



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA DI VERONA



Valeggio sul Mincio



Titolo progetto:

Impianto per il fabbisogno regionale di rifiuti contenenti amianto da realizzare nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), località Ca' Baldassarre

SIA

02_R03

Nome documento:

MODELLAZIONE PROGNOSTICA DEL TRASPORTO AEREO E DISPERSIONE DI POLVERI E FIBRE DI AMIANTO

Richiedente:

Progeco Ambiente S.P.A.

Via Ca' Vecchia 9, San Martino
Buon Albergo (VR)

Coordinamento:

Progeco Ambiente S.P.A.

Via della Ferrovia 13,
Gavardo (BS)

PROGETTO

Ing.
Massimo Di Martino

S.I.A. e V.Inc.A.

Dott.
Marco Stevanin

RELAZIONE SPECIALISTICA

Dott.
Giampiero Malvasi

Dott.
Marco Abordi



Absbestos Specialist Management: Ing. Remo Bordini

Data documento:
Novembre 2023


Revisione:
Rev.00

Nome file:
02_R03_Model_Disper_Atm.pdf

Scala:

**MODELLAZIONE PROGNOSTICA DEL TRASPORTO AEREO E
DISPERSIONE DI POLVERI E FIBRE DI AMIANTO RELATIVA ALLA
COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UNA NUOVA DISCARICA
AUTORIZZATA AL CONFERIMENTO DI RIFIUTI CONTENENTI
AMIANTO A VALEGGIO (VR)**

Realizzazione dello studio:

LUOGO E DATA EMISSIONE	REV.	IL TECNICO
Padova, 15/10/2023	01	Dr. GIAMPIERO MALVASI  Ordine interprovinciale del Veneto dei Chimici e dei Fisici n. 1243 dal 21.4.21

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORALE	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
4. LIVELLI DI INQUINAMENTO AMBIENTALE DI BACKGROUND	4
5. SCENARI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI	4
5.1 SCENARIO DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DELLE POLVERI	4
5.1.1 Scenario emissivo	7
5.2 SCENARIO DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DELLE FIBRE DI AMIANTO	7
5.2.1 Scelta della soglia di concentrazione di fibre in aria cautelativa per la salute della popolazione	7
6. DESCRIZIONE DEL MODELLO DIFFUSIONALE CALPUFF	9
6.1 Generalità	9
6.2 Il preprocessore meteorologico CALMET	10
6.3 CALPUFF	10
6.4 Il postprocessore CALPOST	11
7. BERSAGLI SENSIBILI.....	11
8. DOMINIO DI APPLICAZIONE DEL MODELLO.....	12
9. DATI METEOROLOGICI UTILIZZATI PER LA MODELLIZZAZIONE MATEMATICA	12
10. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI E IMMISSIONI DI POLVERI, NO_x E FIBRE DI AMIANTO	12
10.1 VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI E IMMISSIONI DI POLVERI ed NO _x	12
10.1.1 Fase di cantiere	13
10.2 VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI E IMMISSIONI DI FIBRE DI AMIANTO	16
10.2.1 Modellazione Long Term Emissione convogliata di fibre d’amianto	16
10.2.2 Emissioni diffuse - Scelta dei fattori di emissione.....	17
11. CONCLUSIONI	18
12. BIBLIOGRAFIA	21
ALLEGATI.....	22

1. PREMESSA

Oggetto dello studio è la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria, relativamente ai parametri polveri PM10 e PM2.5 e fibre di amianto, derivante dalla costruzione ed esercizio di un impianto di smaltimento (D1) per Rifiuti Contenenti Amianto (RCA) nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR); ditta titolare Progeco Ambiente S.p.A.. Il progetto della discarica prevede la realizzazione di n. 5 lotti, per una potenzialità di progetto pari a 940000 m³. La durata prevista di gestione è stimata in n. 8 anni e 8 mesi, e successivamente altri 5 anni per il suo ripristino.

La modellizzazione diffusionale e il presente documento sono stati realizzati in ottemperanza con quanto descritto nelle linee guida "INDICAZIONI PER L'UTILIZZO DI TECNICHE MODELLISTICHE PER LA SIMULAZIONE DELLA DISPERSIONE DI INQUINANTI IN ATMOSFERA", recentemente pubblicate da ARPA Veneto.

Simili valutazioni sono altresì previste dal D.Lgs. 36/2003 allegato 1 pt. 2.1 *"per le discariche di rifiuti pericolosi e non pericolosi che accettano rifiuti contenenti amianto, deve essere oggetto di specifico studio, al fine di evitare qualsiasi possibile trasporto aereo delle fibre, la distanza dei centri abitati in relazione alla direttrice dei venti dominanti. Tale direttrice è stabilita sulla base di dati statistici significativi dell'intero arco dell'anno e relativi ad un periodo non inferiore a 5 anni"*.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto Progeco Ambiente S.p.A. oggetto del presente studio sarà situato a Valeggio (VR). Le coordinate geografiche del sito sono:

N: 45.3417°

E: 10.776°

L'impianto oggetto dello studio è situato nel territorio a Sud-Est del comune di Valeggio sul Mincio (VR) e confina ad est con il Comune di Villafranca Veronese, i centri comunali più vicini sono riportati in Figura 1 sono:

- Circa 3,5 km a sud est dal centro di Valeggio sul Mincio;
- Circa 5 km a ovest dal centro di Villafranca Veronese;

Il sito oggetto dello studio è esterno a siti Natura 2000, Il sito più vicino è a circa 8-10 km di distanza (cfr. Figura 2).

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione del sito di smaltimento mediante la realizzazione di 5 lotti. Il quantitativo di RCA che si prevede di smaltire nell'impianto è circa pari a 820.000 mc, corrispondenti ad una potenzialità di circa 90.000 t/anno, la durata prevista di gestione e pari a 8 anni e 8 mesi.

Tale impianto di smaltimento vedrà la messa a dimora nei lotti di Rifiuti Contenenti Amianto e di materiali impiegati per la copertura giornaliera, aventi consistenza plastica, in modo da ricoprire i rifiuti e costituire adeguata protezione contro la dispersione di fibre. La coltivazione verrà attuata mediante la realizzazione di settori in modo da consentire il passaggio degli automezzi senza

causare frantumazione dei RCA abbancati, come prescritto nel decreto del 29 luglio 2004, n. 248 e nel D.M. 3 agosto 2005.

La coltivazione dei lotti sarà attuata mediante la realizzazione di strati di RCA disposti in pile verticali sino al raggiungimento di circa 3 m, a fronte di un valore massimo di 5 m, la copertura infrastrato, da realizzarsi ogni 3 m di RCA avrà spessore pari a 0,20 m, come definito nel D. Lgs. 36/2003 e ss.mm.ii., e sarà realizzata, analogamente al tamponamento di eventuali vuoti laterali, utilizzando materiali con consistenza plastica con le prescrizioni di cui al PGO. Il quantitativo di RCA che si prevede di smaltire sarà pari a 820.000 mc e quello di materiali plastici utilizzati per realizzare la copertura infrastrato pari a circa 120.000 mc considerando una densità media del rifiuto stimata pari a 0,95 t/mc e dell'infrastrato pari a 1,6 t/mc:

4. LIVELLI DI INQUINAMENTO AMBIENTALE DI BACKGROUND

Nel comune di Valeggio non è presente alcuna stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria della rete ARPA Veneto. Tuttavia la qualità dell'aria nei pressi del sito è stata monitorata tramite un mezzo mobile l'ultima volta nel 2019. I dati di questa campagna di monitoraggio eseguita nel centro di Valeggio in via Boden Powel (Figura 3) a circa 3 km dal sito d'indagine possono ritenersi rappresentativi della situazione attuale nel territorio circostante l'impianto.

La sintesi dei risultati del monitoraggio della qualità dell'aria è riportata nella relazione tecnica "Monitoraggio della Qualità dell'aria – comune di Valeggio (VR) – Periodo di riferimento 23/5/2019 – 30/6/2019 e 1/10/2019 – 30/10/2019" del Dipartimento Provinciale di Verona di ARPA Veneto

È utile evidenziare i seguenti risultati:

- media NO₂ = 21 µg/m³
- valore orario massimo NO₂ = 99 µg/m³
- media PM₁₀ = 33 µg/m³
- 90esimo percentile PM₁₀ = 58 µg/m³

5. SCENARI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

5.1 SCENARIO DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DELLE POLVERI

Relativamente alle polveri sottili nella tabella seguente sono riportati i limiti di legge attualmente vigenti imposti per la salvaguardia della salute pubblica.

Tabella 1 - Limiti di legge per qualità dell'aria per il biossido di Azoto NO₂ le polveri sottili PM₁₀

Inquinante	Nome limite	Parametro statistico	Valore	Note	Riferimento legislativo
NO ₂	Soglia di allarme	superamento per 3 h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³		D.Lgs 155/10
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³	Da non superare più di 18 volte per anno civile	
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³		
PM ₁₀	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³	Da non superare più di 35 volte per anno civile	D.Lgs. 155/2010
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³		

È utile sottolineare che allo stato attuale tali limiti di legge non sembrano sufficientemente restrittivi per la piena salvaguardia della salute pubblica.

In particolare l'OMS nel documento "WHO global air quality guidelines - Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide" del 2021 raccomanda i seguenti AQG level (livelli guida per la qualità dell'aria)

Tabella 2 - AQG levels del documento OMS

Table 3.24. Summary of recommended long- and short-term AQG levels and interim targets

Pollutant	Averaging time	Interim target				AQG level
		1	2	3	4	
PM _{2.5} , µg/m ³	Annual	35	25	15	10	5
	24-hour ^a	75	50	37.5	25	15
PM ₁₀ , µg/m ³	Annual	70	50	30	20	15
	24-hour ^a	150	100	75	50	45
O ₃ , µg/m ³	Peak season ^b	100	70	-	-	60
	8-hour ^a	160	120	-	-	100
NO ₂ , µg/m ³	Annual	40	30	20	-	10
	24-hour ^a	120	50	-	-	25
SO ₂ , µg/m ³	24-hour ^a	125	50	-	-	40
CO, mg/m ³	24-hour ^a	7	-	-	-	4

^a 99th percentile (i.e. 3-4 exceedance days per year).

^b Average of daily maximum 8-hour mean O₃ concentration in the six consecutive months with the highest six-month running-average O₃ concentration.

È inoltre di interesse riportare i limiti della proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Tabella 3 - Valori limite della qualità dell'aria per la protezione della salute umana della proposta di direttive europea

Tabella 1 – Valori limite per la protezione della salute umana da raggiungere entro il 1° gennaio 2030		
Periodo di mediazione	di	Valore limite
PM2,5		
1 giorno		25 µg/m ³
		da non superare più di 18 volte per anno civile
Anno civile		10 µg/m ³
PM10		
1 giorno		45 µg/m ³
		da non superare più di 18 volte per anno civile
Anno civile		20 µg/m ³
Biossido di azoto (NO₂)		
1 ora		200 µg/m ³
		da non superare più di una volta per anno civile
1 giorno		50 µg/m ³
		da non superare più di 18 volte per anno civile
Anno civile		20 µg/m ³

5.1.1 Scenario emissivo

Per quanto riguarda le polveri sottili PM10 ed NO₂ lo scenario emissivo preso in considerazione è quello relativo al quinto anno di attività della discarica. In questo anno si avranno le seguenti attività in contemporanea:

- Movimento materiale per approntamento lotto 4: Scarpate, piano di fondo e fascia di mitigazione sottesa al lotto (in blu in 0). Ciò che verrà scavato verrà subito riutilizzato per la realizzazione delle scarpate e del piano di fondo non sono previsti cumuli;
- Allestimento lotto 3 (in arancione in Figura 6);
- Conferimento in lotto 2 e lotto 3 (in marrone in Figura 6);
- Ripristino lotto 1 (in verde)

5.2 SCENARIO DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DELLE FIBRE DI AMIANTO

5.2.1 Scelta della soglia di concentrazione di fibre in aria cautelativa per la salute della popolazione

Nella normativa nazionale ed europea non esiste un valore limite per la qualità dell'aria per le fibre d'amianto valido per l'esposizione della popolazione.

Valgono in compenso le seguenti norme legislative.

Il DM Sanità 06/09/1994 "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3 e art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto" definisce che concentrazioni di 20 fibre L⁻¹ determinate in MOCF e 2 fibre L⁻¹ determinate in SEM siano da considerarsi indicazioni d'inquinamento in atto. Lo stesso decreto in caso d'interventi di bonifica definisce uno stato di preallarme quando si

osserva una netta tendenza all'aumento del numero di fibre aerodisperse; uno stato d'allarme per concentrazioni superiori a 50 fibre L⁻¹. Il DM definisce anche i criteri per la restituibilità dei locali bonificati tra cui il numero di prelievi per superficie bonificata (2 prel./50/m²; 3/200 m²; più 1 prelievo ogni 200 m² aggiuntivi; per prelievi 600 m² è possibile ridurre il numero dei prelievi così come è possibile che in presenza di particolari locali confinati sia necessario un prelievo ogni locale) e la concentrazione delle fibre che deve essere 2 fibre L⁻¹ determinate in SEM; di fatto questo criterio può essere interpretato come un limite di riferimento per la qualità dell'aria per la popolazione.

Per completezza è opportuno citare il D.Lgs 277/91, pur abrogato dal più recente D.Lgs. 81/2008, perché riporta la metodologia di analisi MOCF che notoriamente è meno sensibile della metodica SEM.

Il D.Lgs. Governo n. 277 del 15/08/1991 "*Attuazione delle direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/447/CEE, 86/188/CEE, 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art.7 della L. 30 luglio 1990, n.212*" art. 24 comma 3 definisce che "se l'esposizione personale dei lavoratori alla polvere d'amianto, espressa come numero di fibre per centimetro cubo in rapporto ad un periodo di riferimento di otto ore supera 0.1 fibre cm⁻³ [determinato in MOCF], il datore di lavoro attua le disposizioni degli artt. 25, 28, 30 e 35".

Il D.Lgs. Governo n. 81 del 09/04/2008 "*Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*" art. 284 comma 1 definisce che "Il valore limite di esposizione per l'amianto è fissato a 0,1 fibre per centimetro cubo di aria, misurato come media ponderata nel tempo di riferimento di otto ore. I datori di lavoro provvedono affinché nessun lavoratore sia esposto a una concentrazione di amianto nell'aria superiore al valore limite".

Questo valore limite valido per i lavoratori può essere "trasformato" a valore limite per la popolazione applicando un fattore correttivo moltiplicativo pari a 1/100, come suggerito dall'organizzazione mondiale della sanità.

Infine il documento dell'organizzazione mondiale della sanità "*Air quality Guideline for Europe*" al capitolo 6.2 relativo all'amianto riporta i valori di seguito descritti.

Nelle aree urbane i livelli di inquinamento da fibre aerodisperse indicati variano da meno di 0,1 a circa 1 fibra L⁻¹; nelle vicinanze di sorgenti di emissione l'OMS riporta in modo esemplificativo i seguenti valori:

- sottovento a impianti per la produzione del cemento-amianto da 0,6 ad oltre 2 fibre L⁻¹ a seconda della distanza (misure effettuate entro un raggio di 1 km dall'impianto);
- in corrispondenza di un incrocio stradale con pesante traffico autoveicolare 0,9 fibre L⁻¹.

Può essere significativo confrontare questi valori con quelli osservati in alcune situazioni italiane particolarmente significative.

Nella città di Casale Monferrato, nel periodo da marzo 1990 ad aprile 1991, in corrispondenza di 25 stazioni di campionamento situate nella zona urbana di Casale e nelle limitrofe aree rurali sono stati misurati i livelli di inquinamento da fibre di amianto aerodisperse. Il numero dei campionamenti effettuati in ogni stazione è variato da 2 a 15 (nell'area urbana i campionamenti sono stati più frequenti che nelle zone rurali); i valori medi della concentrazione di fibre di amianto calcolati per ogni stazione sono risultati compresi fra 0,2 fibre L⁻¹ (per le stazioni rurali) e 0,9 fibre L⁻¹ (per le stazioni nel centro urbano).

Dai dati riportati appare evidente come valori di 1 fibra di amianto L⁻¹ possa ritenersi un valore ampiamente cautelativo e che valori dell'ordine di 0.1 fibre di amianto L⁻¹ debbano ritenersi come concentrazione di fondo. Infine occorre ricordare che la determinazione in MOCF tenda a sovrastimare di un ordine di grandezza la reale concentrazione in aria di fibre di amianto, determinate quindi con il SEM.

È stato quindi assunto il valore fortemente cautelativo di

Valore guida di qualità dell'aria: 1 fibre L⁻¹

È utile notare che, alla luce di questo valore guida, il limite fiduciario di ogni campionamento e di conseguenza l'accuratezza del metodo di campionamento e analisi delle fibre aerodisperse risulta ampiamente adeguato.

6. DESCRIZIONE DEL MODELLO DIFFUSIONALE CALPUFF

6.1 GENERALITÀ

In questo studio è stato utilizzato un insieme di modelli matematici di dispersione atmosferica del tipo non stazionario, sviluppati dalla "Sigma Research Corporation" (Earth Tech, Inc.), nel 1990, e denominato "CALPUFF Model System".

Il sistema sviluppato è composto da tre componenti principali:

- un processore meteorologico (CALMET) in grado di ricostruire campi con cadenza oraria, tridimensionali di vento e temperatura, bidimensionali di altre variabili come turbolenza, altezza di mescolamento, ecc;
- un modello di dispersione non stazionario (CALPUFF), che simula il rilascio di inquinanti dalla sorgente come una serie di pacchetti discreti di materiale ("puff"), emessi ad intervalli di tempo prestabiliti; CALPUFF può avvalersi dei campi tridimensionali generati da CALMET, oppure utilizzare altri formati di dati meteorologici;
- un programma di postprocessamento degli output di CALPUFF (CALPOST), che consente di ottenere i formati richiesti dall'utente ed è in grado di interfacciarsi col software SURFER per l'elaborazione grafica dei risultati.

La versione attuale del modello include i tre componenti principali (CALMET/ CALPUFF/ CALPOST), ed un set di vari programmi che consentono al sistema di interfacciarsi a dataset standard di dati meteorologici e geofisici.

Dopo varie fasi di validazione e analisi di sensibilità, CALPUFF è stato inserito nella "Guideline on Air Quality Model" tra i modelli ufficiali di qualità dell'aria riconosciuti dall'U.S.EPA.

In Figura 7 è riportato il diagramma di flusso del modello CALPUFF.

6.2 IL PREPROCESSORE METEOROLOGICO CALMET

Tutti i principali dati meteorologici del dominio di studio, vengono forniti al modello di dispersione CALPUFF mediante il file di output del preprocessore CALMET (CALMET.DAT). Il file contiene (oltre alle informazioni generali per quanto riguarda le dimensioni del dominio di studio e l'intervallo di tempo della simulazione) le serie temporali giornaliere per le variabili meteorologiche con risoluzione oraria (intervallo di tempo su cui sono calcolate le concentrazioni).

CALMET è un pacchetto di simulazione per la ricostruzione del dominio meteorologico, il quale è in grado di sviluppare campi di vento sia diagnostici che prognostici, rendendo così il sistema capace di trattare condizioni atmosferiche complesse, variabili nel tempo e nello spazio. CALMET consente di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri dispersivi all'interno dello strato limite (CBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione; inoltre, consente di produrre campi tridimensionali di temperatura e, a differenza di altri processori meteorologici, calcola internamente la classe di stabilità atmosferica, tramite la localizzazione del dominio (coordinate UTM), l'ora del giorno e la copertura del cielo.

6.3 CALPUFF

CALPUFF è un modello Lagrangiano Gaussiano a puff, non stazionario, multistrato e multispecie, le cui caratteristiche principali sono:

- capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione), fumigation;
- possibilità di trattare emissioni odorigene.

Per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l'emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in "pacchetti" discreti di materiale (puff) la cui forma e dinamica dipendono dalle condizioni di rilascio e dalle condizioni meteorologiche locali.

Il contributo di ogni puff in un recettore viene valutato mediante un metodo "a foto": ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni puff viene "congelato" e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il puff può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all'intervallo successivo.

La concentrazione complessiva in un recettore, è quindi calcolata come sommatoria del contributo di tutti gli elementi vicini, considerando la media di tutti gli intervalli temporali (sampling step) contenuti nel periodo di base (basic time step), in genere equivalente ad un'ora.

L'output di Calpuff è il file CONC.DAT che contiene, nel caso specifico di questa applicazione, 8760 "istantanee" delle concentrazioni del parametro oggetto dello studio (cioè l'equivalente in ore di un anno solare non bisestile: 365 giorni x 24 ore), calcolate dal modello su tutti i punti della griglia del dominio spaziale (ovvero, in questo caso, su 50x50 punti geografici equispaziati di 100 m) e su tutti i ricettori discreti identificati (in questo caso i 15 ricettori rappresentanti dei 15 centri abitati maggiormente vicini all'impianto). In questo modo è possibile elaborare il file CONC.DAT con qualsiasi algoritmo statistico, grafico e cartografico e confrontare i risultati con quanto previsto da qualsiasi normativa sulla qualità dell'aria internazionale, nazionale o locale.

6.4 IL POSTPROCESSORE CALPOST

CALPOST elabora l'output primario del modello, il file con i valori orari della concentrazione di inquinante in corrispondenza dei recettori (CONC.DAT), per ottenere i parametri d'interesse (concentrazione massima o media per vari periodi, frequenze di superamento di soglie stabilite dall'utente). Quindi, la funzione di questo postprocessore è quella di manipolare l'output di CALPUFF per renderlo adatto ad una migliore visualizzazione dei risultati. Inoltre, CALPOST è in grado di produrre file direttamente interfacciabili con programmi di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni (in particolare SURFER).

7. BERSAGLI SENSIBILI

Come richiesto dal D.Lgs. 36/2003 i bersagli sensibili sono "i centri abitati" che il decreto definisce come *"insieme di edifici delimitato lungo le vie d'accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazze, giardini o simili, costituito da non meno di venticinque fabbricati e da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada"*.

I bersagli sensibili più vicini alla discarica e quindi maggiormente esposti alle emissioni di polveri sono singole abitazioni situate in comune di Valeggio sul Mincio e di Villafranca Veronese.

8. DOMINIO DI APPLICAZIONE DEL MODELLO

Per l'applicazione del modello Calpuff è stato scelto un dominio geografico che contenesse il sito della discarica e i punti bersaglio più significativi.

Tale dominio è di 2.0 km x 1.85 km con una maglia quadrata di 0.05 km di lato.

Le coordinate in Gauss Boaga fuso Ovest sono:

Xmin: 1638150 m Xmax: 1640150 m

Ymin: 5021400 m Ymax: 5023150 m

In Figura 9 è riportata la mappa del dominio scelto.

9. DATI METEOROLOGICI UTILIZZATI PER LA MODELLIZZAZIONE MATEMATICA

Per le attività di modellazione matematica del trasporto e diffusione delle PM10, degli NO2 e delle fibre aerodisperse sono stati utilizzati i dati della stazione meteorologica asservita all'aeroporto Catullo di Villafranca Veronese posta circa 10 km di distanza dal sito d'indagine.

1644500 E

5026200 N

e sono stati reperiti i dati orari dal 1 gennaio 2019 al 31 dicembre 2019.

I dati meteorologici di superficie di Villafranca di Verona sono stati elaborati insieme ai dati dei profili di vento e termici delle stazioni:

- Udine Rivolto (16045);
- Bologna San Pietro Capofiume (16144);
- Milano Linate (16080)

Per ottenere le variabili di micrometeorologia oltre che la stima dell'altezza dello strato di rimescolamento

La statistica di direzione e velocità del vento è rappresentata in forma grafica di rosa dei venti in Figura 10.

10. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI E IMMISSIONI DI POLVERI, NO_x E FIBRE DI AMIANTO

10.1 VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI E IMMISSIONI DI POLVERI ED NO_x

Fra le diverse fasi di cantiere per l'allestimento dei diversi lotti della discarica e il contemporaneo esercizio della discarica è stato valutato il maggiormente critico il 5° anno di esercizio perché caratterizzato dalle seguenti attività in contemporanea (con riferimento alla Figura 6):

- Movimento terra per approntamento lotto 4: Scarpate, piano di fondo e fascia di mitigazione sottesa al lotto (in blu in Figura 6). Ciò che verrà scavato verrà subito riutilizzato per la realizzazione delle scarpate e del piano di fondo non sono previsti cumuli;

- Allestimento lotto 3 (in arancione in Figura 6);
- Conferimento in lotto 2 e lotto 3 (in marrone in Figura 6);
- Ripristino lotto 1 (in verde)

10.1.1 Fase di cantiere

a) Emissioni dovute allo sterro e riporto delle terre per tutta la discarica

La stima delle emissioni di polveri dovuta alle operazioni di sterro e di ripristino di tutti i lotti della discarica è stata eseguita tramite gli algoritmi contenuti nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate handling and storage piles" del manuale AP42 dell'US EPA.

L'algoritmo utilizzato è il seguente:

$$EF_i(kg/km) = k_i \cdot (0.0016) \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

- $EF_i(kg/Mg)$ è il fattore di emissione risultante espresso in kg di polveri emesse per tonnellata di materiale movimentato;
- u è la velocità del vento in m/s che in questo caso è risultata pari a 1.5 m/s;
- M è la percentuale di umidità dei materiali posta in questo caso pari a 5%;
- infine k_i dipende dalla tipologia di particolato ed è dato dalla tabella seguente

	k_i
PTS	0.74
PM10	0.35
PM2.5	0.11

Risultando quindi un fattore di emissione

$$EF_i(kg/Mg) = 1E-4 \text{ kgPM10/Mg}$$

Dalla relazione tecnica risulta che per l'allestimento di tutta la discarica comporterà

- Scavi per 263000 m³
- reimpieghi in situ 263000 m³

e pertanto una movimentazione di 526000 m³

tale volume viene moltiplicato per la densità assunta di

$$\text{densità} = 1.6 \text{ Mg/m}^3$$

e diviso per una durata di lavorazione di

$$\text{durata lavori} = 960 \text{ giorni}$$

ed infine diviso per

$$\text{ore lavorative al giorno} = 8$$

ottenendo pertanto una lavorazione

$$\text{lavorazione oraria} = 110 \text{ Mg/h}$$

e quindi l'emissione di PM10 è pari

$$E (PM10) = 11 \text{ g/h}$$

b) Carico e scarico su mezzo pesante

Inoltre è stata considerata l'emissione dovuta al caricamento dei materiali su camion per la quale è stato considerato il seguente

$$EF_i (PM10) = 5.0 \text{ E } 05 \text{ kg/Mg}$$

Che quindi porta un'ulteriore emissione di polveri:

$$E = 5.5 \text{ g/h}$$

Che in modo conservativo possiamo supporre di granulometria inferiore a 10 micro metri e pertanto PM10.

c) Transito mezzi su strade non asfaltate

La stima delle emissioni di polveri dovuta al passaggio dei mezzi sulle strade non asfaltate è stata stimata tramite gli algoritmi contenuti nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" del manuale AP42 dell'US EPA.

L'algoritmo è il seguente:

$$EF_i (kg/km) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

Dove:

- i particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})
- s contenuto limo nel suolo in percentuale in massa (%)
- W peso medio del veicolo (Mg)

e i coefficienti k_i , a_i e b_i sono dipendenti dalla tipologia di particolato come si evince dalla tabella

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM ₁₀	0.423	0.9	0.45
PM _{2.5}	0.0423	0.9	0.45

Il peso medio W considerato per un camion è di 32 tonnellate mentre il contenuto di limo s è stato ipotizzato pari al 20%, queste e gli altri parametri sono riassunti nella tabella seguente:

	PM10	PM2.5	
s	5	5	%
w	32	32	t
k	0.423	0.0423	
a	0.9	0.9	
b	0.45	0.45	

L'algoritmo porta al calcolo del seguente fattore di emissione

$$EF-PM10 \text{ (kg/km)} = 0.56 \text{ kg/km}$$

Considerando un passaggio di 40 camion al giorno per un percorso su strada non asfaltata di 150 m, che occorre duplicare per tener conto delle entrate e delle uscite si ottiene una emissione giornaliera di PM10 pari a

$$E = 6.7 \text{ kg/d}$$

Nell'impianto oggetto di studio le strade non asfaltate verranno bagnate in modo regolare al fine di limitare l'emissione di polveri e pertanto è possibile applicare un abbattimento pari al 75% ottenendo quindi una emissione giornaliera di PM10

$$E = 1.7 \text{ kg/d}$$

d) Emissioni exhaust dei mezzi d'opera

Sono stati ipotizzati i seguenti mezzi d'opera operativi in discarica per l'allestimento del 3° lotto

- Autocarro da 150 kw operativo 2 h/d
- Escavatore da 185 kw operativo 4 h/d
- Compattatore da 228 kw operativo 1 h/d

Tali mezzi sono stati ipotizzati di classe emissiva EU Stage IV e pertanto con i seguenti fattori di emissione

- PM10 0.025 g/kwh
- NOx 0.4 g/kwh

Infine è stato ipotizzato un fattore di utilizzo pari al 50%

Ottenendo pertanto le seguenti emissioni giornaliere:

$$E(PM10) = 15.8 \text{ g/d}$$

$$E(NOx) = 254 \text{ g/d}$$

Inoltre sono stati ipotizzati i seguenti mezzi d'opera operativi in discarica per la coltivazione del 2° e 3° lotto

- Autocarro da 150 kw operativo 3.5 h/d
- Pala da 75 kw operativa 2 h/d
- Muletto elettrico

Risultando ulteriori emissioni di

$$E(PM10) = 8.4 \text{ g/d}$$

$$E(NOx) = 135 \text{ g/d}$$

10.2 VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI E IMMISSIONI DI FIBRE DI AMIANTO

10.2.1 Modellazione Long Term Emissione convogliata di fibre d'amianto

Il progetto prevede le seguenti emissioni convogliate in atmosfera:

- emissione E1, relativa al filtro assoluto che presidia il box di ricondizionamento RCA, di portata 1.013 mc/h.

Nel box di ricondizionamento RCA verranno posizionati sia i pacchi di RCA integri che non possono essere collocati direttamente in discarica entro due ore dallo scarico oppure in caso di condizioni meteorologiche avverse (presenza di vento con velocità > 10 m/s), sia i pacchi danneggiati di RCA da sottoporre a successiva riparazione oppure eventuali pacchi che saranno soggetti ad apertura su richiesta dell'Autorità di Controllo.

In corrispondenza del box, il sistema di aspirazione garantirà 5 ricambi d'aria all'ora e sarà mantenuto in funzione in continuo nel caso di presenza contemporanea di RCA e personale addetto all'interno del box e durante tutte le fasi di movimentazione dei RCA in ingresso e in uscita dal box; la verifica dei limiti sarà eseguita da laboratorio certificato mediante un campionatore in continuo. Le polveri aspirate saranno convogliate per mezzo di tubazione ad una unità filtrante di tipo prefiltra – filtro assoluto dedicato.

In tabella seguente si riportano le caratteristiche delle emissioni convogliate in atmosfera previste dal progetto.

Figura 1. Tabella 4 - Emissioni convogliate di fibre di amianto previste dal progetto

EMISSIONE	PROVENIENZA		DURATA	TEMP.	INQUINANTI	SISTEMI DI ABBATIMENTO	CAMINO	
	Sigla	Descrizione					Altezza (m)	Sezione (mq)
E1	M1	Box di ricondizionamento RCA	Disc. - contemporanea presenza addetto-rifiuto	Ambiente	Eventuali fibre di amianto	Filtro assoluto con prefiltra	10,00	0,785

10.2.2 Emissioni diffuse - Scelta dei fattori di emissione

In letteratura non esiste alcuna stima attendibile di emissione di fibre di amianto da un impianto di smaltimento di rifiuti come quello oggetto d'indagine¹ (Regione Friuli Venezia Giulia, Procedimento VIA "Progetto di aumento dei quantitativi conferibili presso la discarica per rifiuti non pericolosi e per rifiuti inerti sita in località Croce Vial in Comune di Porcia" https://lexview-int.regione.fvg.it/serviziovia/documentazione/SCR1600/DOCUMENTAZIONE%20PROPONENTE/ALL%202_RELAZIONE%20INTEGRATIVA.PDF). Da un confronto tra valori di immissione verificati in campo con quelli calcolati dal modello in un impianto con caratteristiche simili a quello in oggetto² si è potuto procedere ad una stima del flusso di emissione. Tale confronto ha permesso di stimare in modo fortemente cautelativo un

Flusso di emissione: 1 fibra m⁻² s⁻¹

Considerando poi, sempre in modo fortemente cautelativo (poiché è prevista la copertura giornaliera di ogni parte di discarica coltivata), che il fronte scoperto possa essere di

Superficie di emissione: 500 m²

Pertanto l'emissione è stata ipotizzata in

Emissione totale di fibre aerodisperse scenario Long Term: 500 fibre s⁻¹

^{1 1} Si fa riferimento ai risultati ottenuti da uno studio eseguito dal sottoscritto presso un impianto di smaltimento di materiale contenente amianto non pubblicato, e pertanto, in questa sede, non è possibile riportare i dettagli dello studio.

È comunque possibile riportare le informazioni che seguono.

Si tratta di una discarica con dimensioni e capacità analoghe a quella in oggetto. Anche i quantitativi di materiale contenente amianto smaltiti giornalmente risultano paragonabili. Le procedure di trasporto, accatastamento e ricoprimento del M.C.A. possono essere considerate simili, con riferimento ovviamente alla stessa vigente normativa europea e nazionale.

Precedentemente alle attività di studio e misura delle fibre di amianto, presso l'impianto era stato messo a punto un modello matematico di diffusione di inquinanti atmosferici utilizzando una tipologia di modello matematico lagrangiano a particelle sviluppato in collaborazione ENEL/EDF. L'applicazione di tale modello era stata verificata e alcuni parametri "calibrati" sulla base delle risultanze di un esperimento di rilascio di un tracciante chimico (esafluoruro di Zolfo) e contemporanea misura della concentrazione in aria presso una decina circa di punti di campionamento posizionati sottovento e sopravento a distanze di 50-200 m dal punto di rilascio. Quest'ultimo era stato posizionato sul fronte di coltivazione dei M.C.A.

In un secondo tempo (ovviamente a discarica operativa in regime di normalità in termini di quantità e modalità di smaltimento) sono state eseguite presso gli stessi punti dei campionamenti ambientali utilizzati per le prove di rilascio di tracciante misure di concentrazione di fibre di amianto. Il modello matematico già predisposto per il sito ha permesso di risalire dalle concentrazioni d'immissione alla quantificazione delle emissioni della sorgente.

Come è stato possibile verificare, in studi analoghi al presente, tale valore di emissione permette di spiegare concentrazioni medie dell'ordine di 0.1 fibre m⁻³ per punti di campionamento al contorno dell'impianto e perlomeno di un ordine di grandezza inferiore (< 0.05 fibre m⁻³) per punti di campionamento del fondo ambientale subito esterni all'impianto.

Per quanto riguarda le caratteristiche aerodinamiche le fibre di amianto vengono assimilate a polveri di 10 µm di dimensione.

11. CONCLUSIONI

Le figure in allegato riportano i risultati dell'applicazione modellistica del modello diffusionale applicabile quindi alla situazione di massimo impatto delle attività di cantiere di allestimento del lotto 3 in contemporanea con la coltivazione dei lotti 2 e 3.

Nella tabella che segue sono riportate le concentrazioni medie annue calcolate dal modello presso i ricettori identificati.

Tabella 5 - Confronto dei risultati della modellizzazione diffusionale con i limiti del d.lgs. 155/2010 nel periodo di massima criticità 5 anno di attività

D.lgs. 155/2010						
ID	Coordinate		PM10		NO2	
	X	Y	media annua	35° max 24h	media annua	18° max 1h
	m	m	ug/m3			
R1	1638851	5022860	0.11	0.31	0.03	1.0
R2	1639170	5023014	0.10	0.20	0.03	1.8
R3	1639233	5022938	0.14	0.31	0.04	2.7
Max			32.01	46.28	4.93	45.0
Limite Q.A. o standard			40	50	40	200
Soglia significatività			2	2.5	2	10

Tabella 6 - Verifica degli standard ambientali relativamente alle fibre di amianto

ID	Coordinate		Amianto	
	X	Y	media annua	1° max 8h
	m	m	ff/m3	
R1	1638851	5022860	0.003	0.04
R2	1639170	5023014	0.002	0.05
R3	1639233	5022938	0.003	0.07
Max				
Limite Q.A. o standard			1000	100000
Soglia significatività			50	5000

Tabella 7 – Risultati della modellizzazione diffusionale confrontata con i livelli AQG del documento OMS, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

WHO							
ID	Coordinate		PM10		NO2		
	X	Y	media annua	4° max 24h	media annua	4° max 24h	1° max 1h
	m	m	ug/m3				
R1	1638851	5022860	0.11	0.66	0.03	0.2	4.9
R2	1639170	5023014	0.10	1.20	0.03	0.3	4.7
R3	1639233	5022938	0.14	1.36	0.04	0.4	5.9
Limite Q.A. o standard			15	45	10	25	200
Soglia significatività			0.75	2.25	0.5	1.25	10

Tabella 8 - Risultati della modellizzazione diffusionale confrontata con i limiti previsti per il 2030 dalla proposta di direttiva europea, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

Proposta Direttiva EU							
ID	Coordinate		PM10		NO2		
	X	Y	media annua	18° max 24h	media annua	18° max 24h	1° max 1h
	m	m	ug/m3				
R1	1638851	5022860	0.11	0.39	0.03	0.1	4.9
R2	1639170	5023014	0.10	0.37	0.03	0.1	4.7
R3	1639233	5022938	0.14	0.60	0.04	0.1	5.9
Limite Q.A. o standard			20	45	20	50	200
Soglia significatività			1	2.25	1	2.5	10

POLVERI

È evidente che in tutti i casi, anche durante l'attività di cantiere maggiormente critica, anche nel ricettore maggiormente esposto, le concentrazioni si mantengono ben inferiori ad un ordine di grandezza al limite di legge e ben inferiori alla soglia di significatività espressa come il 5 % del limite di legge come consigliato dalle linee guida ANPA del 2001.

FIBRE DI AMIANTO

Si ricorda che tale simulazione è stata ottenuta considerando una emissione di fibre di tutta la discarica pari a:

$$E = 500 \text{ f/s}$$

Il valore massimo ottenuto è quello relativo al ricettore siglato R4 che è risultato pari a 0.023 f/m3.

Lo standard / limite identificato è di 0.1 f/L che può essere espresso come 100 f/m3.

E' evidente che a causa:

- delle modalità di confezionamento dei rifiuti contenenti amianto conferiti (lastre imballate in doppio strato di polietilene e materiale sfuso confezionato in big bags) e conseguentemente dell'esiguità dei flussi di fibre nelle emissioni che possono prevedersi,
- delle procedure operative in essere presso l'impianto,
- delle frequenze dei venti che possono trasportare le fibre emesse verso i bersagli sensibili,
- le concentrazioni attese di fibre aerodisperse di amianto nelle condizioni risultano ben al di sotto allo standard di qualità dell'aria nazionale e internazionale.

In media i valori attesi risultano inferiori anche ai valori considerati di fondo ambientale.

In riferimento a quanto previsto dal D.Lgs. 36/2003 allegato 1 pt. 2.1, la presente valutazione ha portato ad escludere quindi qualsiasi possibile trasporto aereo delle fibre a concentrazioni significative verso i ricettori più vicini all'impianto.

È opportuno ricordare che nelle elaborazioni modellistiche la dinamica delle fibre di amianto è stata assimilata a quella delle polveri PM10, ciò può aver portato ad un incremento dell'incertezza dei risultati ottenuti che tuttavia può ritenersi compreso all'interno dell'ampio margine di sicurezza risultante dal confronto degli esiti della modellizzazione con lo standard di qualità dell'aria identificato.

12. BIBLIOGRAFIA

- (1) ANPA, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio (18 giugno 2001) Linee guida V.I.A. – Parte Generale
- (2) ARPA Toscana, Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti. All.1 parte integrante e sostanziale della DGP Firenze 213-09
- (3) ARPA Toscana, Linee guida per la gestione dei cantieri ai fini della protezione ambientale, seconda edizione 2018
- (4) ARPAV 2021 “Indicazioni per l’utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera”
- (5) Commissione Europea, 2022, “proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa (rifusione)
- (6) D.Lgs. del 13 agosto 2010 n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”.
- (7) DM Sanità 06/09/1994 “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell’art. 6, comma 3 e art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell’impiego dell’amianto”
- (8) D.Lgs. n. 277 del 15/08/1991 “Attuazione delle direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/447/CEE, 86/188/CEE, 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell’art.7 della L. 30 luglio 1990, n.212”
- (9) D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- (10) Dipartimento Provinciale di Verona di ARPA Veneto “Monitoraggio della Qualità dell’aria – comune di Valeggio (VR) – Periodo di riferimento 23/5/2019 – 30/6/2019 e 1/10/2019 – 30/10/2019”
- (11) Regione Friuli Venezia Giulia, Procedimento VIA "Progetto di aumento dei quantitativi conferibili presso la discarica per rifiuti non pericolosi e per rifiuti inerti sita in località Croce Vial in Comune di Porcia" <https://lexview-int.regione.fvg.it/serviziovia/documentazione/SCR1600/DOCUMENTAZIONE%20PROPONENTE/ALL%202020 RELAZIONE%20INTEGRATIVA.PDF>
- (12) RTI CTN_ACE 2/2000 “I modelli nella valutazione della qualità dell’aria”
- (13) RTI CTN_ACE 4/2001 “Linee guida per la selezione e l’applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell’aria”
- (14) Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E., Yamartino R.J. (1999) A User’s Guide for the CALMET Meteorological Model. Earth Tech, Internal Report.
- (15) Scire J.S., Strimaitis J.C., Yamartino R.J. (2000) A User’s Guide for the CALPUFF Dispersion Model. Earth Tech, Internal Report.
- (16) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards (1996) “Guideline of Air Quality Models”
- (17) WHO 2021, “WHO global air quality guidelines – Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide and carbon monoxide”

ALLEGATI

Figura 1 Localizzazione dell'impianto

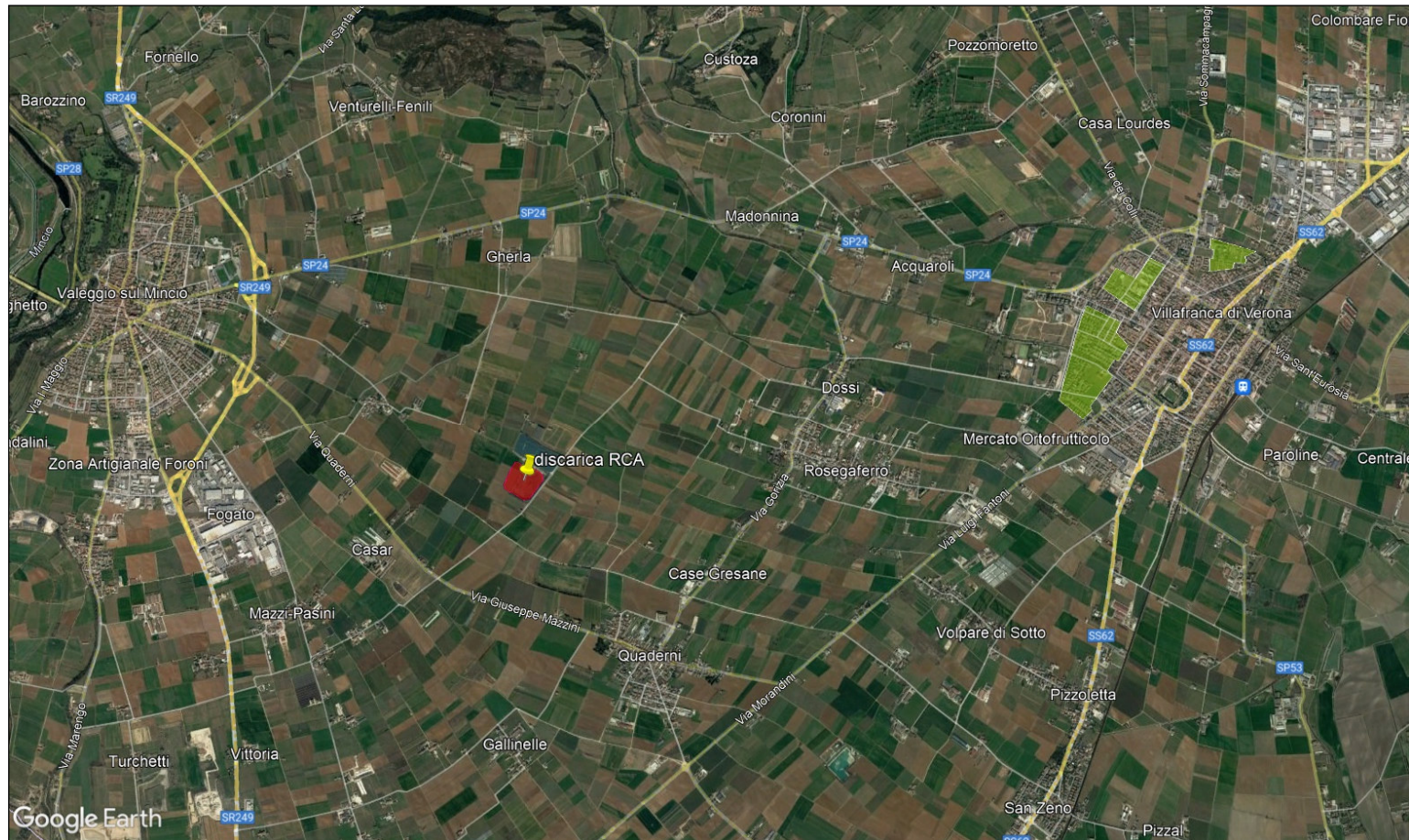


Figura 2 Localizzazione dell'impianto rispetto al Sito Natura 2000 IT3210008 "Fontanili di Povegliano"

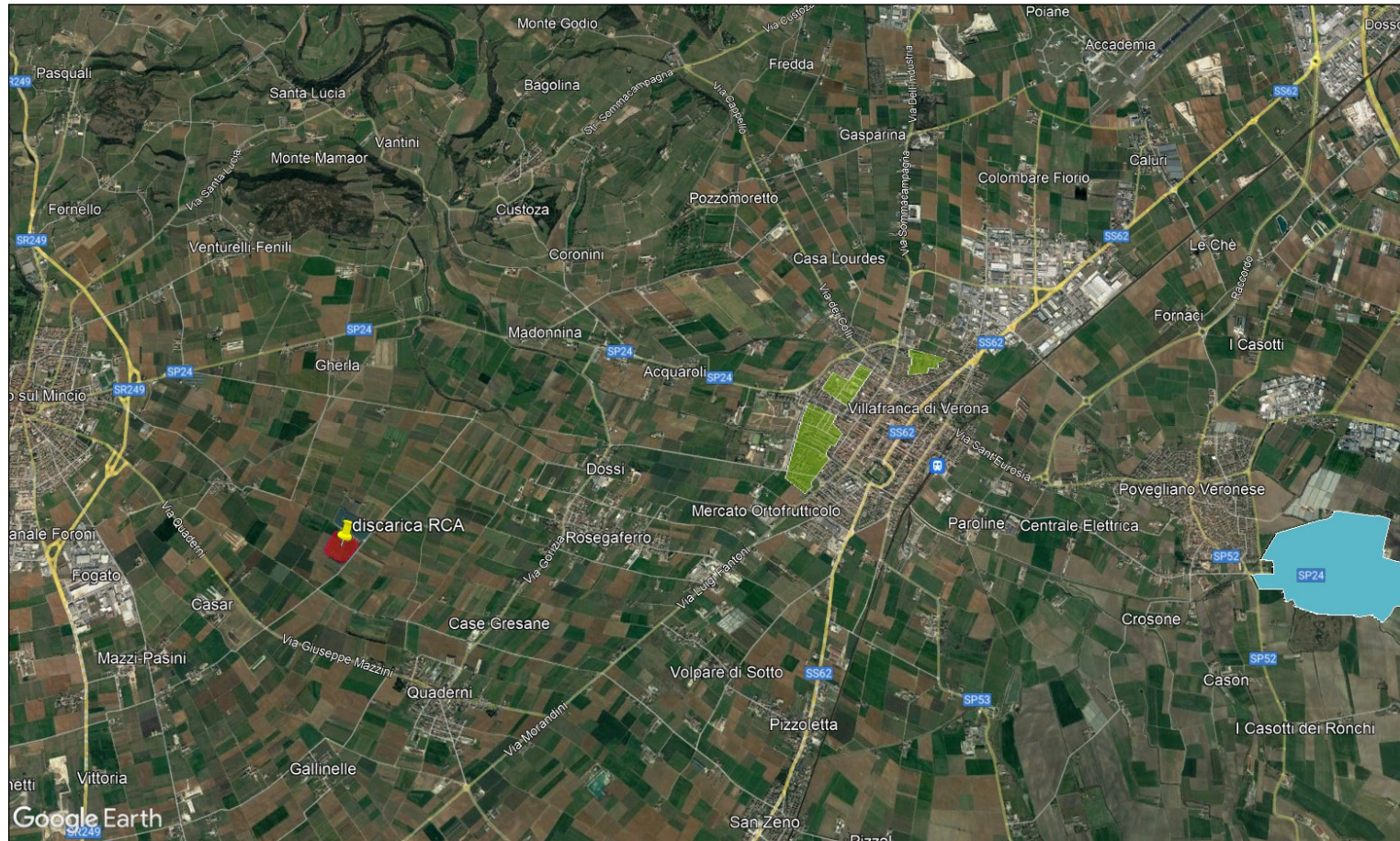


Figura 3- Posizione del monitoraggio della qualità dell'aria a Valeggio e sito d'indagine



Figura 6 Attività in esecuzione in contemporanea durante il 5 anno di attività



Figura 7 Schema dell'insieme di modelli CALMET, CALPUFF, CALPOST

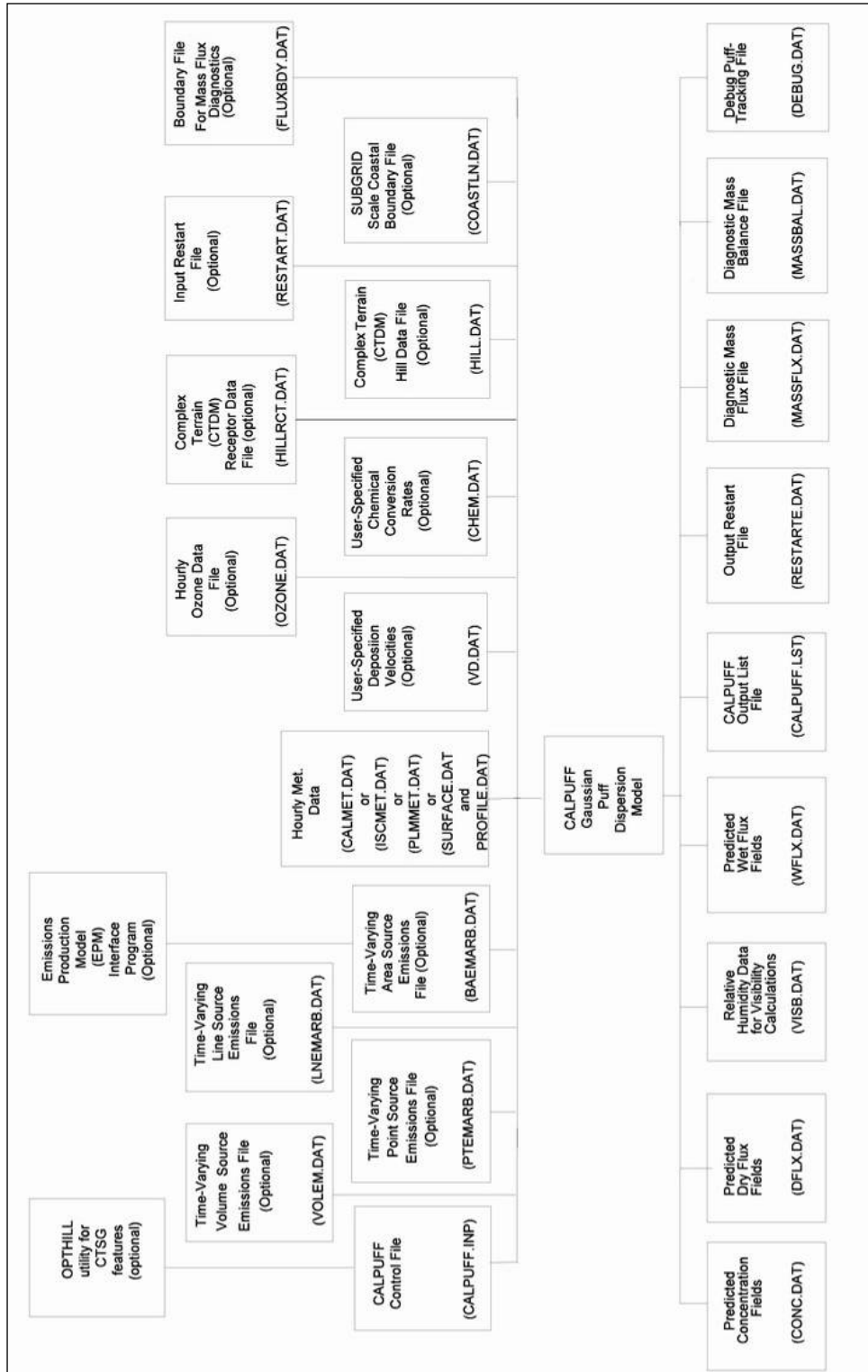


Figura 8 Posizione dei ricettori sensibili

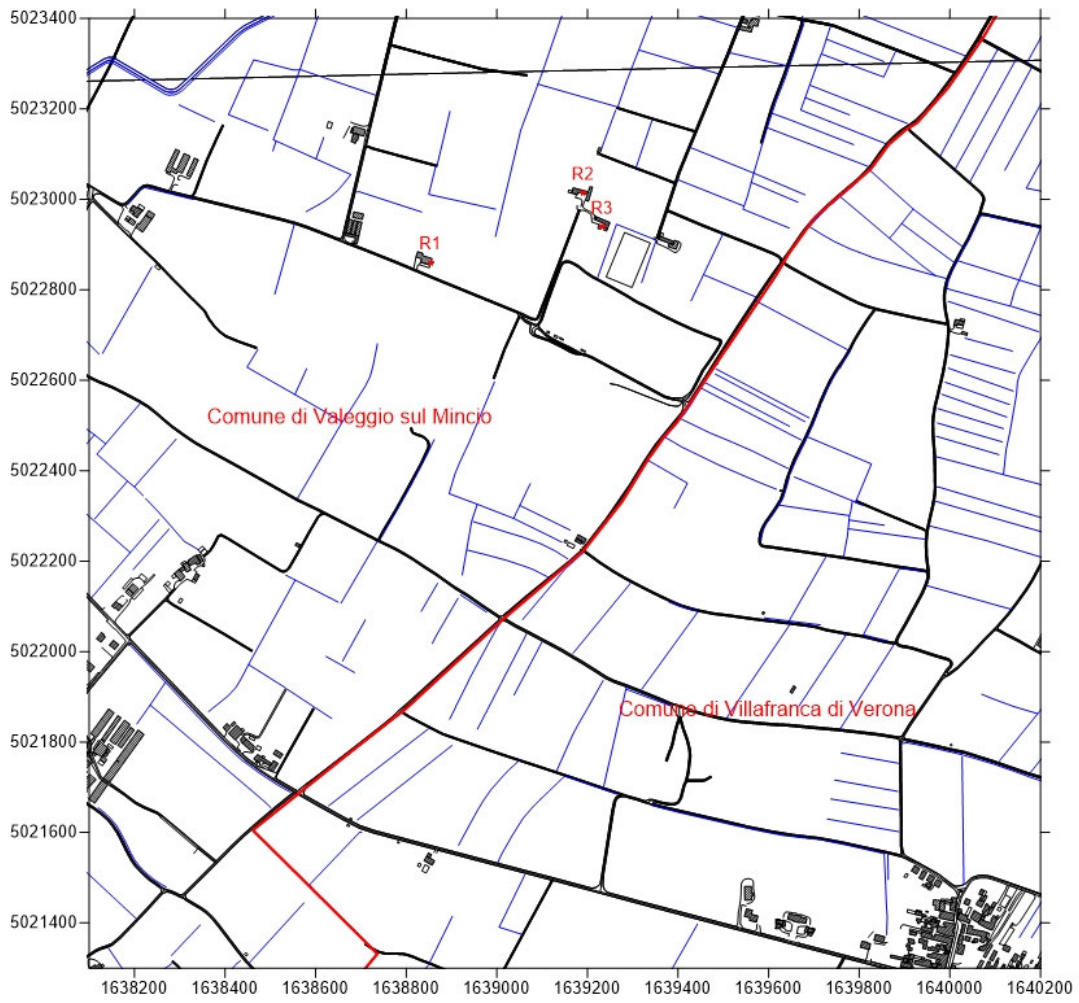


Figura 9 Dominio di applicazione del modello diffusionale



Figura 10 Rosa dei venti dei dati meteorologici utilizzati nella modellistica diffusionale. Anno 2020.

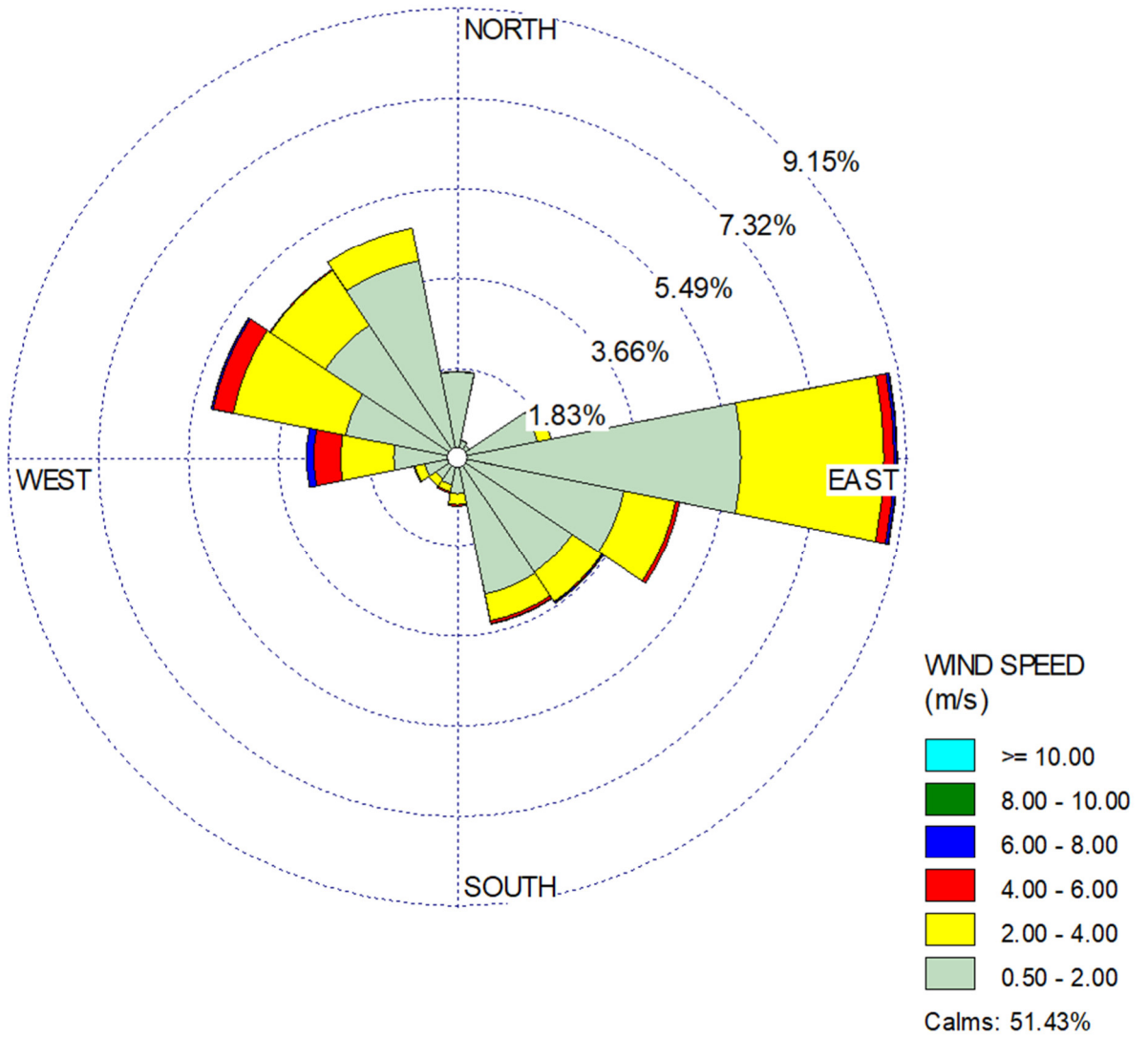


Figura 11 PM10, media annua, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

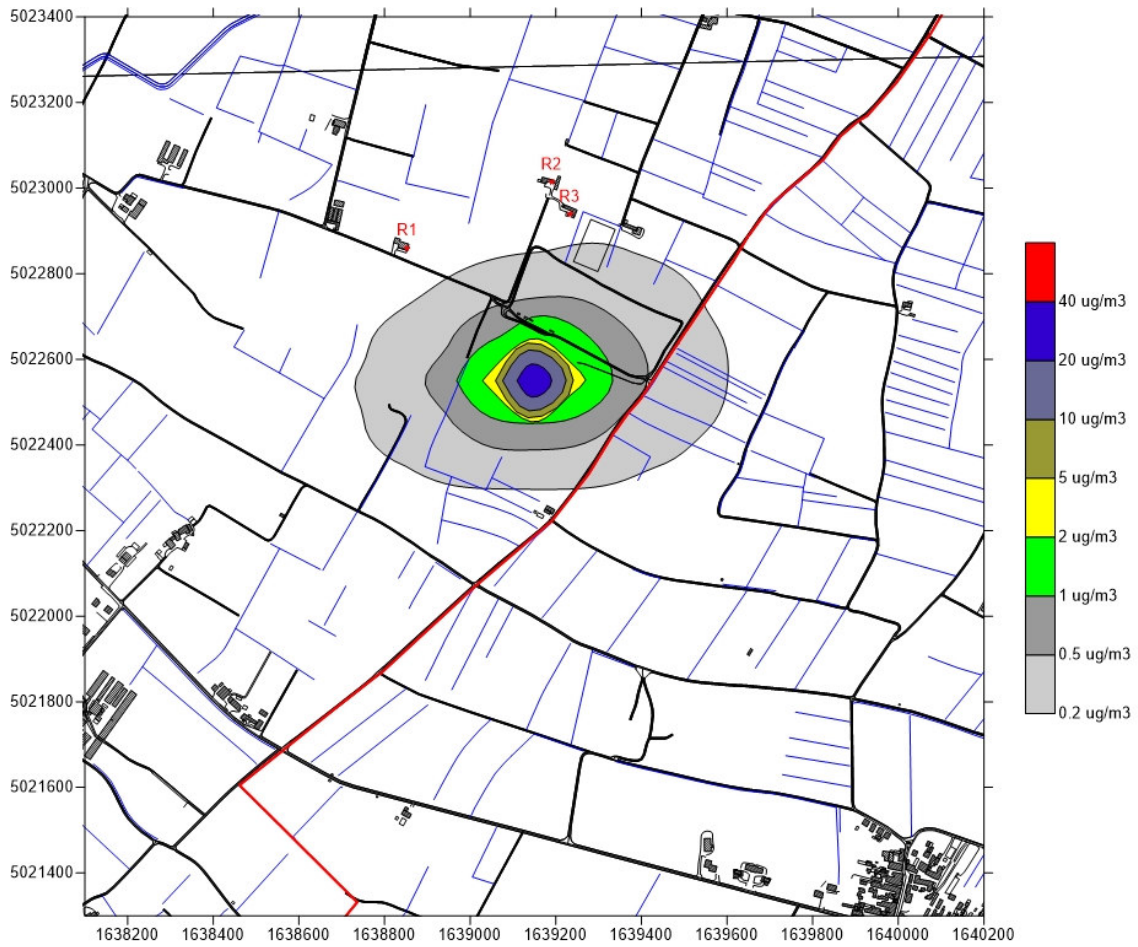


Figura 12 PM10, 35°massimo della media giornaliera, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

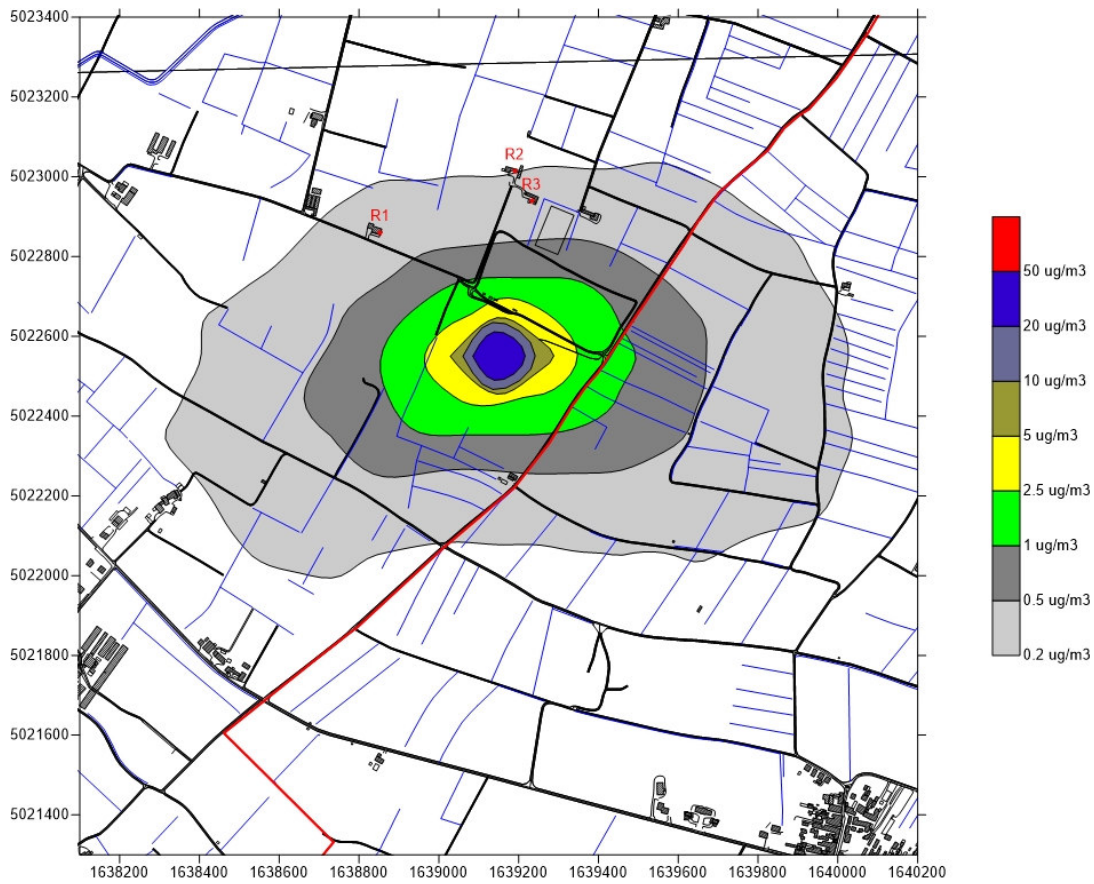


Figura 13 PM10, media annua confrontata con i livelli AQG del documento OMS, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

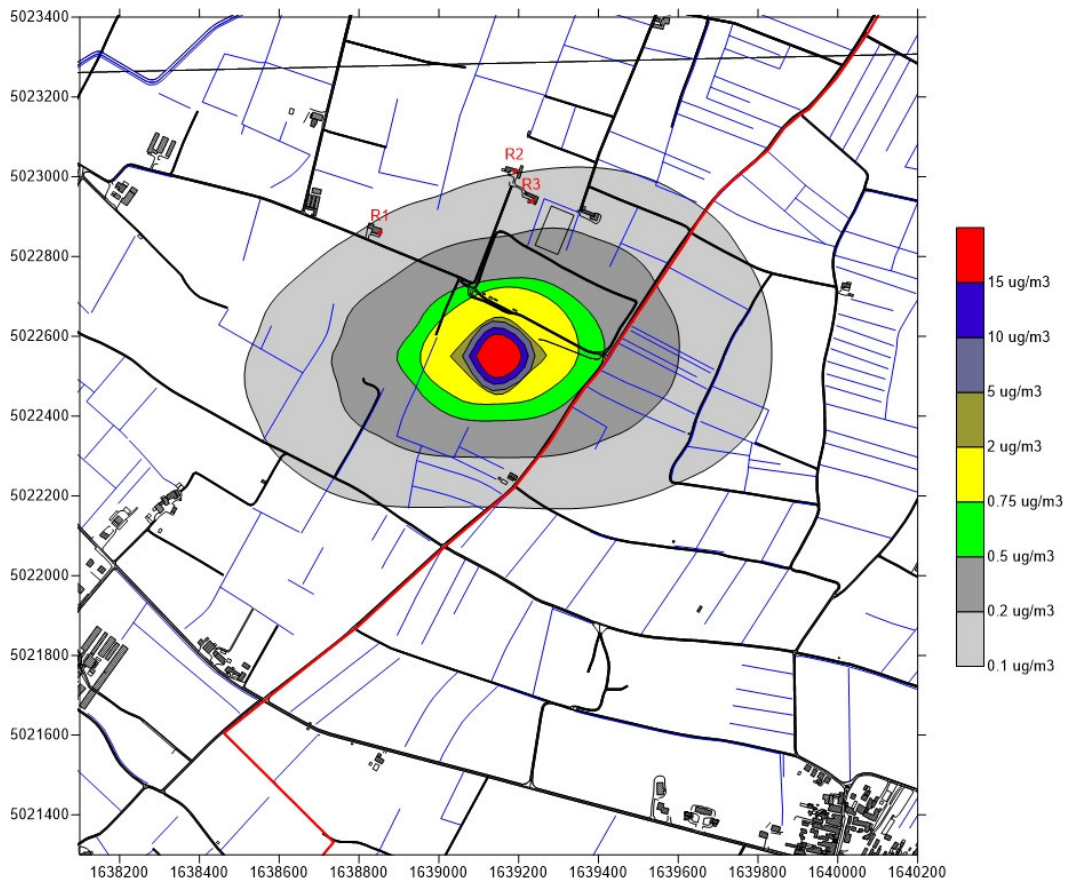


Figura 14 PM10, media annua confrontata con i limiti previsti per il 2030 dalla proposta di direttiva europea, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

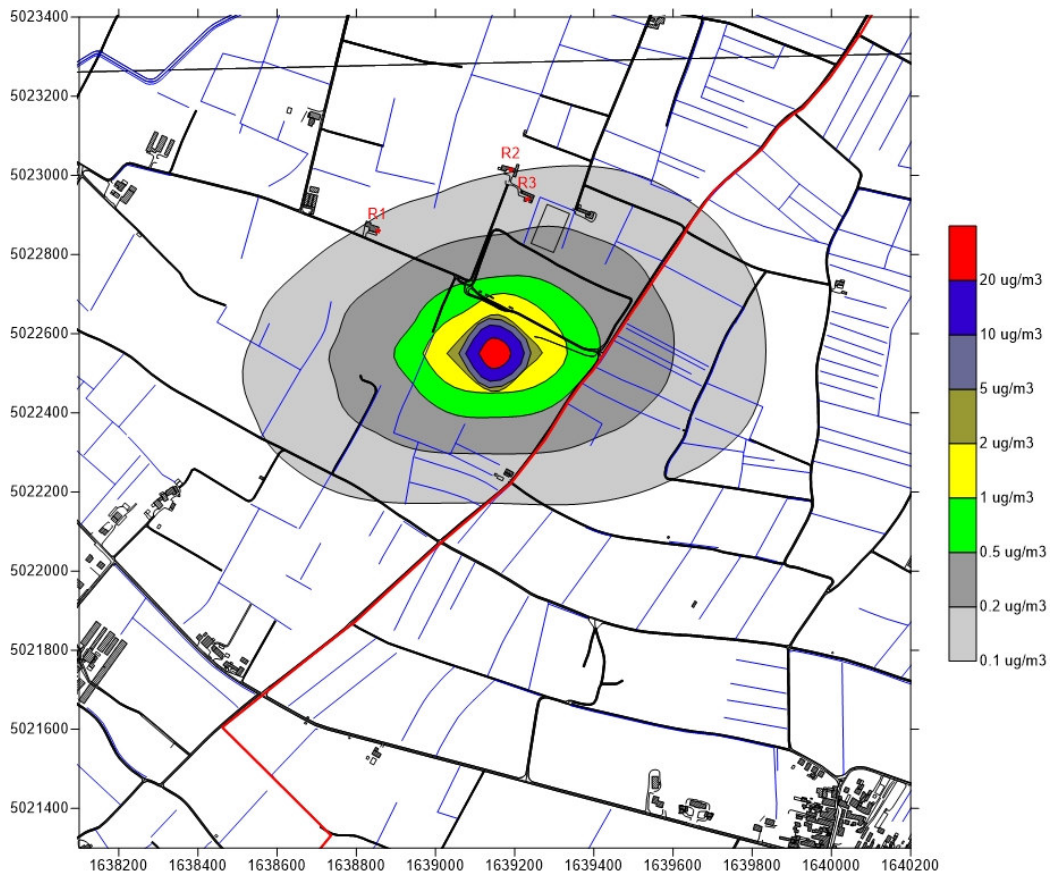


Figura 15 PM10, 4° massimo della media giornaliera confrontata con i livelli AQG del documento OMS, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

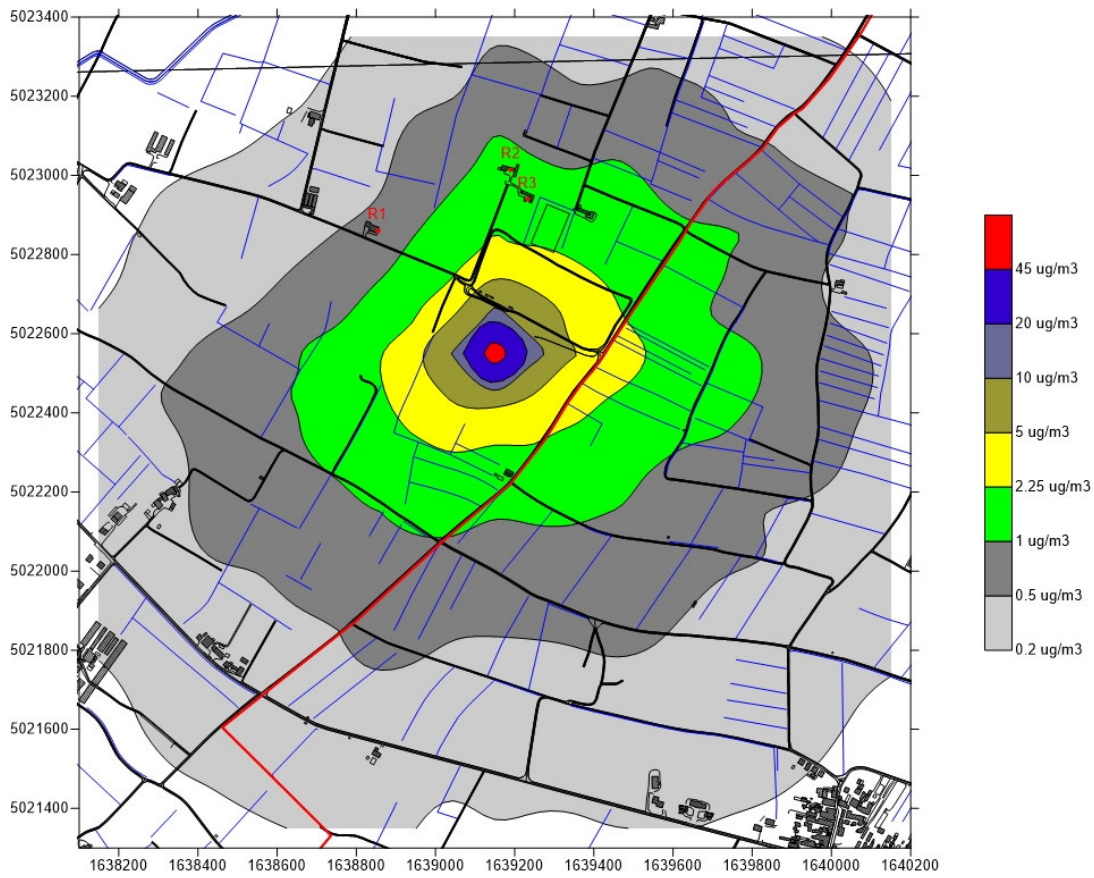


Figura 16 PM10, 18° massimo della media giornaliera confrontata con i limiti previsti per il 2030 dalla proposta di direttiva europea, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

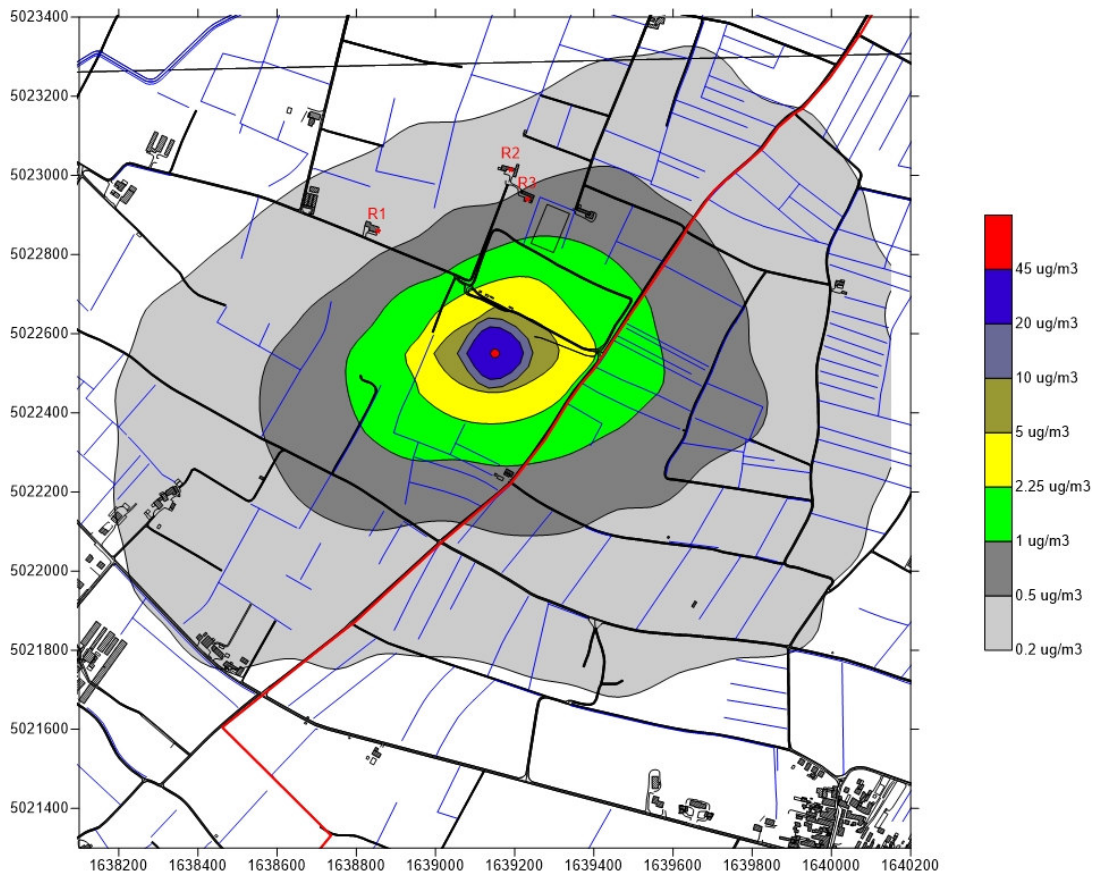


Figura 17 NO2, media annua, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

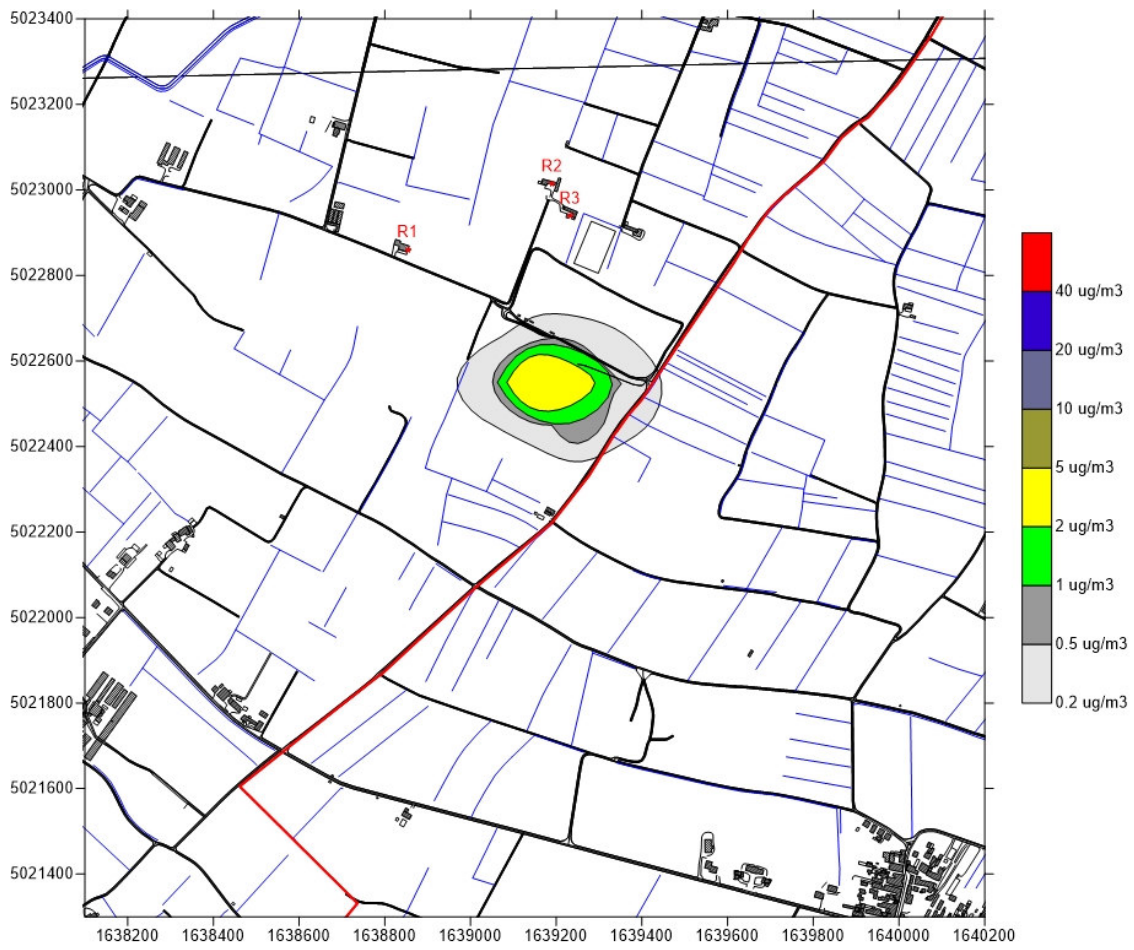


Figura 18 NO2, 18°massimo della media oraria, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

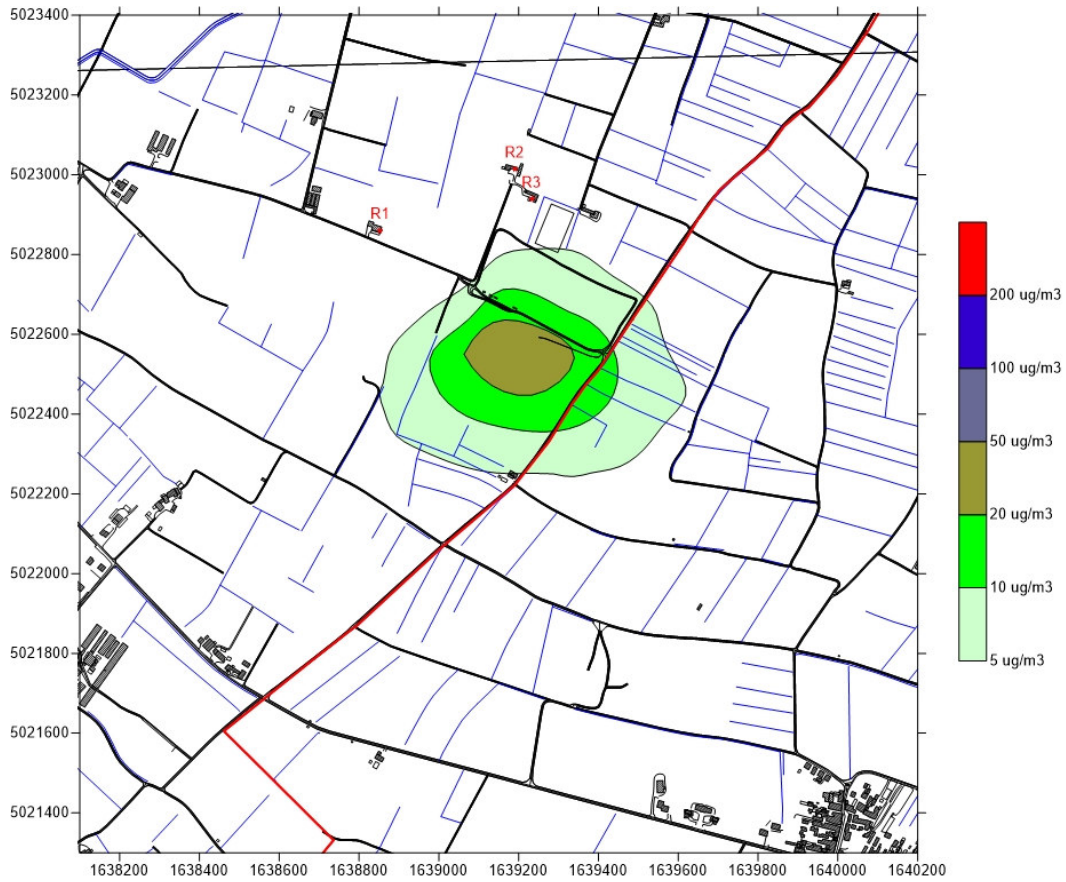


Figura 19 NO2, media annua confrontata con i livelli AQG del documento OMS, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

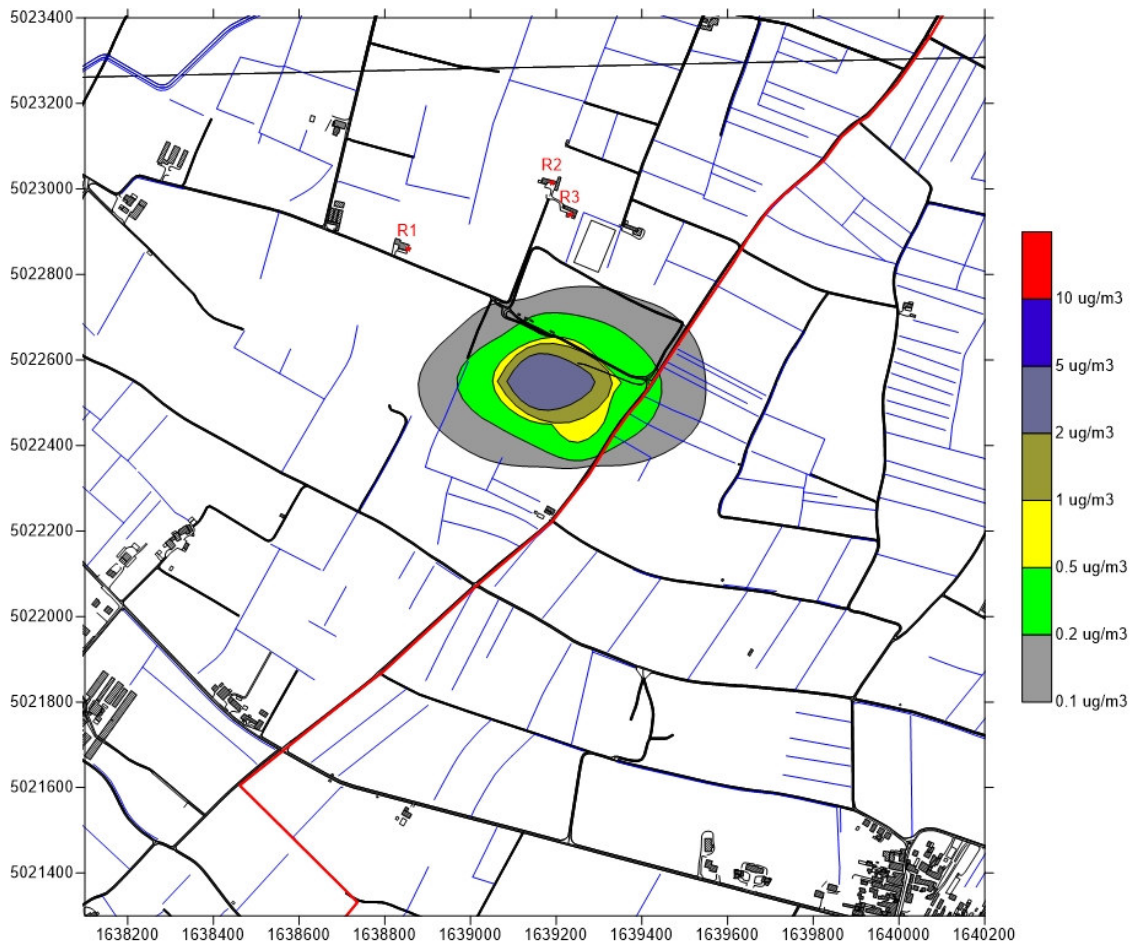


Figura 20 NO2, media annua confrontata con i limiti previsti per il 2030 dalla proposta di direttiva europea, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

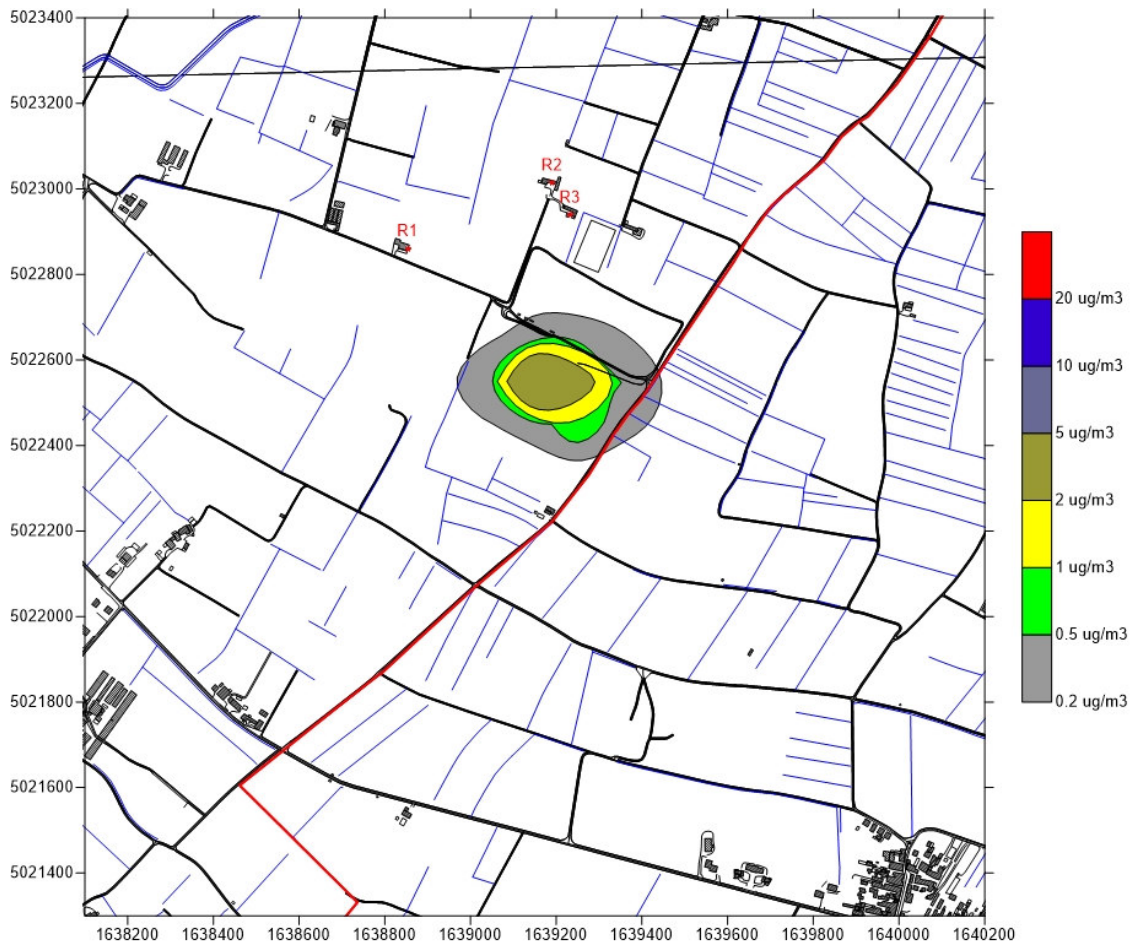


Figura 21 NO2, 4° massimo della media giornaliera confrontata con i livelli AQG del documento OMS, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

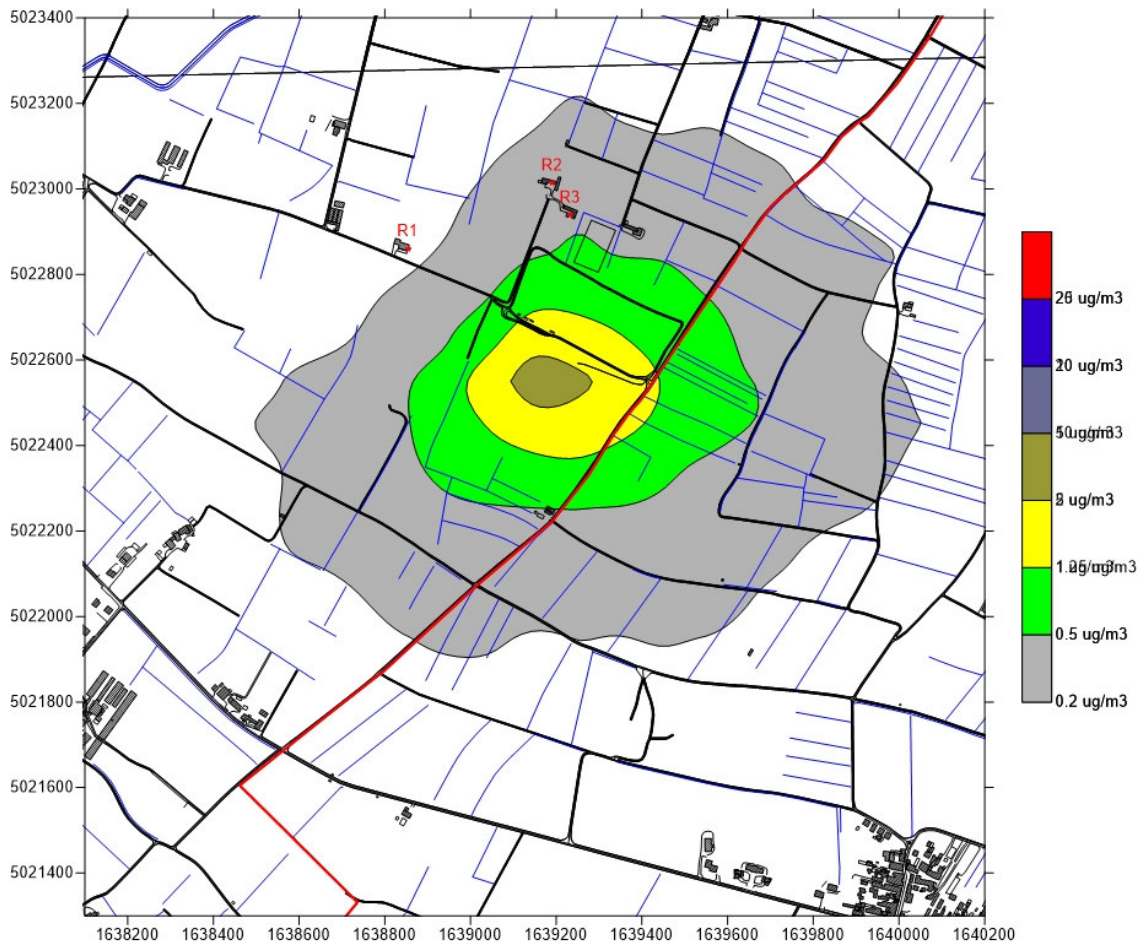


Figura 22 NO₂, 18° massimo della media giornaliera confrontata con i limiti previsti per il 2030 dalla proposta di direttiva europea, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

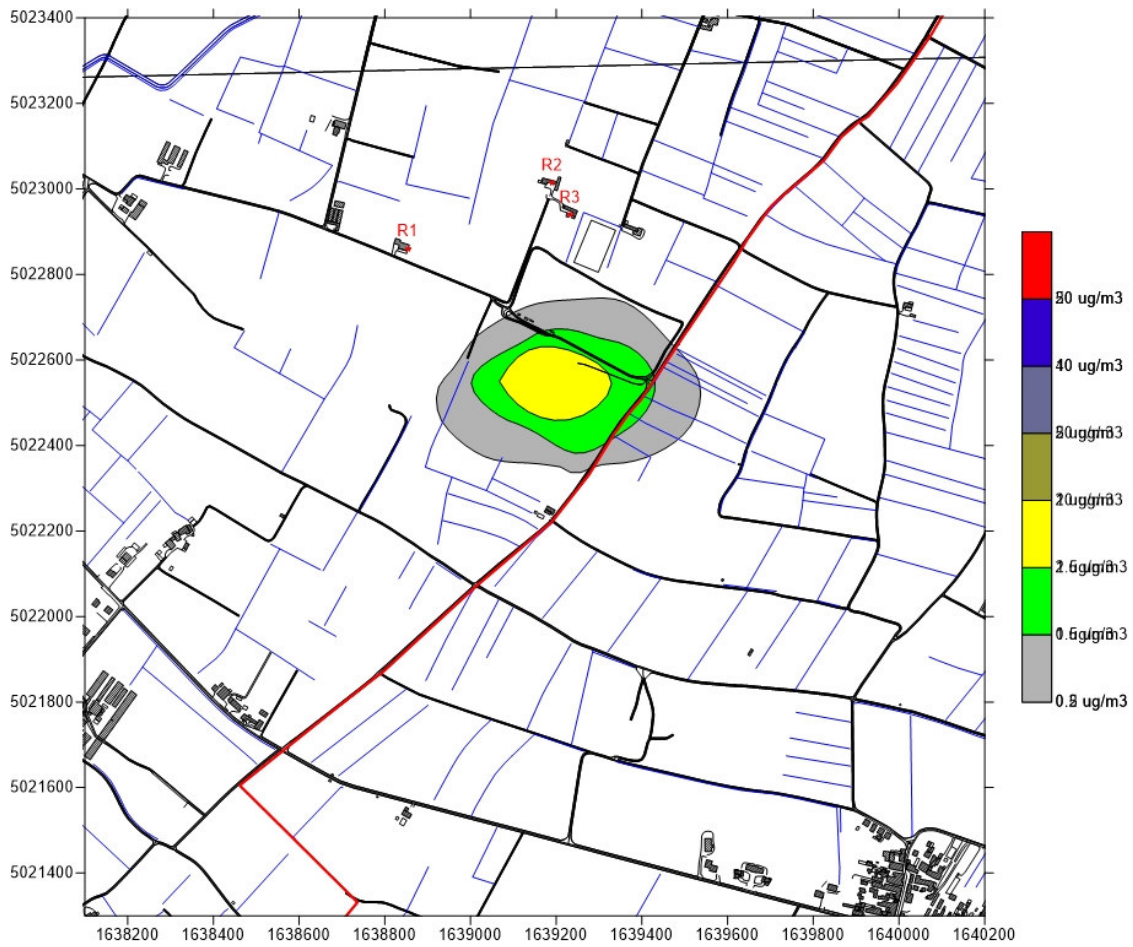


Figura 23 NO₂, massimo della media oraria confrontata con i livelli AQG del documento OMS e con i limiti previsti per il 2030 dalla proposta di direttiva europea, nel periodo di massima criticità 5 anno di attività.

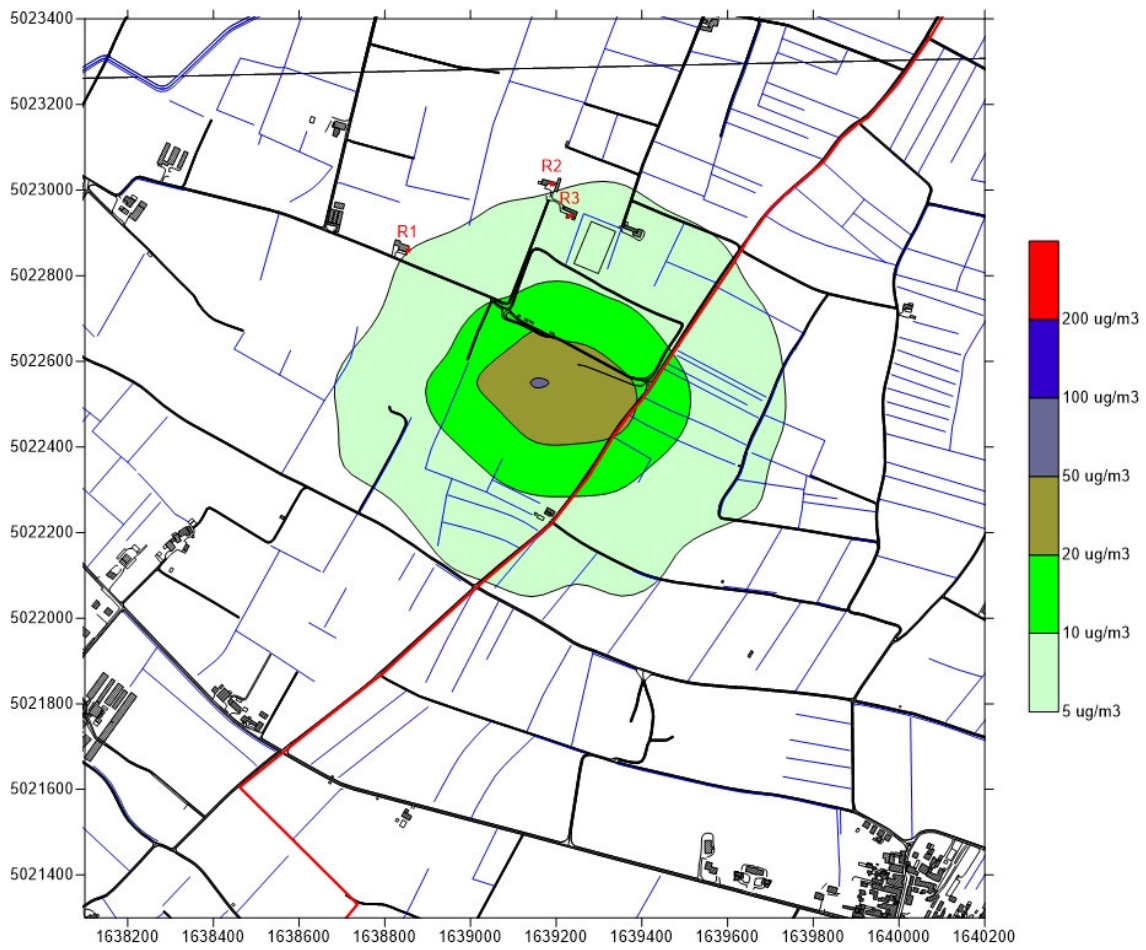


Figura 24 Applicazione del modello Calpuff / Long Term: Concentrazioni medie annue di Fibre di amianto per metro cubo.



Figura 25 Applicazione del modello Calpuff /Short Term: Massimo della concentrazione media su 8 ore di Fibre di amianto per metro cubo.

