7.2c è riportata la distribuzione spaziale nel dominio di calcolo delle ricadute al suolo di CO, in termini di massima concentrazione oraria.

Dall'analisi di tale mappa emerge che il massimo valore delle concentrazioni orarie di CO stimato nel dominio di calcolo è pari a 0,464 mg/m³ e si rileva nella stessa cella che comprende la CTE. Tale valore è leggermente superiore rispetto a quello massimo che si riscontra nello scenario Attuale Autorizzato (0,246 mg/m³) e, come quest'ultimo, risulta non significativo ai fini del rispetto del limite di legge dettato dal D. Lgs. 155/2010 (10 mg/m³) per la protezione della salute della popolazione, riferito oltretutto alla media mobile su 8 ore (che, per definizione, è minore o uguale alla media oraria), dato che ne è inferiore di 2 ordini di grandezza.

Lo stato di qualità dell'aria relativo al CO, registrato dalla stazione di monitoraggio Ostiglia (la più prossima al sito di progetto) considerata nel presente studio, è molto buono: dall'analisi riportata nel § 3.2 emerge che nel triennio 2019-2021 il massimo giornaliero della media mobile su otto ore

¹ Tale approccio, che come si vedrà nel prosieguo del documento verrà seguito per valutare gli impatti nelle due fasi di progetto, è conservativo in quanto il valore misurato per essere propriamente definito di fondo andrebbe epurato dal contributo effettivo indotto dall'esercizio della CTE nell'anno 2019.

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

è stato rilevato nel 2020 ed è pari a $2,3 \text{ mg/m}^3$, valore ampiamente al di sotto del limite di legge di 10 mg/m^3 .

Per quanto detto sopra lo stato attuale di qualità dell'aria di CO risulta molto buono e a valle della realizzazione della Fase 2 del progetto rimarrà tale.

4.7.3 Scenario Futuro Fase 3

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni eseguite per lo scenario Futuro Fase 3, considerando lo scenario emissivo descritto nel §4.3.1.

NOx

Nelle figure 4.7.3a e 4.7.3b si riportano le mappe che mostrano rispettivamente il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie e la concentrazione media annua di NOx all'interno del dominio di calcolo.

Dall'analisi di tali mappe emerge che:

- il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a $43,24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e si verifica in direzione Ovest, ad una distanza di circa 100 m dalla CTE. Tale valore è ampiamente inferiore rispetto a quello massimo calcolato nello scenario Attuale Autorizzato ($103,81 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, che si rileva nelle vicinanze della CTE) ed è abbondantemente inferiore al limite di $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ fissato dal D.Lgs. 155/2010. Assumendo come valore di fondo presso la cella dove si verifica il contributo più elevato indotto dalla CTE la massima concentrazione media annua di NO₂ (che rappresenta il valore più probabile) registrata nel triennio 2019-2021 dalla stazione Sermide (quella più vicina), pari a $18 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, si ottiene un valore pari a $61,24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ($43,24 + 18 = 61,24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) che è nettamente inferiore al limite di $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ fissato dal D.Lgs. 155/2010. Dal confronto tra le figure 4.7.3a e 4.7.1a si nota una significativa riduzione delle aree interessate dalle ricadute rispetto allo scenario Attuale Autorizzato: ciò è dovuto al fatto che nello scenario Futuro Fase 3 le emissioni orarie di NOx diminuiranno del 71% circa ($-42,09 \text{ kg/h}$) rispetto allo scenario Attuale Autorizzato;
- il valore massimo della concentrazione media annua di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a $2,21 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e si verifica in direzione Ovest, ad una distanza di circa 100 m dalla CTE. Tale valore è nettamente inferiore rispetto al valore massimo calcolato nello scenario Attuale Autorizzato ($5,41 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, che si rileva nelle vicinanze della CTE) e abbondantemente inferiore al limite di $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ fissato dal D.Lgs. 155/2010. Assumendo come valore di fondo presso la cella dove si verifica il contributo più elevato indotto dalla CTE la massima concentrazione media annua di NO₂ registrata nel triennio 2019-2021 dalla stazione Sermide (quella più vicina), pari a $18 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, si ottiene un valore pari a $20,21 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ($2,21 + 18 = 20,21 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) che è ampiamente inferiore al valore limite di $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ fissato dal D.Lgs. 155/2010. Dal confronto tra le figure 4.7.3b e 4.7.1b si nota una marcata riduzione delle aree interessate dalle ricadute rispetto allo scenario Attuale Autorizzato: ciò è dovuto al fatto che nello scenario Futuro Fase

Ns rif. R002-1668534CMO-V01_2022 All.A

3 le emissioni annue di NOx diminuiranno del 71% circa (-368,8 t/anno) rispetto allo scenario Attuale Autorizzato.

CO

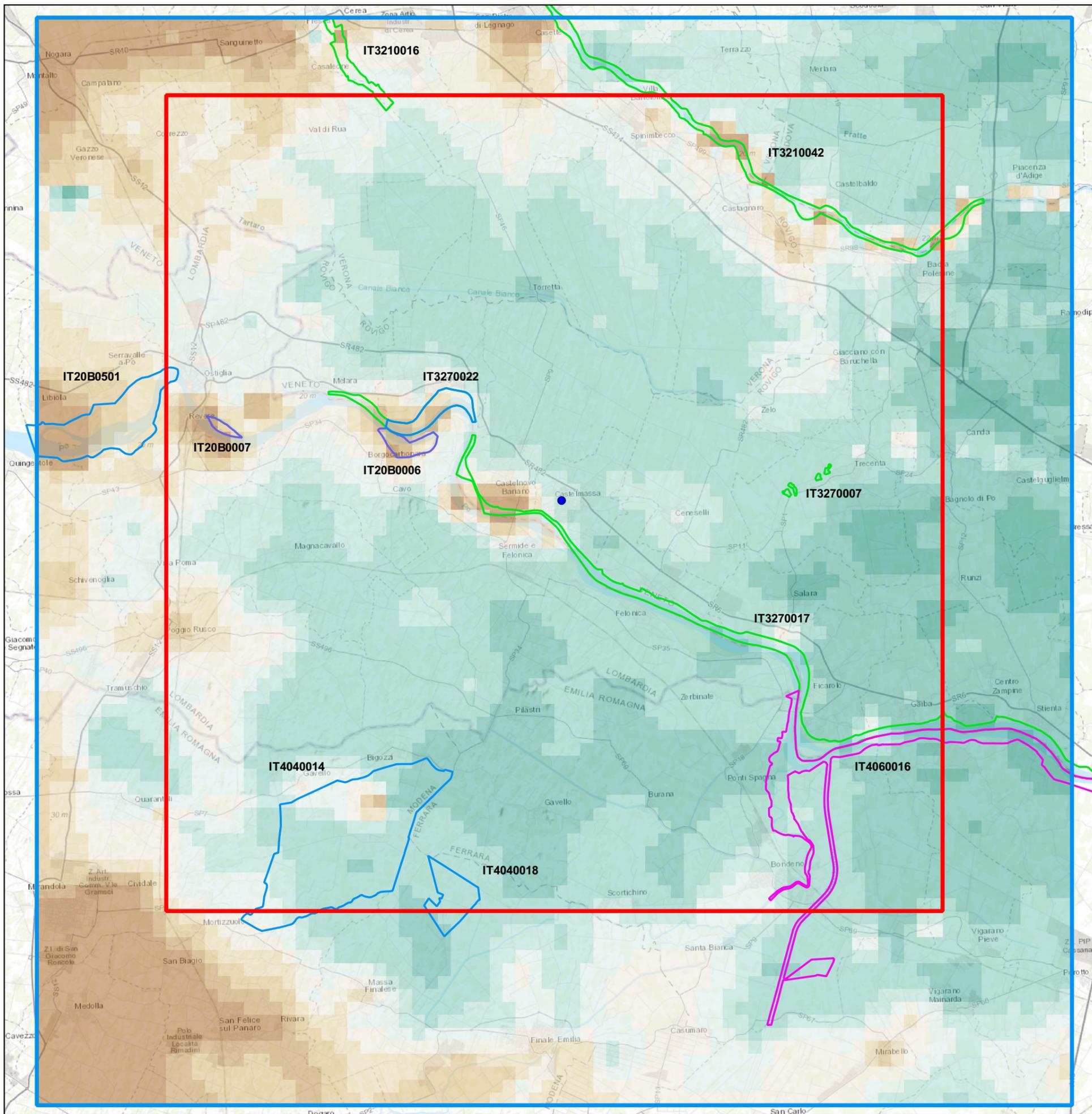
Nella Figura 4.7.3c è riportata la distribuzione spaziale nel dominio di calcolo delle ricadute al suolo di CO, in termini di massima concentrazione oraria.

Dall'analisi di tale mappa emerge che il valore massimo delle concentrazioni orarie di CO stimato nel dominio di calcolo è pari a 0,212 mg/m³ e si verifica in direzione Ovest, ad una distanza di circa 0,6 km dalla CTE. Tale valore è leggermente inferiore rispetto a quello massimo che si riscontra nello scenario Attuale Autorizzato (0,246 mg/m³) e, come quest'ultimo, risulta non significativo ai fini del rispetto del limite di legge dettato dal D. Lgs. 155/2010 (10 mg/m³) per la protezione della salute della popolazione, riferito oltretutto alla media mobile su 8 ore (che, per definizione, è minore o uguale alla media oraria), dato che ne è inferiore di 2 ordini di grandezza.

Lo stato di qualità dell'aria relativo al CO, registrato dalla stazione di monitoraggio Ostiglia (la più prossima al sito di progetto) considerata nel presente studio, è molto buono: dall'analisi riportata nel § 3.2 emerge che nel triennio 2019-2021 il massimo giornaliero della media mobile su otto ore è stato rilevato nel 2020 ed è pari a 2,3 mg/m³, valore ampiamente al di sotto del limite di legge di 10 mg/m³.

Per quanto detto sopra lo stato attuale di qualità dell'aria di CO risulta molto buono e a valle della realizzazione della Fase 3 del progetto rimarrà tale.

Figura 4.4a Orografia



Legenda

- Centrale
- Dominio CALMET
- Dominio CALPUFF
- Orografia [mslm]
 - ≤ 7
 - 7 - 9
 - 9 - 11
 - 11 - 12
 - 12 - 13
 - 13 - 14
 - 14 - 15
 - 15 - 16
 - 16 - 17
 - 17 - 18
- Siti Rete Natura 2000
 - SIC
 - ZPS
 - ZPS-SIC
 - ZSC

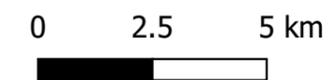
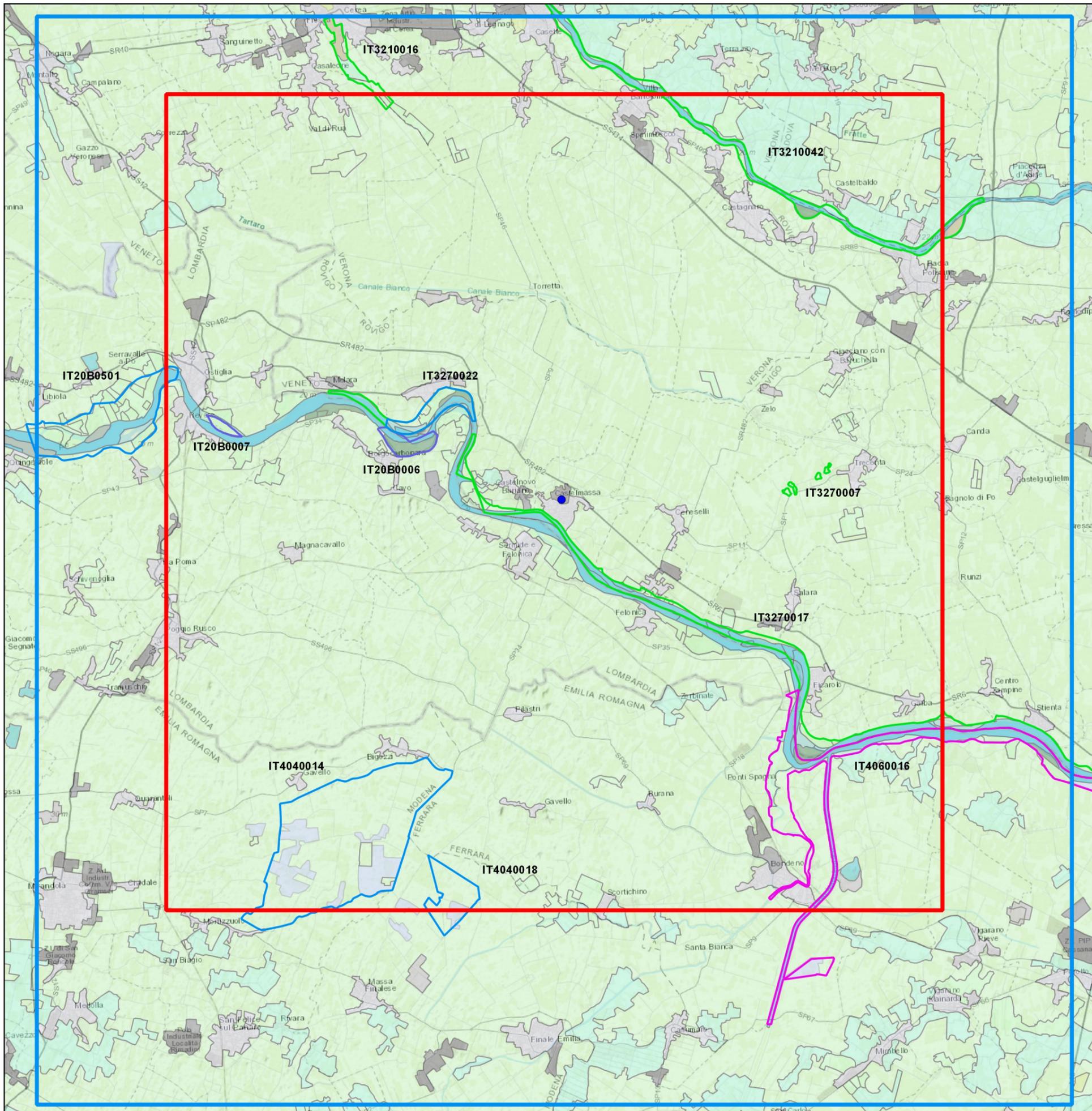


Figura 4.4b Uso del suolo



Legenda

- Centrale
- Dominio CALMET
- Dominio CALPUFF
- Usò del suolo
 - Zone urbanizzate di tipo residenziale
 - Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali
 - Zone estrattive, cantieri, discariche
 - Aree verdi non coltivate
 - Seminativi
 - Colture permanenti
 - Prati stabili
 - Zone aperte con vegetazione rada
 - Zone agricole eterogenee
 - Zone boscate
 - Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea
 - Zone umide interne
 - Acque continentali
- Siti Rete Natura 2000
 - SIC
 - ZPS
 - ZPS-SIC
 - ZSC

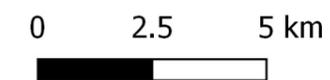
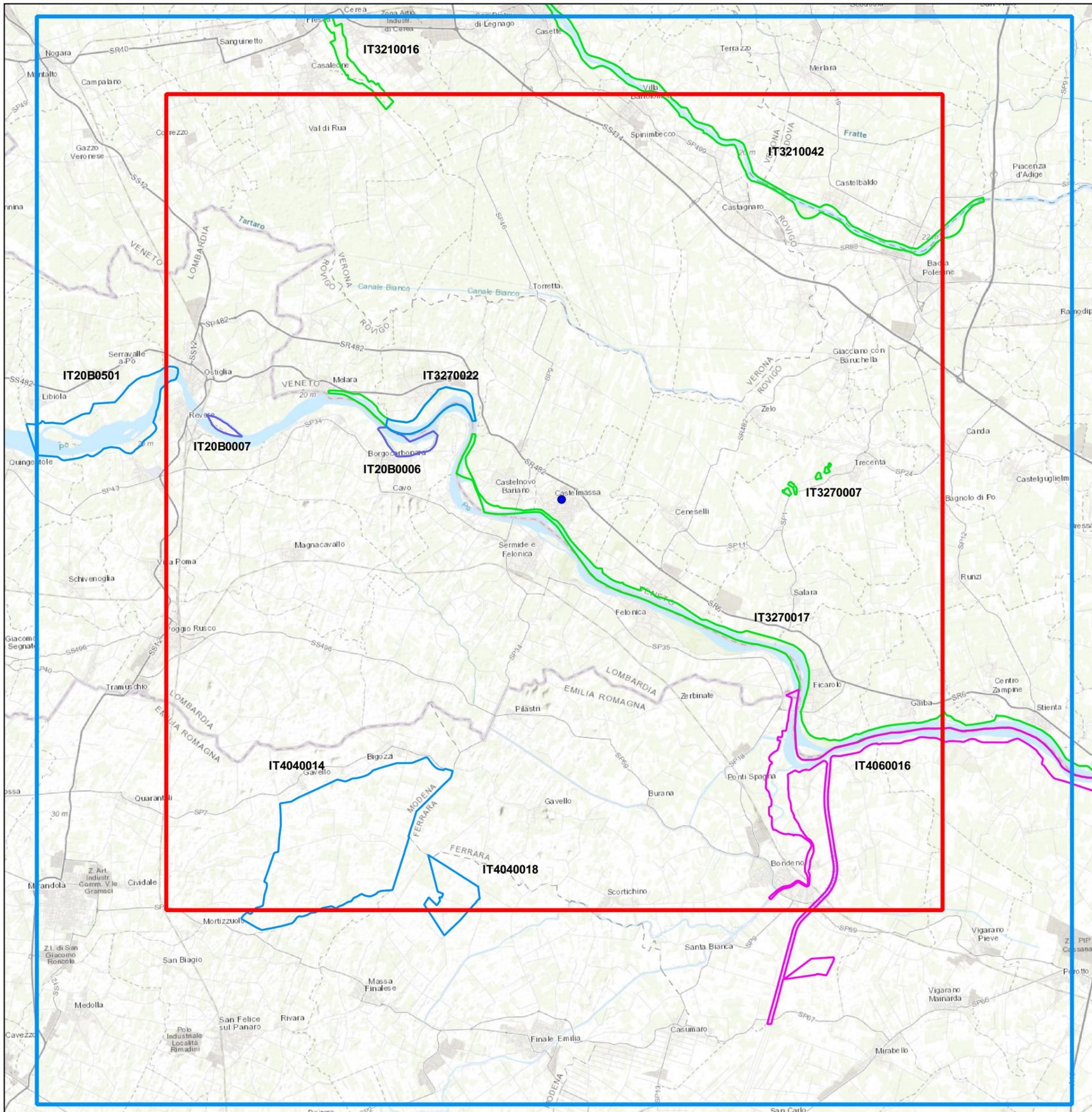


Figura 4.4d Domini di calcolo CALMET e CALPUFF

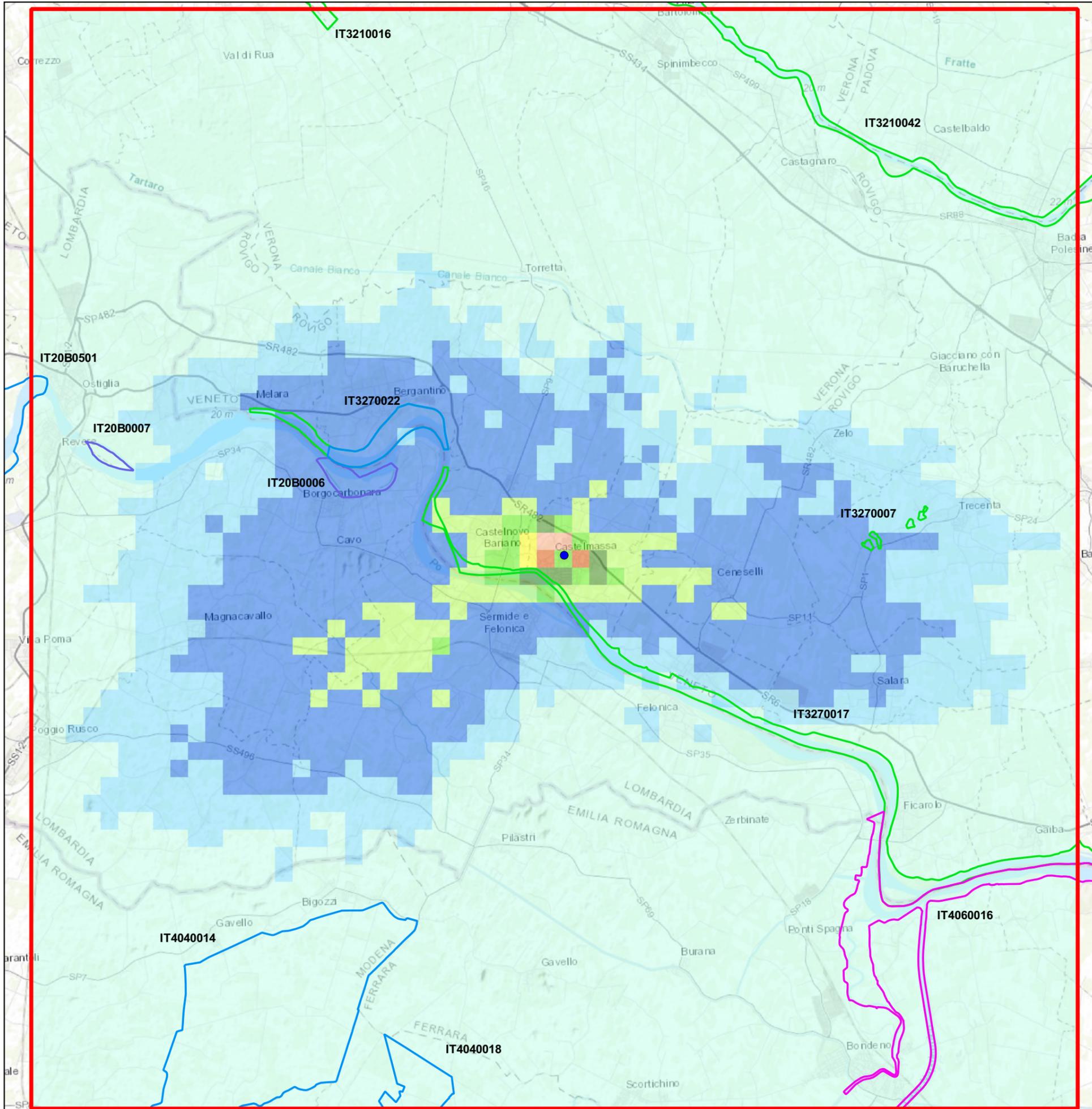


Legenda

- Centrale
- Dominio CALMET
- Dominio CALPUFF
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
- ZPS
- ZPS-SIC
- ZSC



Figura 4.7.1a - Scenario Attuale Autorizzato - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx



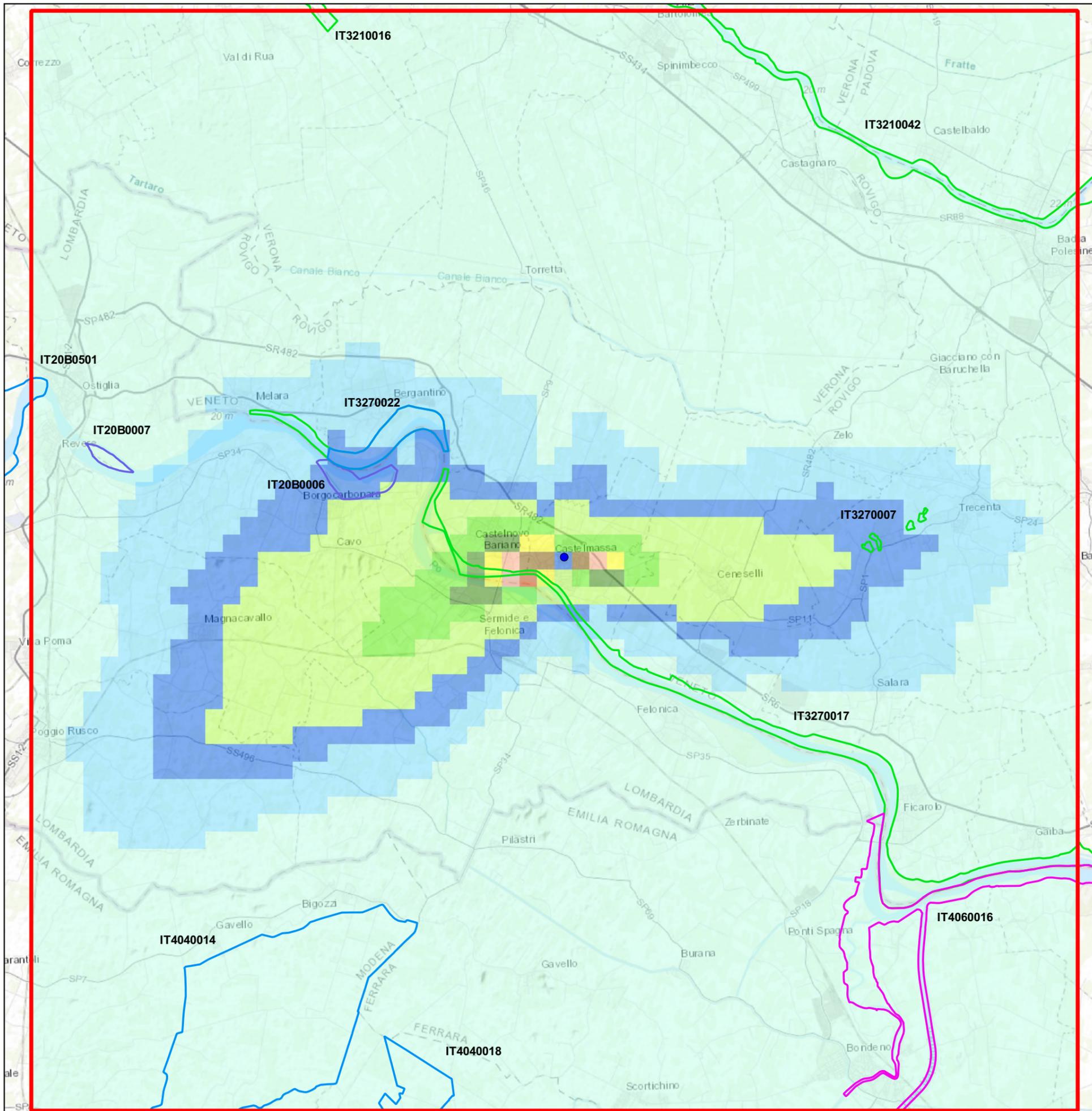
Legenda

- Centrale
- Dominio CALPUFF
- Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- ≤ 15
- 15 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 110
- 110 - 115
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
- ZPS
- ZPS-SIC
- ZSC

Massimo valore sul dominio: $103,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Figura 4.7.1b - Scenario Attuale Autorizzato - Concentrazione media annua di NOx



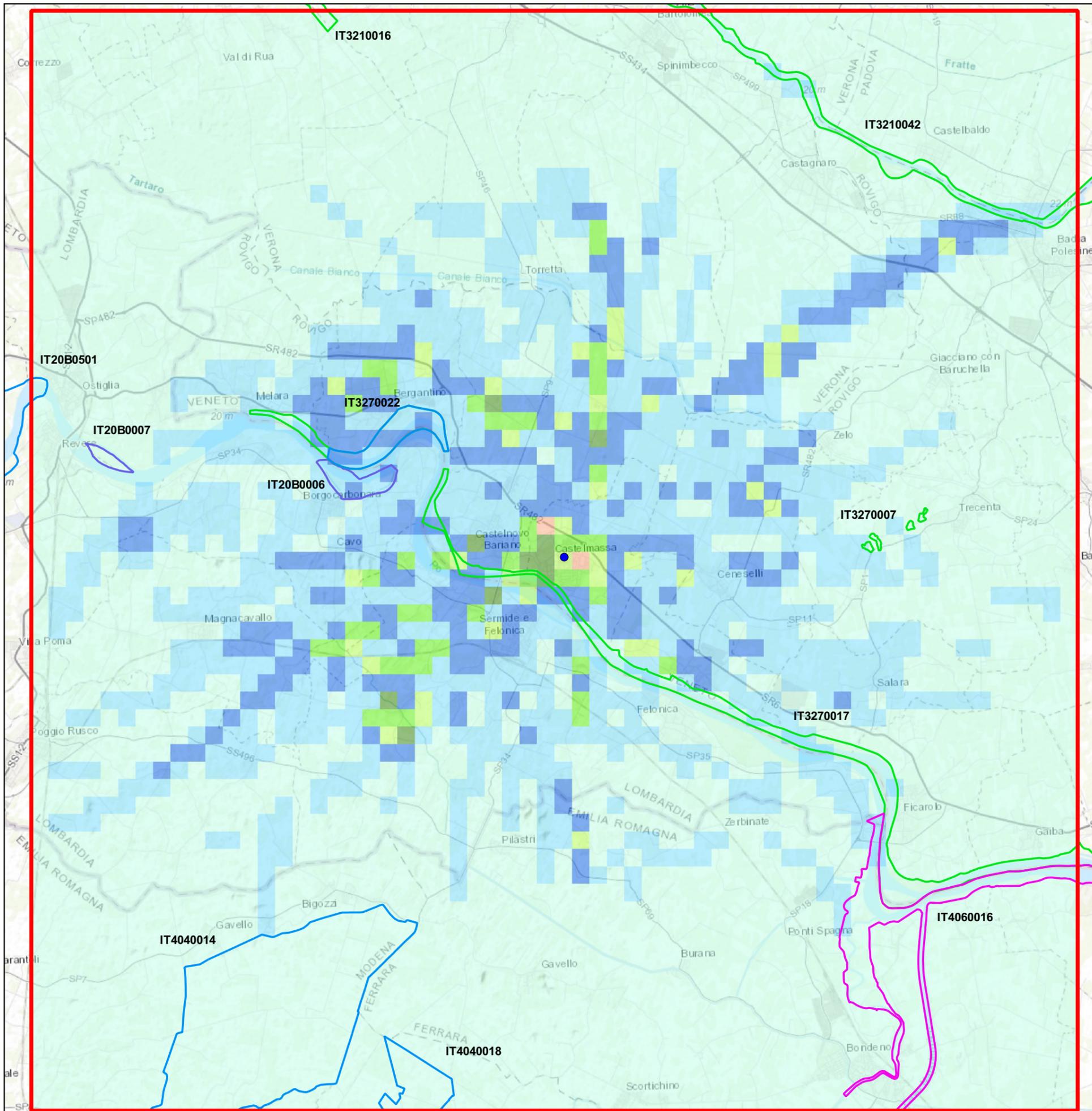
Legenda

- Centrale
 - Dominio CALPUFF
- Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- $\leq 0,3$
 - 0,3 - 0,4
 - 0,4 - 0,5
 - 0,5 - 0,8
 - 0,8 - 1,1
 - 1,1 - 1,3
 - 1,3 - 1,7
 - 1,7 - 2,0
 - 2,0 - 2,5
 - 2,5 - 5,5
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
 - ZPS
 - ZPS-SIC
 - ZSC

Massimo valore sul dominio $5,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Figura 4.7.1c - Scenario Attuale Autorizzato - Massima concentrazione oraria di CO



Legenda

- Centrale
- Dominio CALPUFF
- Concentrazione [mg/m^3]
- $\leq 0,030$
- 0,03 - 0,05
- 0,05 - 0,07
- 0,07 - 0,08
- 0,08 - 0,11
- 0,11 - 0,16
- 0,16 - 0,20
- 0,20 - 0,25
- 0,25 - 0,35
- 0,35 - 0,47
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
- ZPS
- ZPS-SIC
- ZSC

Massimo valore sul dominio $0,246 \text{ mg}/\text{m}^3$

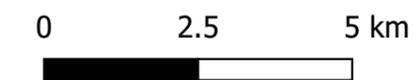
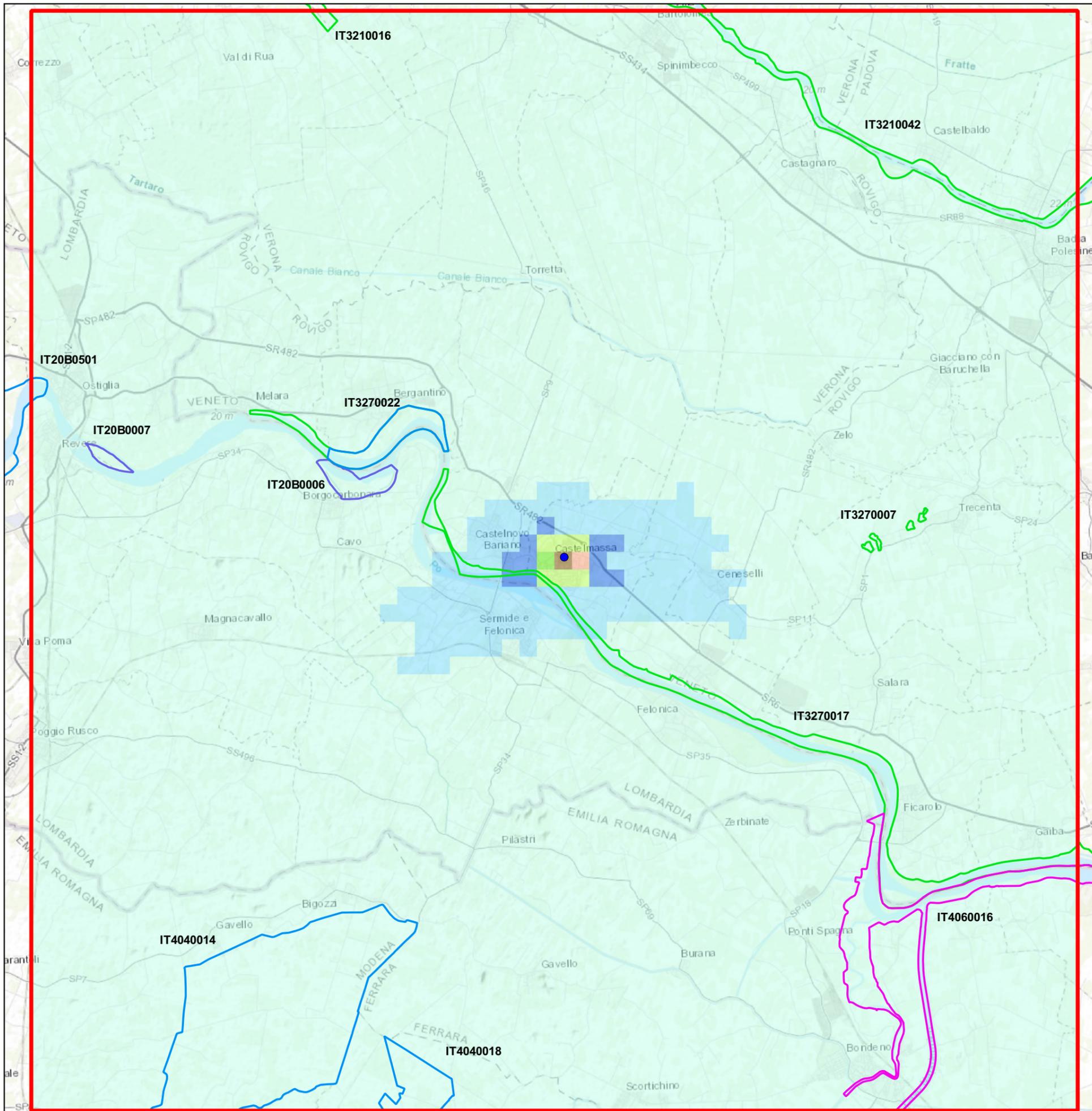


Figura 4.7.2a - Scenario Futuro Fase 2 - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx



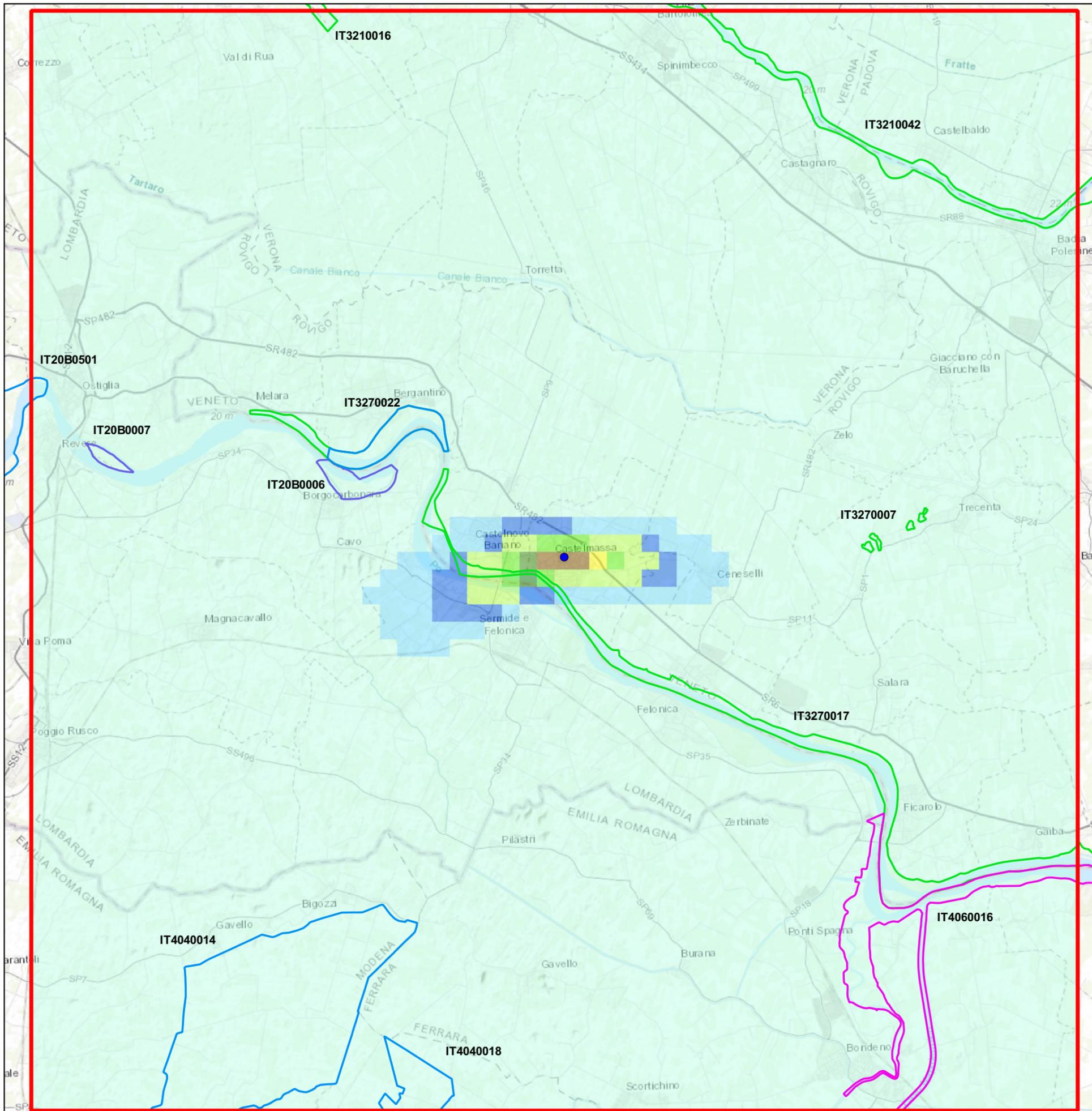
Legenda

- Centrale
- ▭ Dominio CALPUFF
- Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- ▭ <= 15
- ▭ 15 - 20
- ▭ 20 - 30
- ▭ 30 - 40
- ▭ 40 - 50
- ▭ 50 - 60
- ▭ 60 - 70
- ▭ 70 - 80
- ▭ 80 - 110
- ▭ 110 - 115
- Siti Rete Natura 2000
- ▭ SIC
- ▭ ZPS
- ▭ ZPS-SIC
- ▭ ZSC

Massimo valore sul dominio: 114,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Figura 4.7.2b - Scenario Futuro Fase 2 - Concentrazione media annua di NOx



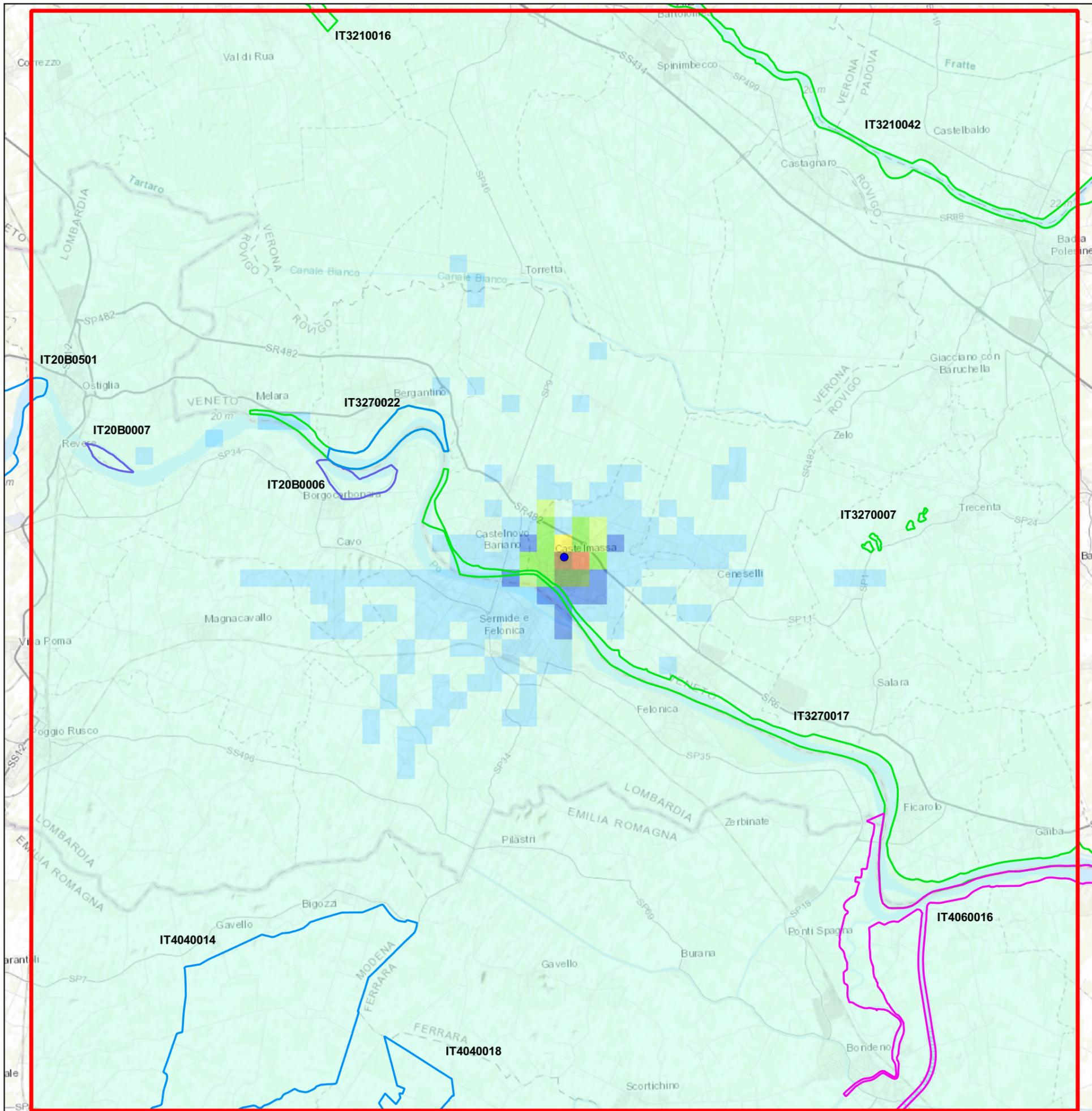
Legenda

- Centrale
- Dominio CALPUFF
- Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- $\leq 0,3$
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,8
- 0,8 - 1,1
- 1,1 - 1,3
- 1,3 - 1,7
- 1,7 - 2,0
- 2,0 - 2,5
- 2,5 - 5,5
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
- ZPS
- ZPS-SIC
- ZSC

Massimo valore sul dominio: $5,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Figura 4.7.2c - Scenario Futuro Fase 2 - Massima concentrazione oraria di CO



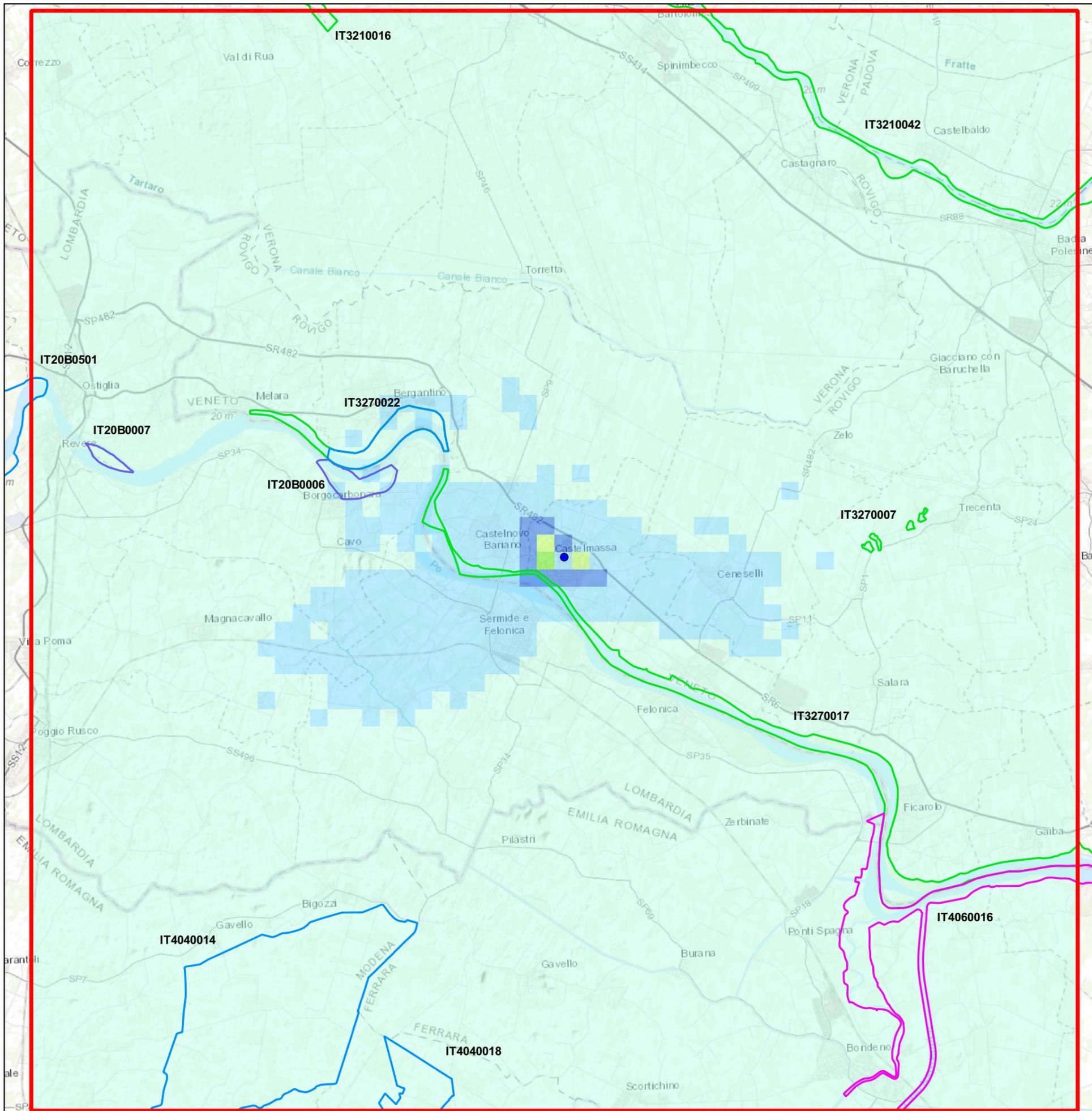
Legenda

- Centrale
- Dominio CALPUFF
- Concentrazione [mg/m^3]
- $\leq 0,030$
- 0,03 - 0,05
- 0,05 - 0,07
- 0,07 - 0,08
- 0,08 - 0,11
- 0,11 - 0,16
- 0,16 - 0,20
- 0,20 - 0,25
- 0,25 - 0,35
- 0,35 - 0,47
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
- ZPS
- ZPS-SIC
- ZSC

Massimo valore sul dominio: $0,464 \text{ mg}/\text{m}^3$



Figura 4.7.3a - Scenario Futuro Fase 3 - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx



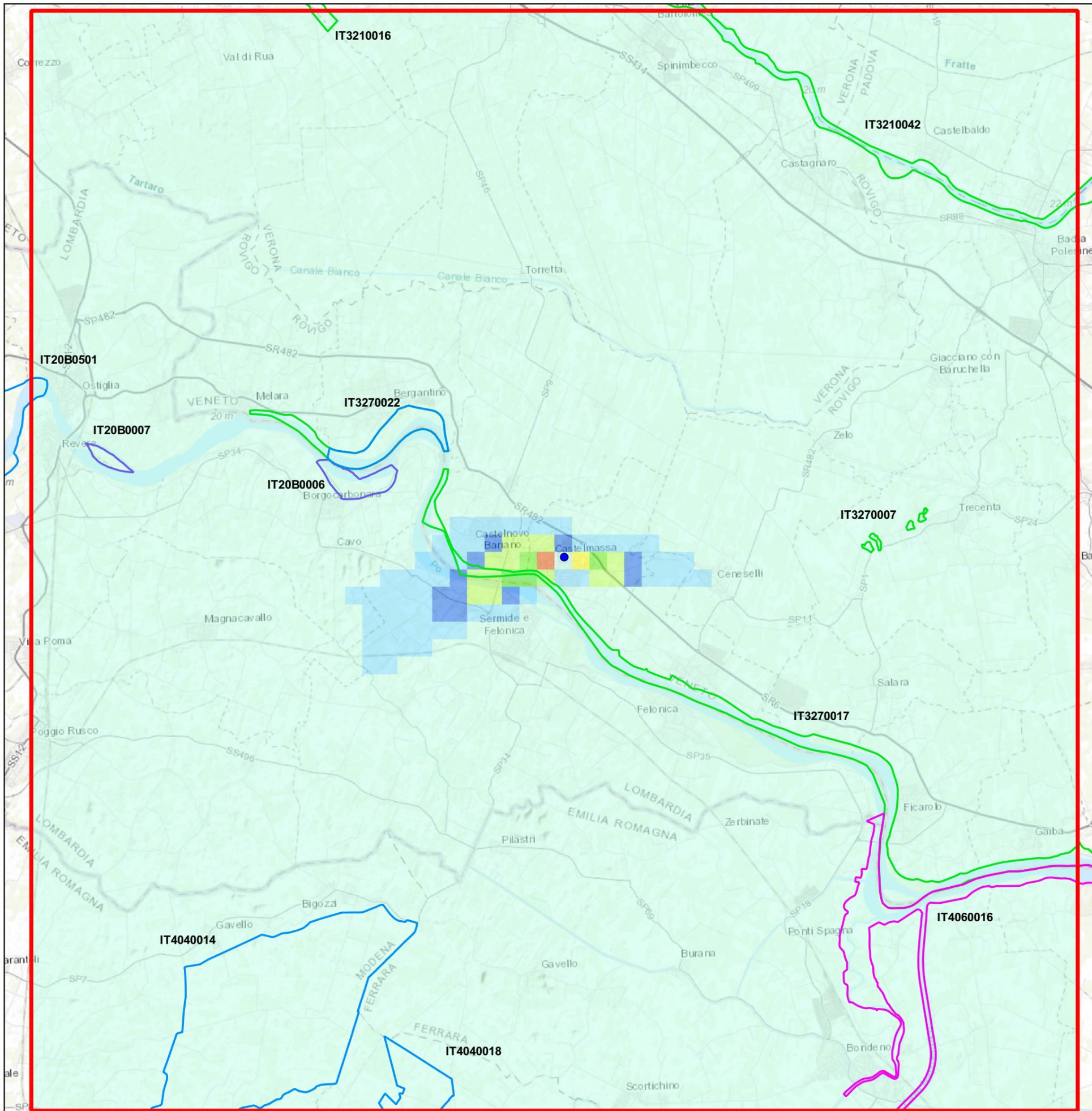
Legenda

- Centrale
- Dominio CALPUFF
- Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- ≤ 15
- 15 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 110
- 110-115
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
- ZPS
- ZPS-SIC
- ZSC

Massimo valore sul dominio: 43,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Figura 4.7.3b - Scenario Futuro Fase 3 - Concentrazione media annua di NOx



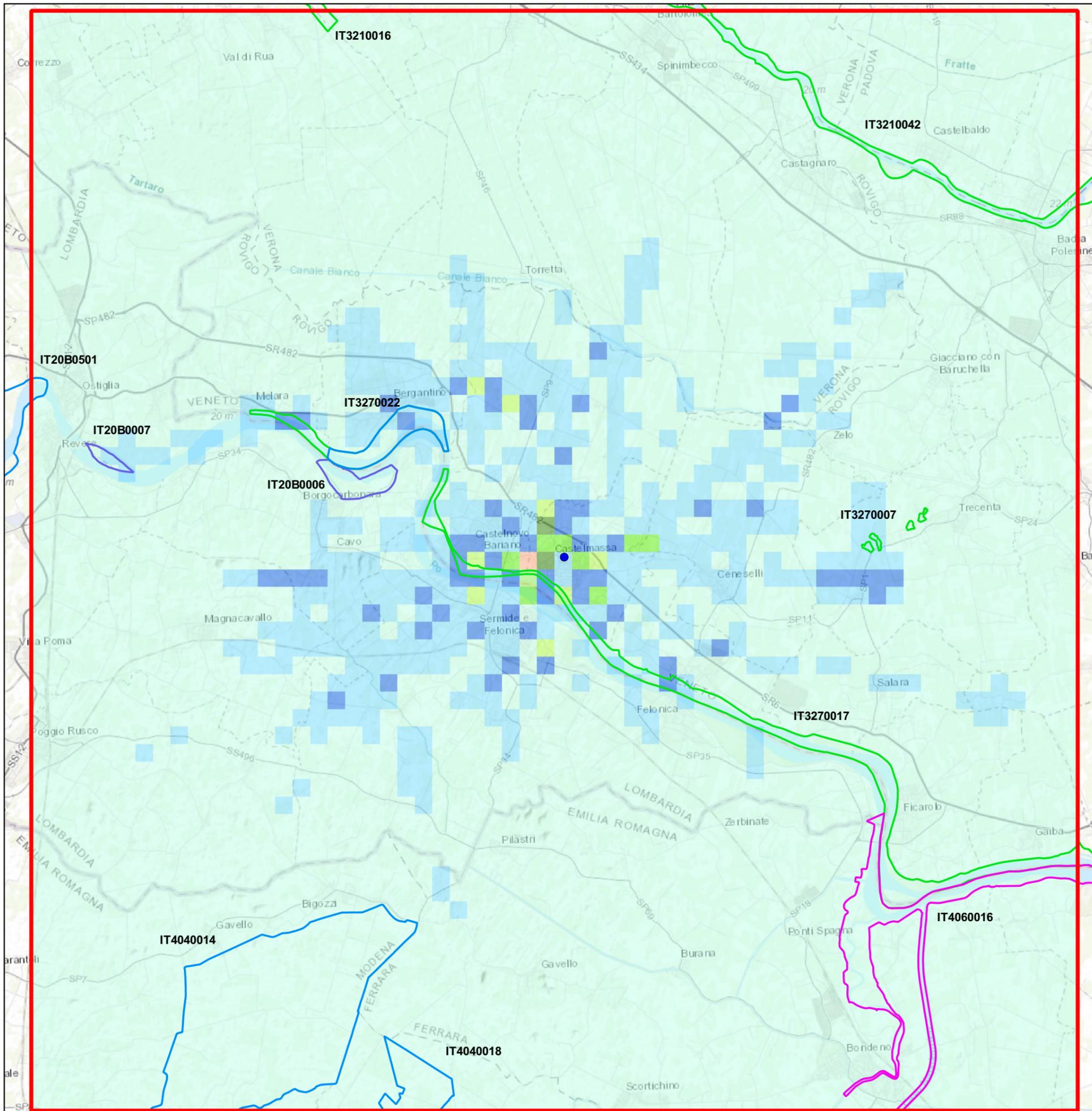
Legenda

- Centrale
- Dominio CALPUFF
- Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- $\leq 0,3$
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,8
- 0,8 - 1,1
- 1,1 - 1,3
- 1,3 - 1,7
- 1,7 - 2,0
- 2,0 - 2,5
- 2,5 - 5,5
- Siti Rete Natura 2000
- SIC
- ZPS
- ZPS-SIC
- ZSC

Massimo valore sul dominio: $2,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Figura 4.7.3c - Scenario Futuro Fase 3 - massima concentrazione oraria di CO



Legenda

- Centrale
- ▭ Dominio CALPUFF
- Concentrazione [mg/m^3]
- ▭ $\leq 0,030$
- ▭ 0,03 - 0,05
- ▭ 0,05 - 0,07
- ▭ 0,07 - 0,08
- ▭ 0,08 - 0,11
- ▭ 0,11 - 0,16
- ▭ 0,16 - 0,20
- ▭ 0,20 - 0,25
- ▭ 0,25 - 0,35
- ▭ 0,35 - 0,47
- Siti Rete Natura 2000
- ▭ SIC
- ▭ ZPS
- ▭ ZPS-SIC
- ▭ ZSC

Massimo valore sul dominio: 0,212 mg/m^3

