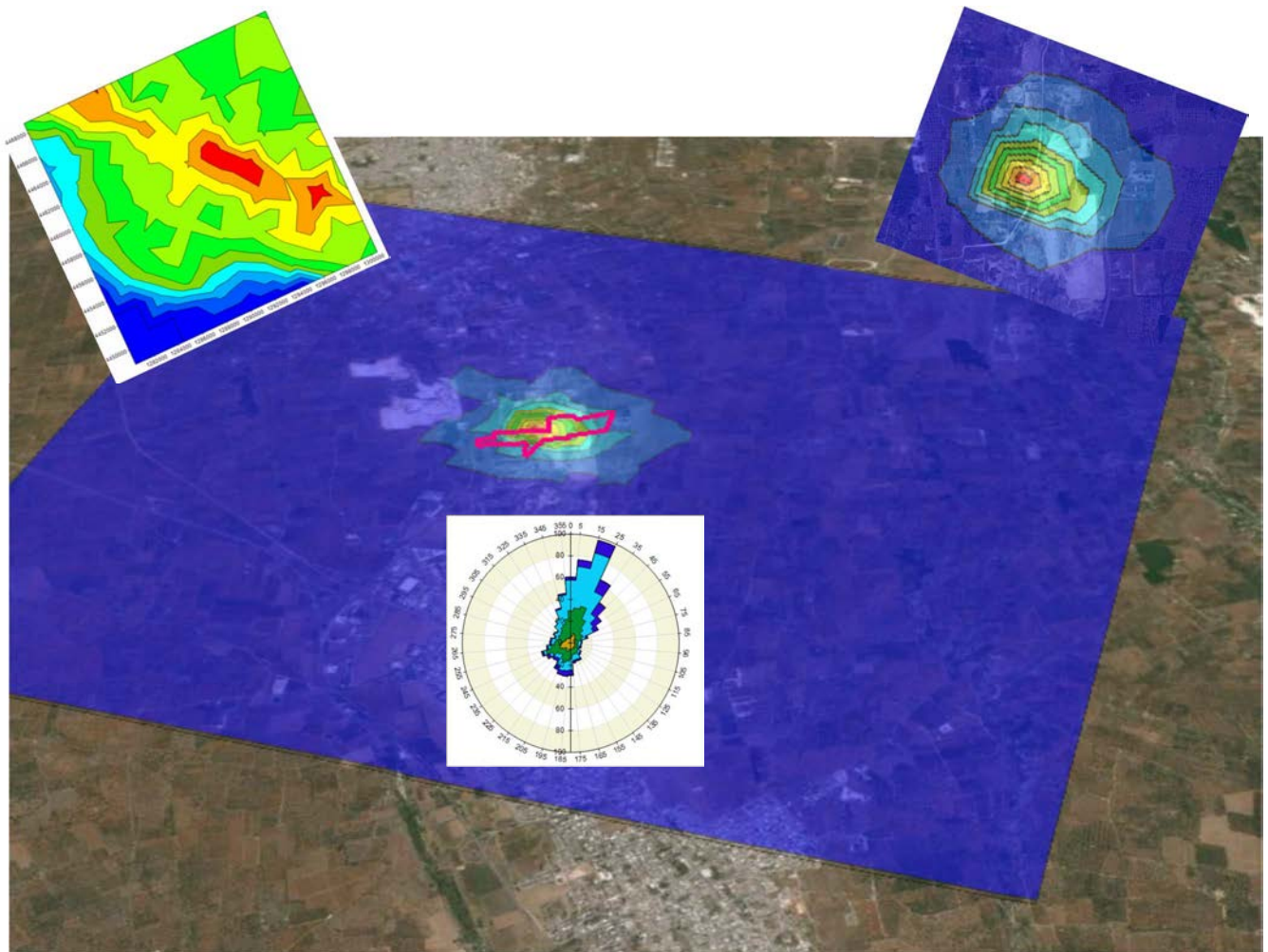


I 1
Rev. 1

VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ATMOSFERICO CON MODELLO TRIDIMENSIONALE CALPUFF

**Progetto per un impianto per il recupero di rifiuti
inerti non pericolosi in area di cava
Procedura Ordinaria ex art. 208
D.Lgs. n. 152/2006**



COMMITTENTE:
M.C.M. S.R.L.
VIA B. ACQUAVIVA, 51
73049 NARDÒ (LE)
P.IVA 01114170754

IL TECNICO
ING. LEO TOMMASI



DATA: APRILE 2022

INDICE

1	PREMESSA	6
2	UBICAZIONE.....	7
2.1	POSIZIONAMENTO RISPETTO AI CENTRI ABITATI.....	8
3	DESCRIZIONE DELL' ATTIVITÀ.....	9
4	TIPOLOGIA DI EMISSIONI	10
5	VALUTAZIONE QUANTITATIVA DELLE EMISSIONI.....	11
5.1	PREMESSA.....	11
5.2	IPOTESI E DATI DI CALCOLO	12
5.3	AREE EMISSIVE CONSIDERATE.....	13
5.4	ATTIVITÀ: ESTRAZIONE DI CALCARE	14
5.4.1	ES_1 Estrazione di calcare	15
5.4.2	ES_2 Caricamento del materiale estratto su autocarro.....	15
5.4.3	ES_3A Trasporto del calcare su autocarro su strada sterrata /tratto senza abbattimento polveri).....	15
5.4.4	ES_3B Trasporto del calcare su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri).....	16
5.4.5	ES_X Combustione dei motori dei mezzi	18
5.4.6	Riassunto dei risultati	20
5.5	ATTIVITÀ: FRANTUMAZIONE DI CALCARE	21
5.5.1	FR_1 Caricamento tramoggia del frantoio	22
5.5.2	FR_2 Frantumazione primaria (materiale bagnato).....	22
5.5.3	FR_3 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	23
5.5.4	FR_4 Vagliatura (materiale bagnato)	23
5.5.5	FR_5 Nastro trasportatore 0-20 mm (misto cava, materiale bagnato)	23
5.5.6	FR_69 Cumulo 0-20 mm (misto cava).....	24
5.5.7	FR_7 Nastro trasportatore 4-7 mm.....	25
5.5.8	FR_8 Cumulo 4-7 mm.....	26
5.5.9	FR_9 Nastro trasportatore >0 mm.....	27
5.5.10	FR_10 Vagliatura secondaria (con copertura e materiale bagnato)	27
5.5.11	FR_11 Nastro trasportatore 0-1 mm (materiale bagnato).....	28
5.5.12	FR_12 Cumulo 0-1 mm.....	28
5.5.13	FR_13 Nastro trasportatore 1-2 mm (materiale bagnato).....	30
5.5.14	FR_14 Cumulo 1-2 mm.....	30
5.5.15	FR_15 Nastro trasportatore 2-5 mm (materiale bagnato).....	32
5.5.16	FR_16 Cumulo 2-5 mm.....	32
5.5.17	FR_17 Nastro trasportatore >5 mm (materiale bagnato).....	34
5.5.18	FR_18 Cumulo >5 mm.....	34

5.5.19	FR_19 Frantumazione secondaria (materiale bagnato)	36
5.5.20	FR_20 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	36
5.5.21	Riassunto dei risultati	37
5.6	ATTIVITÀ: IMPIANTO CALCESTRUZZI.....	39
5.6.1	CLS_1 Trasporto INERTI su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri).....	40
5.6.2	CLS_2 Trasporto CEMENTO su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri).....	41
5.6.3	CLS_3 Scaricamento del cemento nei silos	42
5.6.4	CLS_4 Scaricamento di inerti nella tramoggia.....	43
5.6.5	CLS_5 Cumulo tramoggia di carico	43
5.6.6	CLS_6 Nastro trasportatore	45
5.6.7	CLS_7 Caricamento autobetoniera.....	45
5.6.8	CLS_8 Trasporto del calcestruzzo con autobetoniera su strada sterrata	46
5.6.9	CLS_X Combustione dei motori dei mezzi.....	47
5.6.10	Riassunto dei risultati	49
5.7	ATTIVITÀ: RECUPERO DI RIFIUTI INERTI	50
5.7.1	R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (con abbattimento polveri).....	51
5.7.2	R_2 Scaricamento rifiuti su piazzola.....	52
5.7.3	R_3 Cumulo rifiuti	53
5.7.4	R_4 Caricamento tramoggia del mulino.....	53
5.7.5	R_5 Frantumazione (materiale bagnato)	54
5.7.6	R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	54
5.7.7	R_7 Vagliatura (materiale bagnato)	55
5.7.8	R_8 Nastro trasportatore 0-20 mm (materiale bagnato).....	55
5.7.9	R_9 Cumulo 0-20 mm	56
5.7.10	R_10 Nastro trasportatore 20-40 mm (materiale bagnato).....	56
5.7.11	R_11 Cumulo 20-40 mm	57
5.7.12	R_12 Nastro trasportatore >40 mm (materiale bagnato)	57
5.7.13	R_13 Cumulo >40 mm	58
5.7.14	R_X Combustione dei motori dei mezzi	58
5.7.15	Riassunto dei risultati	60
5.8	AREA EMISSIVA 1: EMISSIONI ORARIE TOTALI	61
5.9	AREA EMISSIVA 2: EMISSIONI ORARIE TOTALI	61
6	SIMULAZIONE DELLA RICADUTA DEGLI INQUINANTI	62
6.1	MODELLO CALPUFF	62
6.2	CALME DI VENTO.....	63
6.3	DATI METEOROLOGICI.....	64
6.4	DOMINIO DI CALCOLO E DOMINIO DI SALVATAGGIO DEI RISULTATI 65	
6.5	GEOMORFOLOGIA.....	66

6.6	INQUINANTI.....	67
6.7	DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE	68
6.7.1	AREA EMISSIVA 1: Tipologia.....	68
6.7.2	AREA EMISSIVA 1: Quantità	69
6.7.3	AREA EMISSIVA 1: Altre caratteristiche.....	69
6.7.4	AREA EMISSIVA 1: PM10 (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)..	70
6.7.5	AREA EMISSIVA 1: PM2,5 (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO).	72
6.7.6	AREA EMISSIVA 1: NO ₂ (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)	73
6.7.7	AREA EMISSIVA 2: Tipologia.....	74
6.7.8	AREA EMISSIVA 2: Quantità	74
6.7.9	AREA EMISSIVA 2: Altre caratteristiche.....	74
6.7.10	AREA EMISSIVA 2: PM10 (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)..	75
6.7.11	AREA EMISSIVA 2: PM2,5 (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO).	77
6.7.12	AREA EMISSIVA 2: NO ₂ (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)	78
6.8	RECETTORI DISCRETI	79
7	LIMITI DI LEGGE	79
8	CONCENTRAZIONI DI FONDO	80
8.1	PM10 (SOLO FONDO).....	81
8.2	PM2,5 (SOLO FONDO).....	84
8.3	NO ₂ (SOLO FONDO)	85
9	RISULTATI	89
9.1	PM10.....	90
9.1.1	PM10 - Concentrazione media annua CON fondo.....	90
9.1.2	PM10 - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo)	93
9.1.3	PM10 - Concentrazione media annua SENZA fondo	96
9.1.4	PM10 - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo).....	99
9.1.5	PM10 - Concentrazione massima 1 giorno CON fondo.....	102
9.1.6	PM10 - Diagramma della media in 24 h nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo)	105
9.1.7	PM10 - Concentrazione massima 1 giorno SENZA fondo	108
9.1.8	PM10 - Diagramma della media in 24 h nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo).....	111
9.1.9	PM10 - Concentrazione massima 1 giorno, CON fondo, superamenti del limite	114
9.1.10	PM2,5 - Concentrazione media annua CON fondo.....	117
9.1.11	PM2,5 - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo)	120
9.1.12	PM2,5 - Concentrazione media annua SENZA fondo	123
9.1.13	PM2,5 - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo).....	126
9.2	NO ₂	129

9.2.1	NO ₂ - Concentrazione media annua CON fondo.....	129
9.2.2	NO ₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo) – Media annuale	132
9.2.3	NO ₂ - Concentrazione media annua SENZA fondo	135
9.2.4	NO ₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo) – Media annuale.....	138
9.2.5	NO ₂ - Concentrazione massima 1 ora CON fondo.....	141
9.2.6	NO ₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo) – Massimo 1 ora.....	142
9.2.7	NO ₂ - Concentrazione massima 1 ora SENZA fondo	145
9.2.8	NO ₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo) – Massimo 1 ora.....	148
10	Riassunto dei risultati calcolati su TUTTO IL DOMINIO	151
11	Riassunto dei risultati calcolati nel PUNTO DI MASSIMA RICADUTA ESTERNO AL SITO PRODUTTIVO	152
12	CONCLUSIONI	153
	ALLEGATO 1 – SCHEMA A BLOCCHI.....	155
	ALLEGATO 2 – FORNITURA DATI METEO.....	158
	ALLEGATO 3 – RAPPORTO DEI DATI METEOROLOGICI LOCALI	162
	ALLEGATO 4 – CERTIFICATO ANALISI GRANULOMETRICA	170

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica, partendo dalla descrizione degli impianti presenti nel sito di proprietà della committenza, affronta e analizza l'emissione di inquinanti, la loro ricaduta al suolo ed i relativi sistemi di abbattimento/mitigazione.

In particolare è presente la valutazione quantitativa delle emissioni di PTS, PM10, PM2,5 ed NO₂ che hanno origine dalle lavorazioni di materiali polverulenti e dall'utilizzo dei mezzi, durante il ciclo produttivo e la definizione di una sorgente emissiva standardizzata.

Mediante l'applicazione di un modello di dispersione tridimensionale, si valutano quindi le concentrazioni dei suddetti inquinanti alle diverse distanze della sorgente. In particolare il calcolo viene effettuato utilizzando il software MMS CALPUFF, prodotto e distribuito da Maind s.r.l., su un periodo di un anno utilizzando dati contenenti la meteorologia locale definita su un dominio tridimensionale.

Tali simulazioni sono state effettuate considerando come valori di fondo, per ciascun inquinante, tutta la serie temporale rilevata in un anno da specifiche centraline di ARPA Puglia.

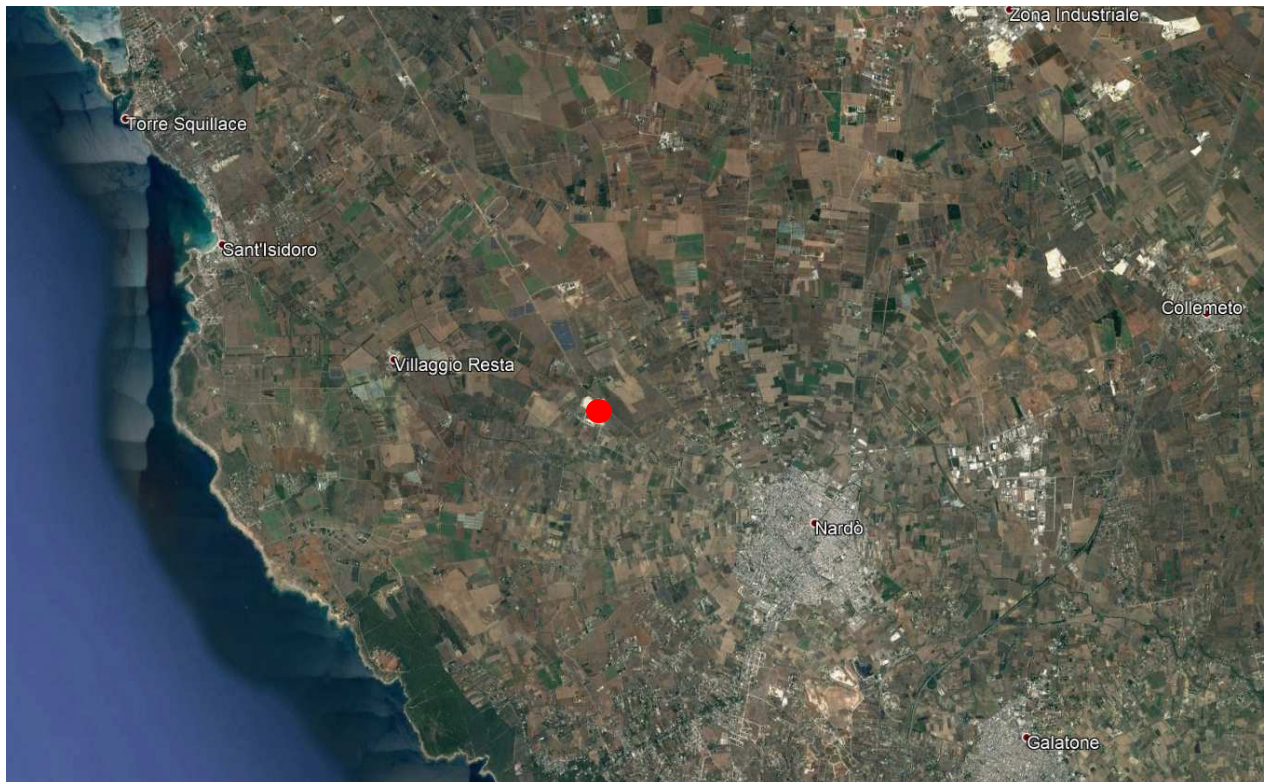
I risultati della simulazione sono stati successivamente post-processati con il software MMS RunAnalyzer prodotto e distribuito da Maind s.r.l. al fine di effettuare le verifiche di legge con la generazione dei relativi grafici e mappe.

2 UBICAZIONE

Il sito produttivo in oggetto è ubicato nel Comune di Nardò, le coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS84 UTM 33N sono (all'incirca centro sito):

- 754973.0 Est
- 4453672.7 Nord.

Si riporta nella figura seguente l'ubicazione del sito produttivo su foto satellitare.



2.1 POSIZIONAMENTO RISPETTO AI CENTRI ABITATI

L'attività oggetto della presente relazione tecnica è posta alle seguenti distanze da centri abitati:

- circa 2500 m dal centro abitato di **Nardò** (in direzione SE);

Nella figura seguente si riporta la foto satellitare dell'area.

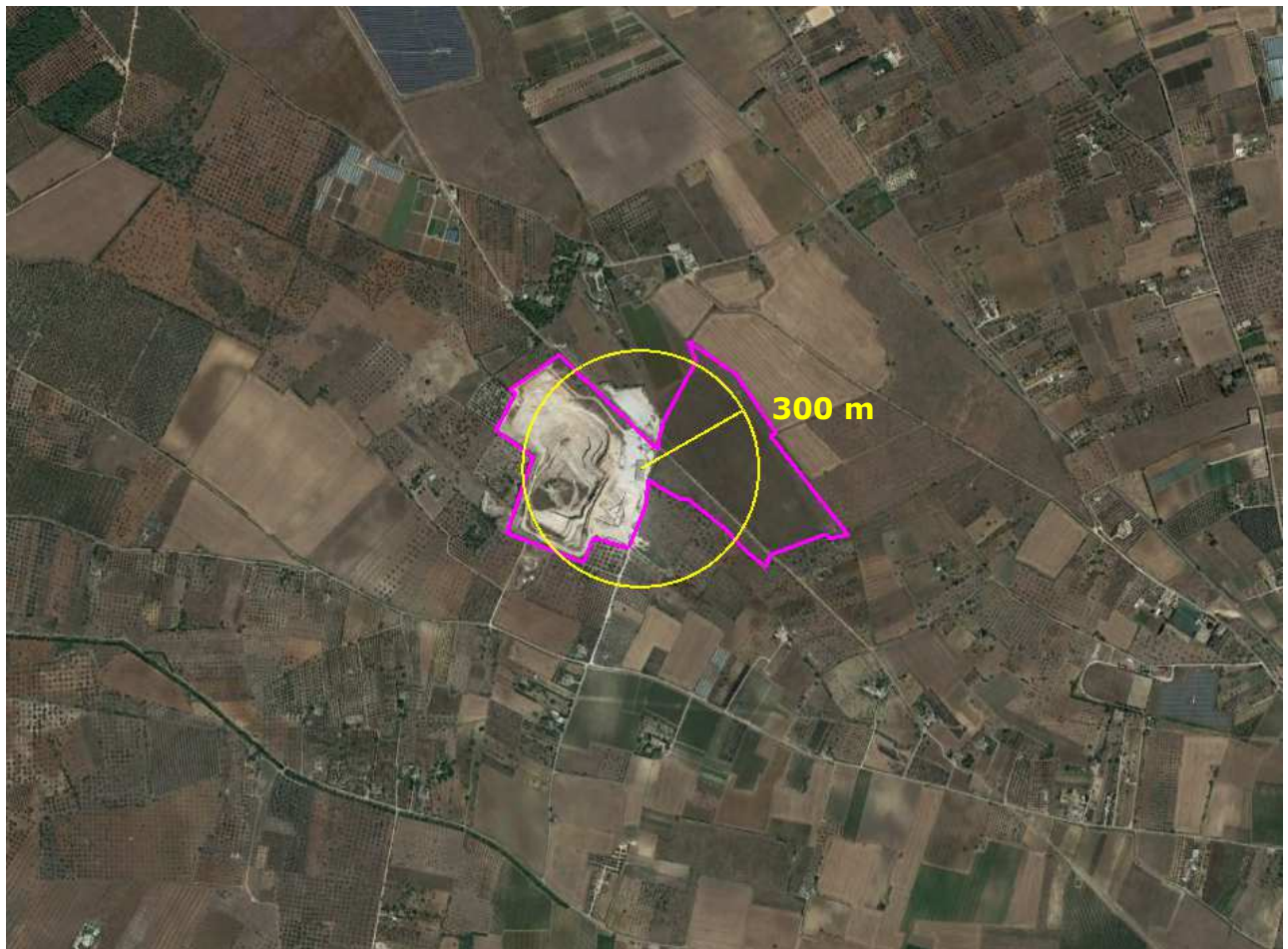


Figura 2

3 DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ

Il sito produttivo attualmente consiste in:

- 1) cava a cielo aperto esistente in cui si effettua l'estrazione di calcare;
- 2) impianto fisso di frantumazione e vagliatura con produzione di inerti (calcare) di varia granulometria;
- 3) impianto di produzione di conglomerati cementizi (calcestruzzi).

Alle suddette attività si aggiungerà quella di recupero di rifiuti inerti da demolizione per le quali si prevede l'utilizzo delle seguenti attrezzature:

- frantoio e vaglio mobili;
- escavatore/pala gommata e autocarri;

Nella simulazione con CALPUFF le prime 3 attività (estrazione, frantumazione e calcestruzzi) saranno situate nella stessa area emissiva, mentre per l'attività di recupero di rifiuti sarà definita una differente area emissiva adiacente alla prima.

Nell'ALLEGATO 1 si riporta lo schema a blocchi contenente le fasi lavorative considerate.

4 TIPOLOGIA DI EMISSIONI

Nel sito in oggetto si prevedono le seguenti fonti di inquinamento atmosferico:

- polveri totali PTS;
- polveri PM10;
- polveri PM2,5;
- NO₂;

Per quanto riguarda le emissioni **polveri PM10, PM2,5** e di **NO₂**, ulteriori dettagli sono discussi nei paragrafi successivi che contengono:

- 1) il calcolo delle emissioni di PM10 e PM2,5 generate dalle lavorazioni, con il metodo di ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana) che si rifà a dati e modelli dell'US-EPA AP-42;
- 2) il calcolo delle emissioni di PM10, PM2,5 e NO₂, generate dai mezzi, effettuato utilizzando i fattori emissivi di CORINAIR;
- 3) la simulazione della ricaduta di PM10, PM2,5 e NO₂ con il software CALPUFF prodotto e distribuito da Maind s.r.l. che comprende anche l'orografia 3D del suolo.

Per quanto riguarda le **polveri totali PTS** facendo riferimento alla letteratura scientifica (*) risulta che il PM10 mediamente costituisce il 70% delle PTS.

Quindi dopo aver calcolato la concentrazione massima di PM10 nelle 24 ore, intesa come somma del fondo più emissione dovuta all'attività produttiva, sarà possibile stimare l'emissione di PTS con la seguente relazione:

$$PTS (mg/m^3) = \frac{PM10 (\mu g)}{1000 \cdot 0,7}$$

- (*) *IL NUOVO CIMENTO Vol. 29 C, N. 4 Luglio – Agosto 2006: Measurements of atmospheric aerosol in the Salentum Peninsula and its correlation with local meteorology – autori: F. Belosi (1), D. Contini (2), A. Donateo (2) and F. Prodi (1).*
(1) Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR - Via Gobetti 101 - 40129 Bologna, Italy
(2) Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR – Università di Lecce - S.P. Lecce - Monteroni km 1,2 73100 Lecce, Italy

5 VALUTAZIONE QUANTITATIVA DELLE EMISSIONI

5.1 PREMESSA

Questo capitolo è dedicato alla valutazione quantitativa delle emissioni di PM10, PM2,5 e NO₂ che hanno origine dalle lavorazioni di materiali polverulenti e dai mezzi utilizzati durante il ciclo produttivo.

Per quanto riguarda le emissioni di PM10 e PM2,5 generate dalle lavorazioni la valutazione è stata effettuata secondo le “*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*”, redatte da ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana) e adottate dalla Provincia di Firenze con DGP n. 213 del 3/11/2009, la quale si rifà a dati e modelli dell’US-EPA (*United States Environmental Protection Agency*) AP-42 *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*. Per quanto riguarda le emissioni di PM10, PM2,5 e NO₂, generate dai mezzi, la valutazione è stata effettuata utilizzando i fattori emissivi di CORINAIR (*Part B, 1.A.3.b Road Transport GB2013 Update Sept. 2014*).

Il calcolo del rateo emissivo totale si esegue mediante la formula:

$$E(t) = \sum_i E_i(t) = \sum_i AD_i(t) \cdot EF_i(t)$$

dove:

$E(t)$ = rateo emissivo (kg/h) totale del ciclo produttivo

t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc...)

i = i-esimo processo del ciclo produttivo

$E_i(t)$ = rateo emissivo dell’i-esimo processo

$AD_i(t)$ = attività relativa all’i-esimo processo

$EF_i(t)$ = fattore emissivo dell’i-esimo processo

5.2 IPOTESI E DATI DI CALCOLO

Ai fini del calcolo sono state fatte le seguenti ipotesi e considerati i seguenti dati:

Attività estrattiva e frantumazione

- densità del calcare estratto (Mg/m^3) = 1,7
- tonnellate orarie di calcare estratto = 15,45 Mg/h. Tale valore si ottiene partendo dai metri cubi di calcare estratti in media annualmente (valore fornito dalla committenza) pari a 16.000, considerando 220 giorni lavorativi/anno e 8 ore/giorno di lavoro.
- peso dell'autocarro a vuoto (Mg) = 18
- peso del carico trasportabile dall'autocarro (Mg) = 30

Impianto di calcestruzzi

- quantità oraria di inerti utilizzata per l'impianto di calcestruzzi (Mg/h) = 9,09 (da 16.000 ton/anno in 220 giornate/anno di 8 ore/giorno)
- quantità oraria di cemento utilizzata per l'impianto di calcestruzzi (Mg/h) = 1,83 (da 3.220 ton/anno in 220 giornate/anno di 8 ore/giorno)
- peso dell'autocarro (INERTI) a vuoto (Mg) = 18
- peso del carico (INERTI) trasportabile dall'autocarro (Mg) = 30
- peso dell'autocarro (INERTI) a vuoto (Mg) = 18
- peso del carico (INERTI) trasportabile dall'autocarro (Mg) = 30
- peso dell'autocarro (CEMENTO) a vuoto (Mg) = 30
- peso del carico (CEMENTO) trasportabile dall'autocarro (Mg) = 30
- peso dell'autobetoniera a vuoto (Mg) = 14
- peso del carico trasportabile dall'autobetoniera (Mg) = 23

Recupero rifiuti inerti

- densità dei rifiuti da recuperare (Mg/m^3) = 1,8
 - peso dell'autocarro a vuoto (Mg) = 17
 - peso del carico trasportabile dall'autocarro (Mg) = 23
-
- per il materiale avente granulometria elevata ($> 0 \text{ mm}$) si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento indipendentemente dal fatto che sia bagnato o meno.

- contenuto % di silt del materiale presente lungo i percorsi sterrati= 2,1 (come da certificato di analisi n. 210525-22 del 28/05/2021 rilasciato dal laboratorio Studio Consulenze Ambientali del Dott. M. Murri (ALLEGATO 4);

Nel calcolo delle emissioni dovute al transito su strade sterrate, la lunghezza effettiva del percorso è stata raddoppiata per tenere conto del viaggio di andata e di quello di ritorno.

In quei processi per i quali i modelli dell'US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors non hanno sviluppato la valutazione dell'emissione di PM_{2,5} esse sono state assunte pari al 50% delle emissioni di PM₁₀.

Per il calcolo delle emissioni si fa riferimento al caso peggiore in cui l'estrazione interessa i primi strati di calcare posti al piano campagna.

Nei paragrafi successivi si riportano i dettagli di calcolo, per i quali occorre far riferimento allo schema a blocchi con bilancio di massa riportato nell'ALLEGATO 1.

5.3 AREE EMISSIVE CONSIDERATE

Come accennato in precedenza, nella simulazione con CALPUFF saranno considerate due differenti aree emissive.

- AREA EMISSIVA 1: al suo interno sono presenti le attività di ESTRAZIONE, FRANTUMAZIONE e PRODUZIONE DI CALCESTRUZZI);
- AREA EMISSIVA 2: al suo interno è presente solo l'attività di RECUPERO DI RIFIUTI INERTI.

5.4 ATTIVITÀ: ESTRAZIONE DI CALCARE

Per questa attività sono stati identificati i seguenti processi (vedi ALLEGATO 1 con schema a blocchi con bilancio di massa) caratterizzati dalle seguenti emissioni in atmosfera:

Attività	Emissioni	Metodo di calcolo
ES_1 Estrazione di calcare	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
ES_2 Caricamento del materiale estratto su autocarro	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
ES_3A Trasporto del calcare estratto su tratto su strada sterrata (senza abbattimento polveri)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
ES_3B Trasporto del calcare estratto su tratto su strada sterrata (con abbattimento polveri)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
ES_X Combustione dei motori dei mezzi	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42

Nei paragrafi seguenti si procede al calcolo dettagliato delle emissioni di ciascun processo.

5.4.1 ES_1 Estrazione di calcare

L'attività di estrazione di calcare viene effettuata con escavatore, per cui si è utilizzato il fattore emissivo SCC 3-05-027-60 *Sand Handling, Transfer and Storage* il cui fattore di emissione, considerando che il materiale contiene un'umidità naturale, è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg}$ (avendo considerato il PM10 pari al 60% del particolato PTS) da moltiplicare per la quantità di materiale estratto

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,95 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg}$ (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10) da moltiplicare per la quantità di materiale estratto

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 15,45 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 6,03 g/h di PM10
- 3,01 g/h di PM2,5

5.4.2 ES_2 Caricamento del materiale estratto su autocarro

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-025-06 *Bulk Loading in Construction Sand and Gravel* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ kg/Mg}$

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 0,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg/Mg}$ (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 15,45 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 18,55 g/h di PM10
- 9,27 g/h di PM2,5

5.4.3 ES_3A Trasporto del calcare su autocarro su strada sterrata /tratto senza abbattimento polveri)

Il calcare estratto viene trasportato su autocarro parzialmente su tratto di strada sterrata priva di abbattimento polveri.

In tal caso il fattore emissivo per il transito su strade non asfaltate è calcolato con la seguente relazione proposta nel paragrafo 13.2.2 *Unpaved roads* dell'AP-42:

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

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

s = contenuto in *silt* (limo) nel suolo

W = peso medio del veicolo (Mg) calcolato come media tra il peso a vuoto e il peso con il carico

k_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato secondo la tabella seguente

	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

La precedente relazione è valida per:

- veicoli con peso medio inferiore a 260 Mg e velocità inferiore a 69 km/h;
- valori di limo compresi tra 1,8% e 25,2%

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (km/h); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E \text{ (kg/h)} = EF \text{ (kg/km)} \cdot kmh \text{ (km/h)}$$

Nel caso in esame essendo:

- peso a vuoto dell'autocarro = 18 Mg
- peso del carico dell'autocarro = 30 Mg
 - da cui si ottiene peso medio dell'autocarro $W = 33 \text{ Mg}$
- lunghezza del percorso $L = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$
- numero di viaggi/ora = materiale estratto/ora (15,45 Mg/ora) / carico dell'autocarro (30 Mg) = 0,515 viaggi/h

Si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 53,42 g/h di PM10
- 14,57 g/h di PM2,5

5.4.4 ES_3B Trasporto del calcare su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri)

Il calcare estratto viene trasportato su autocarro parzialmente su tratto di strada sterrata dotata di abbattimento polveri.

In tal caso il fattore emissivo per il transito su strade non asfaltate è calcolato con la seguente relazione proposta nel paragrafo 13.2.2 *Unpaved roads* dell'AP-42:

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

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

s = contenuto in *silt* (limo) nel suolo

W = peso medio del veicolo (Mg) calcolato come media tra il peso a vuoto e il peso con il carico

k_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato secondo la tabella seguente

	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

La precedente relazione è valida per:

- veicoli con peso medio inferiore a 260 Mg e velocità inferiore a 69 km/h;
- valori di limo compresi tra 1,8% e 25,2%

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (km/h); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E \text{ (kg/h)} = EF \text{ (km/h)} \cdot kmh \text{ (km/h)}$$

Per tener conto dell'abbattimento con bagnatura si è utilizzata la formula proposta da Cowherd (1998) per calcolare l'efficienza di rimozione del bagnamento con acqua:

$$C(\%) = 100 - (0,8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / l$$

dove:

C = efficienza del bagnamento (%)

P = potenza media dell'evaporazione giornaliera (mm/h) assunta pari a 0,34 mm/h come riportato nel rapporto EPA (1998a)

trh = traffico medio orario (h^{-1})

l = quantità media del trattamento applicato (l/m^2)

τ = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Nel caso in esame essendo:

- peso a vuoto dell'autocarro = 18 Mg
- peso del carico dell'autocarro = 30 Mg
 - da cui si ottiene peso medio dell'autocarro $W = 33$ Mg
- lunghezza del percorso $L = 200$ m = 0,2 km

- numero di viaggi/ora = materiale estratto/ora (15,45 Mg/ora) / carico dell'autocarro (30 Mg) = 0,515 viaggi/h
- q.ta media di acqua utilizzata (l/m²) = 1
- intervallo di tempo tra due applicazioni di acqua (h) = 2

Si ottiene un'efficienza di abbattimento C = 99,72%

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,15 g/h di PM10
- 0,1 g/h di PM2,5

5.4.5 ES_X Combustione dei motori dei mezzi

I fattori di emissione relativi alle emissioni gassose e di particolato (PM10, PM2,5 e NO2) generate dai mezzi impiegati per l'estrazione e movimentazione del calcare sono stati ricavati da CORINAIR (*Part B, 1.A.3.b Road Transport GB2013 Update Sept2014*). Per tutti i mezzi sono stati utilizzati i fattori di emissione relativi a *Category NFR 1.A.3.b.iii Heavy-duty vehicles including buses* scegliendo a scopo cautelativo i veicoli di tipo *Diesel >32 t*, (vedi tabella successiva) in particolare, sempre cautelativamente, le emissioni associate a quelli di categoria *HD Euro I*:

Categoria	PM10 (g/km)	PM2,5 (g/km)	NOX (g/km)
→ Euro I – 91/542/EEC I	0,358	0,358	9,04
Euro II - 91/542/EEC II	0,194	0,194	9,36
Euro III – 2000	0,151	0,151	7,43
Euro IV – 2005	0,0268	0,0268	4,61
Euro V - 2008	0,0268	0,0268	2,63
Euro VI	0,0013	0,0013	0,507

Per l'attività ESTRAZIONE DI CALCARE per il calcolo delle emissioni dovute ai percorsi sterrati, era stato considerato

- lunghezza del percorso L = 400 m = 0,40 km (caso peggiore)
- numero di viaggi/ora = materiale estratto/ora (15,45 Mg/ora) / carico dell'autocarro (30 Mg) = 0,515 viaggi/h
- lunghezza del percorso L = 400 m
- numero di viaggi/ora = 0,515

per cui si ottiene il percorso orario:

$$P_h (m) = 0,515 \cdot 400 = 206$$

che per tener conto del viaggio di andata e ritorno è stato raddoppiato, considerando quindi nei calcoli un percorso orario effettivo pari a:

$$P_h' (m) = 2 \cdot P = 2 \cdot 206 = 412$$

In una giornata lavorativa di 8 ore il percorso sterrato giornaliero effettivo è pari a:

$$P_g (m) = 8 \cdot P_h' = 8 \cdot 412 = 3296$$

Per considerare le emissioni associate ai periodi in cui i mezzi fanno manovre da fermi P_g è stato cautelativamente aumentato a 4000 m = 4,0 km

Si ricava che:

$$- \text{“tragitto orario”} = 4,0 \text{ km} / 8 \text{ h} = 0,5 \text{ km/h}$$

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,18 g/h di PM10
- 0,18 g/h di PM2,5
- 4,52 g/h di NOX

5.4.6 Riassunto dei risultati

Nella tabella seguente si riporta un riassunto delle emissioni associate a ciascun processo:

ESTRAZIONE CALCARE					
Attività	Emissione oraria PM10		Emissione oraria PM2,5		Emissione oraria NOX (g/h)
	(g/h)	(%)	(g/h)	(%)	
ES_1 Estrazione di calcare	6,03	7,70	3,01	16,91	---
ES_2 Caricamento del materiale estratto su autocarro	18,55	23,68	9,27	52,03	---
ES_3A Trasporto del calcare estratto su tratto su strada sterrata (senza abbattimento polveri)	53,42	68,21	5,34	29,97	---
ES_3B Trasporto del calcare estratto su tratto su strada sterrata (con abbattimento polveri)	0,15	0,19	0,01	0,08	---
ES_X Combustione dei motori dei mezzi	0,18	0,23	0,18	1,00	4,52
TOTALE	78,32	100,00	17,82	100,00	4,52

5.5 ATTIVITÀ: FRANTUMAZIONE DI CALCARE

Per questa attività sono stati identificati i seguenti processi (vedi ALLEGATO 1 con schema a blocchi con bilancio di massa) caratterizzati dalle seguenti emissioni in atmosfera:

Attività	Emissioni	Metodo di calcolo
FR_1 Caricamento tramoggia del frantoio	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_2 Frantumazione (con umidificazione)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_3 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_4 Vagliatura (con copertura/umidificazione)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_5 Nastro trasportatore materiale MISTO CAVA (0-20 mm) (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_6 Cumulo MISTO CAVA (0-20 mm)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_7 Nastro trasportatore materiale 4-7 mm (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_8 Cumulo materiale 4-7 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_9 Nastro trasportatore materiale >0 mm (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_10 Vagliatura secondaria (con copertura/umidificazione)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_11 Nastro trasportatore materiale 0-1 mm (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_12 Cumulo materiale 0-1 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_13 Nastro trasportatore materiale 1-2 mm (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_14 Cumulo materiale 1-2 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_15 Nastro trasportatore materiale 2-5 mm (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_16 Cumulo materiale 2-5 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_17 Nastro trasportatore materiale > 5 mm (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
FR_18 Cumulo materiale 16-25 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42

Attività	Emissioni	Metodo di calcolo
FR_19 Frantumazione secondaria (con copertura/umidificazione)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_20 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42

5.5.1 FR_1 Caricamento tramoggia del frantoio

L'autocarro giunto in corrispondenza della tramoggia di carico dell'impianto di frantumazione fisso vi scarica l'inerte trasportato.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-31 *Truck unloading fragmented stone* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 8,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)}$$

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 15,45 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,12 g/h di PM10
- 0,06 g/h di PM2,5

5.5.2 FR_2 Frantumazione primaria (materiale bagnato)

Il materiale (bagnato) entra direttamente nel frantoio.

Per quanto riguarda la frantumazione primaria non è disponibile il fattore di emissione specifico per il PM10 (SCC 3-05-020-01 *Primary crushing*), ma considerando anche la limitata pezzatura del materiale si sceglie di utilizzare quello disponibile per la frantumazione secondaria.

Il fattore emissivo in questo caso è SCC 3-05-020-02 *Secondary crushing* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Per il PM2,5 è invece disponibile il fattore di emissione specifico, per cui il fattore emissivo in questo caso è SCC 3-05-020-01 *Primary crushing* e il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 15,45 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 5,72 g/h di PM10
- 0,39 g/h di PM2,5

5.5.3 FR_3 Nastro trasportatore (materiale bagnato)

Il materiale all'uscita del frantoio viene bagnato tramite nebulizzatore e successivamente viene immesso sul nastro trasportatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM}_{2,5} \text{ pari al 50\% del PM}_{10})$$

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 15,45 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,36 g/h di PM10
- 0,18 g/h di PM2,5

5.5.4 FR_4 Vagliatura (materiale bagnato)

Il materiale (bagnato) presente sul nastro trasportatore giunge al vaglio che è totalmente carenato.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-02,03,04,15 *Screening* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 15,45 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 5,72 g/h di PM10
- 0,39 g/h di PM2,5

5.5.5 FR_5 Nastro trasportatore 0-20 mm (misto cava, materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 5% del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore dopo aver subito la bagnatura.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM}_{2,5} \text{ pari al 50\% del PM}_{10})$$

- Nel caso in esame mediamente si movimentata il 5% di 15,45 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:
 - 0,02 g/h di PM10
 - 0,01 g/h di PM2,5

5.5.6 FR_69 Cumulo 0-20 mm (misto cava)

Alla fine del nastro trasportatore per questa pezzatura è presente un nebulizzatore che umidifica il cumulo sottostante.

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "*Industrial Wind Erosion*") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i (kg/h) = EF_i (kg/m^2) \cdot a \cdot movh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

$EF (kg/m^2)$ = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato

a = superficie dell'area movimentata in m^2

$movh$ = numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale EF_i si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Dai valori di:

- 1) altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) $H (m)$,
- 2) diametro della base $D (m)$,

si individua il fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla seguente tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	0,7727273	0,05	
volume (m³/h) =	0,4545455		
altezza del cumulo H (m) =	4		
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5		
diametro base del cono D (m) =	0,7		
lunghezza del lato del cono (m)	4,0		
superficie laterale del cono (m²)	4,2		
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²)	0,2		
rapporto H/Ddi base =	6,1		
EFiPM10(kg/m²) =	7,9E-06	il cumulo è ALTO	
		EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,00	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,00

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,00 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.5.7 FR_7 Nastro trasportatore 4-7 mm

All'uscita del vaglio circa il 30% del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg (materiale non bagnato ma di grande pezzatura, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame mediamente si movimentata il 30% di 15,45 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,11 g/h di PM10
- 0,05 g/h di PM2,5

5.5.8 FR_8 Cumulo 4-7 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	4,6363636	0,05	il cumulo è ALTO	EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06
volume (m³/h) =	2,7272727				
altezza del cumulo H (m) =	4				
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	2				
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5				
diametro base del cono D (m) =	1,6				
lunghezza del lato del cono (m) =	4,1				
superficie laterale del cono (m²) =	10,3				
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²) =	0,5				
rapporto H/D di base =	2,5				
EFiPM10(kg/m²) =	7,9E-06	emissione oraria PM2,5(g/h) =		0,00	
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	emissione oraria PM10(g/h) =			

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.5.9 FR_9 Nastro trasportatore >0 mm

All'uscita del vaglio circa il 65% del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg}$ (materiale non bagnato ma di grande pezzatura, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg}$ (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame mediamente si movimentava il 65% di 15,45 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,23 g/h di PM10
- 0,12 g/h di PM2,5

5.5.10 FR_10 Vagliatura secondaria (con copertura e materiale bagnato)

Il materiale (bagnato) presente sul nastro trasportatore giunge al vaglio che è carenato.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-02,03,04,15 *Screening* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg}$ (materiale bagnato)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg}$ (materiale bagnato)

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 10,05 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 3,72 g/h di PM10
- 0,25 g/h di PM2,5

Facendo riferimento allo schema a blocchi nell'Allegato 1, si osserva che all'uscita del vaglio secondario sono presenti 4 nastri trasportatori su cui vanno rispettivamente le seguenti percentuali di materiale in uscita: 20%, 10%, 20, e 50%. Siccome il materiale inoltrato sul quarto nastro (con il 50%) può essere TALVOLTA soggetto ad ulteriore vagliatura secondaria, è stato assunto in maniera peggiorativa rispetto a ciò che avviene in realtà, che il materiale di tale nastro trasportatore sia semopre inoltrato nuovamente al vaglio secondario, una volta nell'ora di riferimento delle quantità orarie. Quindi le percentuali considerate sono state maggiorate del 50% e diventano quindi rispettivamente: 30%, 15%, 30, e 75% rappresentando il primo "passaggio" più il secondo "passaggio" del 50% di materiale.

5.5.11 FR_11 Nastro trasportatore 0-1 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 30% (20% aumentato del 50%) del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore dopo aver subito una bagnatura con un nebulizzatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM}_{2,5} \text{ pari al 50\% del PM}_{10})$$

Nel caso in esame mediamente si movimentava il 30% di 10,05 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,07 g/h di PM10
- 0,03 g/h di PM2,5

5.5.12 FR_12 Cumulo 0-1 mm

Alla fine del nastro trasportatore per questa pezzatura è presente un nebulizzatore che umidifica il cumulo sottostante.

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "*Industrial Wind Erosion*") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i (kg/h) = EF_i (kg/m^2) \cdot a \cdot movh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

$EF (kg/m^2)$ = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato

a = superficie dell'area movimentata in m^2

$movh$ = numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale EF_i si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Dai valori di:

- 3) altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) $H(m)$,
- 4) diametro della base $D(m)$,
- si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla seguente tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2,5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2,5}	3.8 E-05

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	3,0136364	0,05	il cumulo è ALTO	EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06
volume (m³/h) =	1,7727273				
altezza del cumulo H (m) =	4				
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	2				
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5				
diametro base del cono D (m) =	1,3				
lunghezza del lato del cono (m) =	4,1				
superficie laterale del cono (m²) =	8,3				
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²) =	0,4				
rapporto H/D di base =	3,1				
EFiPM10(kg/m²) =	7,9E-06	emissione oraria PM2,5(g/h) =		0,00	
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	emissione oraria PM10(g/h) =			

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.5.13 FR_13 Nastro trasportatore 1-2 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 15% (10% aumentato del 50%) del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore dopo aver subito una bagnatura con un nebulizzatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg}$ (materiale bagnato, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg}$ (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame mediamente si movimentata il 15% di 10,05 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,03 g/h di PM10
- 0,02 g/h di PM2,5

5.5.14 FR_14 Cumulo 1-2 mm

Alla fine del nastro trasportatore per questa pezzatura è presente un nebulizzatore che umidifica il cumulo sottostante.

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "*Industrial Wind Erosion*") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i (kg/h) = EF_i (kg/m^2) \cdot a \cdot movh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

$EF (kg/m^2)$ = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato

a = superficie dell'area movimentata in m^2

$movh$ = numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale EF_i si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Dai valori di:

- 5) altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H (m),
- 6) diametro della base D (m),
- si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla seguente tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	1,5068182	0,05	il cumulo è ALTO	EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06
volume (m³/h) =	0,8863636				
altezza del cumulo H (m) =	4				
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i>	2				
=					
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5				
diametro base del cono D (m) =	0,9				
lunghezza del lato del cono (m)	4,0				
superficie laterale del cono (m²)	5,8				
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²)	0,3				
rapporto H/D di base =	4,3	il cumulo è ALTO	EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06	
EFiPM10(kg/m²) =	7,9E-06				
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,00	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,00		

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,00 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.5.15 FR_15 Nastro trasportatore 2-5 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 30% (20% aumentato del 50%) del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore dopo aver subito una bagnatura con un nebulizzatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM}_{2,5} \text{ pari al 50\% del PM}_{10})$$

Nel caso in esame mediamente si movimentata il 30% di 10,05 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,07 g/h di PM10
- 0,03 g/h di PM2,5

5.5.16 FR_16 Cumulo 2-5 mm

Alla fine del nastro trasportatore per questa pezzatura è presente un nebulizzatore che umidifica il cumulo sottostante.

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "*Industrial Wind Erosion*") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i (kg/h) = EF_i (kg/m^2) \cdot a \cdot movh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

$EF (kg/m^2)$ = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato

a = superficie dell'area movimentata in m^2

$movh$ = numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale EF_i si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Dai valori di:

- 7) altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H (m),
- 8) diametro della base D (m),
- si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla seguente tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	3,0136364	0,05	il cumulo è ALTO	EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06
volume (m³/h) =	1,7727273				
altezza del cumulo H (m) =	4				
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	2				
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5				
diametro base del cono D (m) =	1,3				
lunghezza del lato del cono (m) =	4,1				
superficie laterale del cono (m²) =	8,3				
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²) =	0,4				
rapporto H/D di base =	3,1				
EFiPM10(kg/m²) =	7,9E-06	emissione oraria PM2,5(g/h) =			0,00
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	emissione oraria PM2,5(g/h) =			0,00

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.5.17 FR_17 Nastro trasportatore >5 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 75% (50% aumentato del 50%) del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore dopo aver subito una bagnatura con un nebulizzatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM}_{2,5} \text{ pari al 50\% del PM}_{10})$$

Nel caso in esame mediamente si movimentata il 75% di 10,05 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,17 g/h di PM10
- 0,09 g/h di PM2,5

5.5.18 FR_18 Cumulo >5 mm

Alla fine del nastro trasportatore per questa pezzatura è presente un nebulizzatore che umidifica il cumulo sottostante.

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "*Industrial Wind Erosion*") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i (kg/h) = EF_i (kg/m^2) \cdot a \cdot movh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

$EF (kg/m^2)$ = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato

a = superficie dell'area movimentata in m^2

$movh$ = numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale EF_i si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Dai valori di:

- 9) altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) $H(m)$,
- 10) diametro della base $D(m)$,
- si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla seguente tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2,5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2,5}	3.8 E-05

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	7,5340909	0,05	
volume (m³/h) =	4,4318182		
altezza del cumulo H (m) =	4		
numero di movimentazioni orarie $movh$ =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5		
diametro base del cono D (m) =	2,1		
lunghezza del lato del cono (m) =	4,1		
superficie laterale del cono (m²) =	13,3		
superficie del cumulo movimentata a (m²) =	0,7		
rapporto H/D di base =	1,9		
$EF_{PM10}(kg/m^2)$ =	7,9E-06	il cumulo è ALTO	
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	$EF_{PM2,5}(kg/m^2)$ =	1,3E-06
		emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,00

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.5.19 FR_19 Frantumazione secondaria (materiale bagnato)

Come accennato precedentemente il materiale del cumulo di materiale di grossa granulometria ($> 5\text{mm}$) può subire una frantumazione secondaria e poi essere inviato nuovamente alla vagliatura secondaria. Siccome il mulino in oggetto si è completamente chiuso (carenato) si utilizza il fattore emissivo comprensivo di abbattimento per bagnatura per tener conto della limitazione delle emissioni.

Il fattore emissivo in questo caso è SCC 3-05-020-02 *Secondary crushing* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(\text{kg/h}) = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Per il $PM_{2,5}$ è invece disponibile il fattore di emissione specifico, per cui il fattore emissivo in questo caso è SCC 3-05-020-01 *Primary crushing* e il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM_{2,5}}(\text{kg/h}) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Nel caso in esame essendo la quantità “lavorata” pari a $7,53 \text{ Mg/h}$ si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- $1,86 \text{ g/h}$ di PM_{10}
- $0,25 \text{ g/h}$ di $PM_{2,5}$

5.5.20 FR_20 Nastro trasportatore (materiale bagnato)

Il materiale all’uscita del mulino secondario viene bagnato tramite nebulizzatore e successivamente viene immesso sul nastro trasportatore fino al vaglio secondario, come accennati in precedenza.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(\text{kg/h}) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)}$$

$$EF_{PM_{2,5}}(\text{kg/h}) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il } PM_{2,5} \text{ pari al 50\% del } PM_{10})$$

Nel caso in esame essendo la quantità “lavorata” pari a $7,53 \text{ Mg/h}$ si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- $0,12 \text{ g/h}$ di PM_{10}
- $0,06 \text{ g/h}$ di $PM_{2,5}$

5.5.21 Riassunto dei risultati

Nella tabella seguente si riporta un riassunto delle emissioni associate a ciascun processo:

FRANTUMAZIONE					
Attività	Emissione oraria PM10		Emissione oraria PM2,5		Emissione oraria NOX (g/h)
	(g/h)	(%)	(g/h)	(%)	
FR_1 Caricamento tramoggia del frantoio	0,12	0,67	0,06	3,20	---
FR_2 Frantumazione (con umidificazione)	5,72	31,17	0,39	20,02	---
FR_3 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	0,36	1,94	0,18	9,21	---
FR_4 Vagliatura (con copertura/umidificazione)	5,72	31,17	0,39	20,02	---
FR_5 Nastro trasportatore materiale MISTO CAVA (0-20 mm) (materiale bagnato)	0,02	0,10	0,01	0,46	---
FR_6 Cumulo MISTO CAVA (0-20 mm)	0,00	0,02	0,00	0,03	---
FR_7 Nastro trasportatore materiale 4-7 mm (materiale bagnato)	0,11	0,58	0,05	2,76	---
FR_8 Cumulo materiale 4-7 mm	0,01	0,04	0,00	0,07	---
FR_9 Nastro trasportatore materiale >0 mm (materiale bagnato)	0,23	1,26	0,12	5,99	---
FR_10 Vagliatura secondaria (con copertura/umidificazione)	3,72	20,26	0,25	13,01	---
FR_11 Nastro trasportatore materiale 0-1 mm (materiale bagnato)	0,07	0,38	0,03	1,80	---
FR_12 Cumulo materiale 0-1 mm	0,01	0,04	0,00	0,05	---
FR_13 Nastro trasportatore materiale 1-2 mm (materiale bagnato)	0,03	0,19	0,02	0,90	---
FR_14 Cumulo materiale 1-2 mm	0,00	0,03	0,00	0,04	---
FR_15 Nastro trasportatore materiale 2-5 mm (materiale bagnato)	0,07	0,38	0,03	1,80	---
FR_16 Cumulo materiale 2-5 mm	0,01	0,04	0,00	0,05	---
FR_17 Nastro trasportatore materiale > 5 mm (materiale bagnato)	0,17	0,94	0,09	4,49	---
FR_18 Cumulo materiale 16-25 mm	0,01	0,06	0,00	0,09	---

FRANTUMAZIONE					
Attività	Emissione oraria PM10		Emissione oraria PM2,5		Emissione oraria NOX (g/h)
	(g/h)	(%)	(g/h)	(%)	
FR_19 Frantumazione secondaria (con copertura/umidificazione)	1,86	10,13	0,25	13,01	---
FR_20 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	0,12	0,63	0,06	2,99	---
TOTALE	18,35	100,00	1,93	100,00	0,00

5.6 ATTIVITÀ: IMPIANTO CALCESTRUZZI

Per questa attività sono stati identificati i seguenti processi (vedi ALLEGATO 1 con schema a blocchi con bilancio di massa) caratterizzati dalle seguenti emissioni in atmosfera:

Attività	Emissioni	Metodo di calcolo
CLS_1 Trasporto INERTI su autocarro su strada sterrata (tratto CON abbattimento polveri)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_2 Trasporto CEMENTO su autocarro su strada sterrata (tratto CON abbattimento polveri)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_3 Scaricamento cemento nei silos	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_4 Scaricamento inerti nella tramoggia impianto cls	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_5 Erosione inerti (all'esterno della tramoggia di carico)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_6 Nastro trasportatore carico betoniera (con aspirazione)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_7 Caricamento autobetoniera	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_8 Trasporto calcestruzzo su strada sterrata (tratto con abbattimento polveri)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
CLS_X Combustione dei motori dei mezzi	PM2,5 – PM10 – NO2	CORINAIR (Part B, 1.A.3.b)

Nei paragrafi seguenti si procede al calcolo dettagliato delle emissioni di ciascun processo.

5.6.1 CLS_1 Trasporto INERTI su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri)

In tal caso il fattore emissivo per il transito su strade non asfaltate è calcolato con la seguente relazione proposta nel paragrafo 13.2.2 *Unpaved roads* dell'AP-42:

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

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

s = contenuto in *silt* (limo) nel suolo

W = peso medio del veicolo (Mg) calcolato come media tra il peso a vuoto e il peso con il carico

k_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato secondo la tabella seguente

	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

La precedente relazione è valida per:

- veicoli con peso medio inferiore a 260 Mg e velocità inferiore a 69 km/h;
- valori di limo compresi tra 1,8% e 25,2%

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (km/h); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E(kg/h) = EF(km/h) \cdot kmh(km/h)$$

Per tener conto dell'abbattimento con bagnatura si è utilizzata la formula proposta da Cowherd (1998) per calcolare l'efficienza di rimozione del bagnamento con acqua:

$$C(\%) = 100 - (0,8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / l$$

dove:

C = efficienza del bagnamento (%)

P = potenza media dell'evaporazione giornaliera (mm/h) assunta pari a 0,34 mm/h come riportato nel rapporto EPA (1998a)

trh = traffico medio orario (h^{-1})

l = quantità media del trattamento applicato (l/m^2)

τ = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Nel caso in esame essendo:

- peso a vuoto dell'autocarro = 18 Mg
- peso del carico dell'autocarro = 30 Mg
 - da cui si ottiene peso medio dell'autocarro $W = 33 \text{ Mg}$
- lunghezza del percorso $L = 150 \text{ m} = 0,15 \text{ km}$
- numero di viaggi/ora = materiale movimentato/ora (9,09 Mg/ora) / carico dell'autocarro (30 Mg) = 0,303 viaggi/h
- q.ta media di acqua utilizzata (l/m^2) = 1
- intervallo di tempo tra due applicazioni di acqua (h) = 2

Si ottiene un'efficienza di abbattimento $C = 99,84\%$

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,04 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.6.2 CLS_2 Trasporto CEMENTO su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri)

In tal caso il fattore emissivo per il transito su strade non asfaltate è calcolato con la seguente relazione proposta nel paragrafo 13.2.2 *Unpaved roads* dell'AP-42:

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

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

s = contenuto in *silt* (limo) nel suolo

W = peso medio del veicolo (Mg) calcolato come media tra il peso a vuoto e il peso con il carico

k_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato secondo la tabella seguente

	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

La precedente relazione è valida per:

- veicoli con peso medio inferiore a 260 Mg e velocità inferiore a 69 km/h;
- valori di limo compresi tra 1,8% e 25,2%

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (km/h); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E \text{ (kg/h)} = EF \text{ (kg/h)} \cdot kmh \text{ (km/h)}$$

Per tener conto dell'abbattimento con bagnatura si è utilizzata la formula proposta da Cowherd (1998) per calcolare l'efficienza di rimozione del bagnamento con acqua:

$$C(\%) = 100 - (0,8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / l$$

dove:

C = efficienza del bagnamento (%)

P = potenza media dell'evaporazione giornaliera (mm/h) assunta pari a 0,34 mm/h come riportato nel rapporto EPA (1998a)

trh = traffico medio orario (h^{-1})

l = quantità media del trattamento applicato (l/m^2)

τ = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Nel caso in esame essendo:

- peso a vuoto dell'autocarro = 18 Mg
- peso del carico dell'autocarro = 30 Mg
 - da cui si ottiene peso medio dell'autocarro $W = 33$ Mg
- lunghezza del percorso $L = 230$ m = 0,23 km
- numero di viaggi/ora = materiale movimentato/ora (1,83 Mg/ora) / carico dell'autocarro (30 Mg) = 0,061 viaggi/h
- q.ta media di acqua utilizzata (l/m^2) = 1
- intervallo di tempo tra due applicazioni di acqua (h) = 2

Si ottiene un'efficienza di abbattimento $C = 99,97\%$

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,00 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.6.3 CLS_3 Scaricamento del cemento nei silos

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-011-07 *Cement unloading to elevated storage silo (pneumatic)* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10} \text{ (kg/h)} = 1,70 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 8,50 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM}_{2,5} \text{ pari al 50\% del PM}_{10})$$

Nel caso in esame essendo la quantità “lavorata” pari a 1,83 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,31 g/h di PM₁₀
- 0,16 g/h di PM_{2,5}

5.6.4 CLS_4 Scaricamento di inerti nella tramoggia

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-31 *Truck unloading fragmented stone* SCC per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 8,00 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 4,00 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM}_{2,5} \text{ pari al 50\% del PM}_{10})$$

Nel caso in esame essendo la quantità “lavorata” pari a 9,09 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,07 g/h di PM₁₀
- 0,04 g/h di PM_{2,5}

5.6.5 CLS_5 Cumulo tramoggia di carico

Parte del contenuto della tramoggia di carico può essere situata al di sopra delle sue pareti andando a costituire, ai fini emissivi, un cumulo.

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 “*Industrial Wind Erosion*”) queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i (kg/h) = EF_i (kg/m^2) \cdot a \cdot movh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

EF (kg/m^2) = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato

a = superficie dell'area movimentata in m^2

$movh$ = numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale EF_i si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Dai valori di:

11) altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H (m),

12) diametro della base D (m),

si individua il fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla seguente tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2,5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2,5}	3.8 E-05

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	9,090909	0,1	il cumulo è ALTO	
volume (m³/h) =	5,35			
altezza del cumulo H (m) =	1			
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	1			
movimentazione oraria del cumulo (%) =	10			
diametro base del cono D (m) =	4,5			
lunghezza del lato del cono (m)	2,5			
superficie laterale del cono (m²)	17,5			
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²)	1,8			
rapporto H/Ddi base =	0,2			
EFiPM10(kg/m²) =	7,9E-06	EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06	
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,00	

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.6.6 CLS_6 Nastro trasportatore

Il nastro trasportatore conduce gli inerti e il cemento fino alla bocca di carico dell'autobetoniera.

Per ridurre la formazione di polveri il nastro trasportatore è totalmente carenato.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg}$ (il nastro trasportatore è dotato di carenatura, per tenerne conto si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg}$ (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 10,92 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,25 g/h di PM10
- 0,13 g/h di PM2,5

5.6.7 CLS_7 Caricamento autobetoniera

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-011-010 *Truck loading (truck mix)* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 1,31 \cdot 10^{-2} \text{ kg/Mg}$ (il punto di emissione è dotato di sistema di abbattimento con filtro, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento, questo fattore emissivo si riferisce alle tonnellate di cemento)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 6,55 \cdot 10^{-3} \text{ kg/Mg}$ (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame essendo la quantità di cemento “lavorata” pari a 1,83 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 23,97 g/h di PM10
- 11,98 g/h di PM2,5

5.6.8 CLS_8 Trasporto del calcestruzzo con autobetoniera su strada sterrata

Il calcestruzzo viene trasportato su autobetoniera dall’impianto all’esterno.

In tal caso il fattore emissivo per il transito su strade non asfaltate è calcolato con la seguente relazione proposta nel paragrafo 13.2.2 *Unpaved roads* dell’AP-42:

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

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

s = contenuto in *silt* (limo) nel suolo

W = peso medio del veicolo (Mg) calcolato come media tra il peso a vuoto e il peso con il carico

k_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato secondo la tabella seguente

	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

La precedente relazione è valida per:

- veicoli con peso medio inferiore a 260 Mg e velocità inferiore a 69 km/h;
- valori di limo compresi tra 1,8% e 25,2%

Per il calcolo dell’emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all’unità di tempo (km/h); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all’interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E(kg/h) = EF(km/h) \cdot kmh(km/h)$$

Per tener conto dell’abbattimento con bagnatura si è utilizzata la formula proposta da Cowherd (1998) per calcolare l’efficienza di rimozione del bagnamento con acqua:

$$C(\%) = 100 - (0,8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / l$$

dove:

C = efficienza del bagnamento (%)

P = potenza media dell'evaporazione giornaliera (mm/h) assunta pari a $0,34 mm/h$
come riportato nel rapporto EPA (1998a)

trh = traffico medio orario (h^{-1})

l = quantità media del trattamento applicato (l/m^2)

τ = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Nel caso in esame essendo:

- peso a vuoto dell'autobetoniera = 14 Mg
- peso del carico dell'autobetoniera = 23 Mg
 - da cui si ottiene peso medio dell'autobetoniera $W = 25,5 Mg$
- lunghezza del percorso $L = 230 m = 0,23 km$
- numero di viaggi/ora = materiale movimentato/ora ($10,92 Mg/ora$) / carico dell'autocarro ($23 Mg$) = $0,475 viaggi/h$
- q.ta media di acqua utilizzata (l/m^2) = 1
- intervallo di tempo tra due applicazioni di acqua (h) = 2

Si ottiene un'efficienza di abbattimento $C = 99,74\%$

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- $0,13 g/h$ di PM_{10}
- $0,01 g/h$ di $PM_{2,5}$

5.6.9 CLS_X Combustione dei motori dei mezzi

I fattori di emissione relativi alle emissioni gassose e di particolato (PM_{10} , $PM_{2,5}$ e NO_2) generate dai mezzi sono stati ricavati da CORINAIR (Part B, 1.A.3.b Road Transport GB2013 Update Sept2014). Per tutti i mezzi sono stati utilizzati i fattori di emissione relativi a Category NFR 1.A.3.b.iii Heavy –duty vehicles including buses scegliendo a scopo cautelativo i veicoli di tipo Diesel $>32 t$, (vedi tabella successiva) in particolare, sempre cautelativamente, le emissioni associate a quelli di categoria HD Euro I:

Categoria	PM10 (g/km)	PM2,5 (g/km)	NOX (g/km)
→ Euro I – 91/542/EEC I	0,358	0,358	9,04
Euro II - 91/542/EEC II	0,194	0,194	9,36
Euro III – 2000	0,151	0,151	7,43
Euro IV – 2005	0,0268	0,0268	4,61
Euro V - 2008	0,0268	0,0268	2,63
Euro VI	0,0013	0,0013	0,507

Per l'attività PRODUZIONE DI CALCESTRUZZI per il calcolo delle emissioni dovute ai percorsi sterrati, era stato considerato

TRASPORTO INERTI

- lunghezza del percorso $L = 150$ m
- numero di viaggi/ora $= 0,303$

per cui si ottiene il percorso orario:

$$P_h (m) = 0,303 \cdot 150 = 45,45$$

che per tener conto del viaggio di andata e ritorno è stato raddoppiato, considerando quindi nei calcoli un percorso orario effettivo pari a:

$$P_h' (m) = 2 \cdot P_h = 2 \cdot 45,45 = 90,9$$

TRASPORTO CEMENTO

- lunghezza del percorso $L = 230$ m
- numero di viaggi/ora $= 0,061$

per cui si ottiene il percorso orario:

$$P_h (m) = 0,061 \cdot 230 = 14,03$$

che per tener conto del viaggio di andata e ritorno è stato raddoppiato, considerando quindi nei calcoli un percorso orario effettivo pari a:

$$P_h' (m) = 2 \cdot P_h = 2 \cdot 14,03 = 28,06$$

TRASPORTO CALCESTRUZZO

- lunghezza del percorso $L = 230$ m
- numero di viaggi/ora $= 0,475$

per cui si ottiene il percorso orario:

$$P_h (m) = 0,475 \cdot 230 = 109,25$$

che per tener conto del viaggio di andata e ritorno è stato raddoppiato, considerando quindi nei calcoli un percorso orario effettivo pari a:

$$P_h' (m) = 2 \cdot P_h = 2 \cdot 109,25 = 218,5$$

Quindi il percorso orario effettivo TOTALE (m) è pari a:

$$90,9 + 28,06 + 218,5 = 337,5 \text{ m}$$

In una giornata lavorativa di 8 ore il percorso giornaliero effettivo è pari a:

$$P_g (m) = 8 \cdot P_h' = 8 \cdot 337,5 = 2700$$

Per considerare le emissioni associate ai periodi in cui i mezzi fanno manovre da fermi P_g è stato cautelativamente aumentato a $3700 \text{ m} = 3,7 \text{ km}$

Si ricava che:

- “tragitto orario” = 3,7 km / 8 h = 0,462 km/h

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,17 g/h di PM10
- 0,17 g/h di PM2,5
- 4,18 g/h di NOX

5.6.10 Riassunto dei risultati

Nella tabella seguente si riporta un riassunto delle emissioni associate a ciascun processo:

IMPIANTO CALCESTRUZZI					
Attività	Emissione oraria PM10		Emissione oraria PM2,5		Emissione oraria NOX (g/h)
	(g/h)	(%)	(g/h)	(%)	
CLS_1 Trasporto INERTI su autocarro su strada sterrata (tratto CON abbattimento polveri)	0,04	0,16	0,00	0,03	---
CLS_2 Trasporto CEMENTO su autocarro su strada sterrata (tratto CON abbattimento polveri)	0,00	0,01	0,00	0,00	---
CLS_3 Scaricamento cemento nei silos	0,31	1,25	0,16	1,25	---
CLS_4 Scaricamento inerti nella tramoggia impianto cls	0,07	0,29	0,04	0,29	---
CLS_5 Erosione inerti (all'esterno della tramoggia di carico)	0,01	0,06	0,00	0,02	---
CLS_6 Nastro trasportatore carico betoniera (con aspirazione)	0,25	1,01	0,13	1,01	---
CLS_7 Caricamento autobetoniera	23,97	96,05	11,98	95,98	---
CLS_8 Trasporto calcestruzzo su strada sterrata (tratto con abbattimento polveri)	0,13	0,52	0,01	0,10	---
CLS_X Combustione dei motori dei mezzi	0,17	0,66	0,17	1,33	4,18
TOTALE	24,95	100,00	12,49	100,00	4,18

5.7 ATTIVITÀ: RECUPERO DI RIFIUTI INERTI

Per questa attività sono stati identificati i seguenti processi (vedi ALLEGATO 1 con schema a blocchi con bilancio di massa) caratterizzati dalle seguenti emissioni in atmosfera:

Attività	Emissioni	Metodo di calcolo
R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (tratto con abbattimento polveri)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_2 Scaricamento rifiuti su piazzola	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_3 Erosione cumulo rifiuti	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_4 Caricamento tramoggia del mulino	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_5 Frantumazione (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_7 Vagliatura (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_8 Nastro trasportatore 0-20 mm (materiale bagnato)	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_9 Cumulo 0-20 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_10 Nastro trasportatore 20-40 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_11 Cumulo 20-40 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_12 Nastro trasportatore >40 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_13 Cumulo >40 mm	PM _{2,5} – PM ₁₀	US-EPA AP-42
R_X Combustione dei motori dei mezzi	PM _{2,5} – PM ₁₀ – NO ₂	CORINAIR (Part B, 1.A.3.b)

Nei paragrafi seguenti si procede al calcolo dettagliato delle emissioni di ciascun processo.

5.7.1 R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (con abbattimento polveri)

I rifiuti inerti sono trasportati su autocarro fino alla piazzola di stoccaggio situato al fondo cava, una parte del percorso sarà dotato di impianto di umidificazione.

In tal caso il fattore emissivo è calcolato con la seguente relazione proposta nel paragrafo 13.2.2 *Unpaved roads* dell'AP-42:

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

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2,5)

s = contenuto in *silt* (limo) nel suolo

W = peso medio del veicolo (Mg) calcolato come media tra il peso a vuoto e il peso con il carico

k_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato secondo la tabella seguente

	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

La precedente relazione è valida per:

- veicoli con peso medio inferiore a 260 Mg e velocità inferiore a 69 km/h;
- valori di limo compresi tra 1,8% e 25,2%

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (km/h); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E(kg/h) = EF(km/h) \cdot kmh(km/h)$$

Per tener conto dell'abbattimento con bagnatura si è utilizzata la formula proposta da Cowherd (1998) per calcolare l'efficienza di rimozione del bagnamento con acqua:

$$C(\%) = 100 - (0,8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / l$$

dove:

C = efficienza del bagnamento (%)

P = potenza media dell'evaporazione giornaliera (mm/h) assunta pari a 0,34 mm/h come riportato nel rapporto EPA (1998a)

trh = traffico medio orario (h^{-1})

l = quantità media del trattamento applicato (l/m^2)

τ = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Nel caso in esame essendo:

- peso a vuoto dell'autocarro = 17 Mg
- carico dell'autocarro = 23 Mg
 - da cui si ottiene $W = 28,5$ Mg
- lunghezza del percorso $L = 200$ m = 0,20 km
- numero di viaggi/ora = materiale movimentato/ora (13,9 Mg/ora) / carico del veicolo (23 Mg) = 0,604 viaggi/h
- q.tà media di acqua utilizzata (l/m^2) = 1
- intervallo di tempo tra due applicazioni di acqua (h) = 2

Si ottiene un'efficienza di abbattimento $C = 99,67\%$

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,19 g/h di PM10
- 0,02 g/h di PM2,5

5.7.2 R_2 Scaricamento rifiuti su piazzola

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-010-42 *Truck Unloading:*

Bottom Dump - Overburden per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50\% del PM10)}$$

Nel caso in esame mediamente si movimentano 13,9 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 6,95 g/h di PM10
- 3,47 g/h di PM2,5

5.7.3 R_3 Cumulo rifiuti

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	13,89205	0,3	
volume (m³/h) =	7,717803		
altezza del cumulo H (m) =	3		
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	10		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	30		
diametro base del cono D (m) =	3,1		
lunghezza del lato del cono (m) =	3,4		
superficie laterale del cono (m²) =	16,7		
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²) =	5,0		
rapporto H/D di base =	1,0		
EF _{PM10} (kg/m²) =	7,9E-06	il cumulo è ALTO	EF _{PM2,5} (kg/m²) = 1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,39	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,06

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,39 g/h di PM10
- 0,06 g/h di PM2,5

5.7.4 R_4 Caricamento tramoggia del mulino

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-31 *Truck unloading fragmented stone* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 8,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)}$$

Nel caso in esame mediamente si movimentano 13,9 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,11 g/h di PM10
- 0,06 g/h di PM2,5

5.7.5 R_5 Frantumazione (materiale bagnato)

Il materiale (bagnato) proveniente dalla tramoggia di carico entra nel mulino.

Per quanto riguarda la frantumazione primaria non è disponibile il fattore di emissione specifico per il PM10 (SCC 3-05-020-01 *Primary crushing*), ma considerando anche la limitata pezzatura del materiale si sceglie di utilizzare quello disponibile per la frantumazione secondaria.

Il fattore emissivo in questo caso è SCC 3-05-020-02 *Secondary crushing* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Per il PM2,5 è invece disponibile il fattore di emissione specifico, per cui il fattore emissivo in questo caso è SCC 3-05-020-01 *Primary crushing* e il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Nel caso in esame mediamente si movimentano 13,9 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 5,14 g/h di PM10
- 0,35 g/h di PM2,5

5.7.6 R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato)

Il materiale all'uscita del mulino viene bagnato tramite nebulizzatore e successivamente viene immesso sul nastro trasportatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)}$$

Nel caso in esame mediamente si movimentano 13,9 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,32 g/h di PM10
- 0,16 g/h di PM2,5

5.7.7 R_7 Vagliatura (materiale bagnato)

Il materiale (bagnato) all'uscita del mulino viene vagliato.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-02,03,04,15 *Screening* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

Nel caso in esame mediamente si movimentano 13,9 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 5,14 g/h di PM10
- 0,35 g/h di PM2,5

5.7.8 R_8 Nastro trasportatore 0-20 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 33% del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore, dove viene bagnato tramite nebulizzatore, e successivamente viene immesso sul nastro trasportatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (materiale bagnato)}$$

$$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)}$$

Nel caso in esame mediamente si movimentano 4,6 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,11 g/h di PM10
- 0,05 g/h di PM2,5

5.7.9 R_9 Cumulo 0-20 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	4,584375	0,05	
volume (m³/h) =	2,546875		
altezza del cumulo H (m) =	5		
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5		
diametro base del cono D (m) =	1,4		
lunghezza del lato del cono (m) =	5,0		
superficie laterale del cono (m²) =	11,1		
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²) =	0,6		
rapporto H/D di base =	3,6		
EF _{PM10} (kg/m²) =	7,9E-06	il cumulo è ALTO	EF _{PM2,5} (kg/m²) = 1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,00

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.7.10 R_10 Nastro trasportatore 20-40 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 33% del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore, dove viene bagnato tramite nebulizzatore, e successivamente viene immesso sul nastro trasportatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg (materiale non bagnato ma di grande pezzatura, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame mediamente si movimentano 4,6 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,11 g/h di PM10
- 0,05 g/h di PM2,5

5.7.11 R_11 Cumulo 20-40 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	4,584375	0,05	il cumulo è ALTO
volume (m³/h) =	2,546875		
altezza del cumulo H (m) =	5		
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5		
diametro base del cono D (m) =	1,4		
lunghezza del lato del cono (m) =	5,0		
superficie laterale del cono (m²) =	11,1		
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²) =	0,6		
rapporto H/D di base =	3,6		
EF _{IPM10} (kg/m²) =	7,9E-06	EF _{IPM2,5} (kg/m²) =	1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,00

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.7.12 R_12 Nastro trasportatore >40 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 33% del materiale viene inoltrato su questo nastro trasportatore, dove viene bagnato tramite nebulizzatore, e successivamente viene immesso sul nastro trasportatore.

Il fattore emissivo considerato per questo processo è SCC 3-05-020-06 *Conveyor transfer point* per cui il relativo fattore di emissione è:

$EF_{PM10}(kg/h) = 2,3 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg (materiale non bagnato ma di grande pezzatura, per cui si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento)

$EF_{PM2,5}(kg/h) = 1,15 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg (avendo considerato il PM2,5 pari al 50% del PM10)

Nel caso in esame mediamente si movimentano 4,6 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,11 g/h di PM10
- 0,05 g/h di PM2,5

5.7.13 R_13 Cumulo >40 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	4,584375	0,05	il cumulo è ALTO	EFiPM2,5(kg/m²) =	1,3E-06
volume (m³/h) =	2,546875				
altezza del cumulo H (m) =	5				
numero di movimentazioni orarie <i>movh</i> =	2				
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5				
diametro base del cono D (m) =	1,4				
lunghezza del lato del cono (m) =	5,0				
superficie laterale del cono (m²) =	11,1				
superficie del cumulo movimentata <i>a</i> (m²) =	0,6				
rapporto H/Ddi base =	3,6				
EFiPM10(kg/m²) =	7,9E-06				
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,01	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,00		

applicando le formule e tabella precedentemente viste, si ottengono le seguenti emissioni orarie causate dall'erosione del vento:

- 0,01 g/h di PM₁₀
- 0,00 g/h di PM_{2,5}

5.7.14 R_X Combustione dei motori dei mezzi

I fattori di emissione relativi alle emissioni gassose e di particolato (PM₁₀, PM_{2,5} e NO₂) generate dai mezzi impiegati per la movimentazione dei rifiuti inerti sono stati ricavati da CORINAIR (Part B, 1.A.3.b Road Transport GB2013 Update Sept2014). Per tutti i mezzi sono stati utilizzati i fattori di emissione relativi a *Category NFR 1.A.3.b.iii Heavy –duty vehicles including buses* scegliendo a scopo cautelativo i veicoli di tipo *Diesel >32 t*, (vedi tabella successiva) in particolare, sempre cautelativamente, le emissioni associate a quelli di categoria *HD Euro I*:

Categoria	PM ₁₀ (g/km)	PM _{2,5} (g/km)	NO _x (g/km)
→ Euro I – 91/542/EEC I	0,358	0,358	9,04
Euro II - 91/542/EEC II	0,194	0,194	9,36
Euro III – 2000	0,151	0,151	7,43
Euro IV – 2005	0,0268	0,0268	4,61
Euro V - 2008	0,0268	0,0268	2,63
Euro VI	0,0013	0,0013	0,507

Per l'attività RECUPERO DI INERTI per il calcolo delle emissioni dovute ai percorsi sterrati, era stato considerato

- lunghezza del percorso $L = 200 \text{ m}$
- numero di viaggi/ora $= 0,604$

per cui si ottiene il percorso orario:

$$P_h (m) = 0,604 \cdot 200 = 120,8$$

che per tener conto del viaggio di andata e ritorno è stato raddoppiato, considerando quindi nei calcoli un percorso orario effettivo pari a:

$$P_h' (m) = 2 \cdot P = 2 \cdot 120,8 = 241,6$$

In una giornata lavorativa di 8 ore il percorso sterrato giornaliero effettivo è pari a:

$$P_g (m) = 8 \cdot P_h' = 8 \cdot 241,6 = 1932,8$$

Per considerare le emissioni associate ai periodi in cui i mezzi fanno manovre da fermi P_g è stato cautelativamente aumentato a $3000 \text{ m} = 3,0 \text{ km}$

Si ricava che:

- “tragitto orario” $= 3,0 \text{ km} / 8 \text{ h} = 0,375 \text{ km/h}$

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- $0,13 \text{ g/h}$ di PM10
- $0,13 \text{ g/h}$ di PM2,5
- $3,39 \text{ g/h}$ di NOX

5.7.15 Riassunto dei risultati

Nella tabella seguente si riporta un riassunto delle emissioni associate a ciascun processo:

RECUPERO RIFIUTI INERTI					
Attività	Emissione oraria PM10		Emissione oraria PM2,5		Emissione oraria NOX (g/h)
	(g/h)	(%)	(g/h)	(%)	
R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (tratto con abbattimento polveri)	0,19	1,03	0,02	0,40	---
R_2 Scaricamento rifiuti su piazzola	6,95	37,10	3,47	72,94	---
R_3 Erosione cumulo rifiuti	0,39	2,11	0,06	1,32	---
R_4 Caricamento tramoggia del mulino	0,11	0,59	0,06	1,17	---
R_5 Frantumazione (materiale bagnato)	5,14	27,46	0,35	7,29	---
R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	0,32	1,71	0,16	3,36	---
R_7 Vagliatura (materiale bagnato)	5,14	27,46	0,35	7,29	---
R_8 Nastro trasportatore 0-20 mm (materiale bagnato)	0,11	0,56	0,05	1,11	---
R_9 Cumulo 0-20 mm	0,01	0,05	0,00	0,03	---
R_10 Nastro trasportatore 20-40 mm	0,11	0,56	0,05	1,11	---
R_11 Cumulo 20-40 mm	0,01	0,05	0,00	0,03	---
R_12 Nastro trasportatore >40 mm	0,11	0,56	0,05	1,11	---
R_13 Cumulo >40 mm	0,01	0,05	0,00	0,03	---
R_X Combustione dei motori dei mezzi	0,13	0,72	0,13	2,82	3,39
TOTALE	18,72	100,00	4,76	100,00	3,39

5.8 AREA EMISSIVA 1: EMISSIONI ORARIE TOTALI

Nella tabella seguente si riporta il totale delle emissioni orarie relative all'AREA EMISSIVA 1:

		Emissioni orarie (g/h)		
		NOX	PM10	PM2,5
ESTRAZIONE CALCARE		4,52	78,32	17,82
FRANTUMAZIONE		0,00	18,35	1,93
IMPIANTO CALCESTRUZZI		4,18	24,95	12,49
TOTALE		8,70	121,62	32,24

5.9 AREA EMISSIVA 2: EMISSIONI ORARIE TOTALI

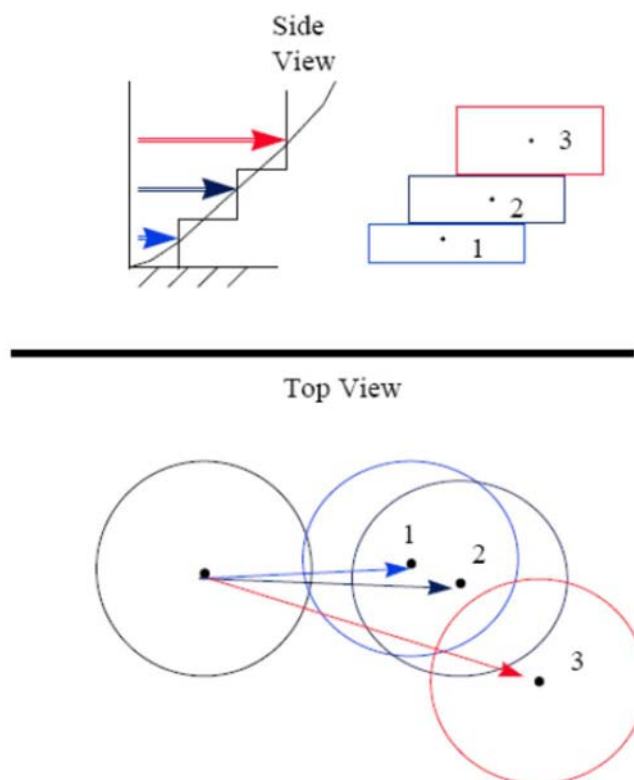
Nella tabella seguente si riporta il totale delle emissioni orarie relative all'AREA EMISSIVA 1:

		Emissioni orarie (g/h)		
		NOX	PM10	PM2,5
RECUPERO RIFIUTI INERTI		3,39	18,72	4,76
TOTALE		3,39	18,72	4,76

6 SIMULAZIONE DELLA RICADUTA DEGLI INQUINANTI

6.1 MODELLO CALPUFF

Il calcolo delle ricadute degli inquinanti viene effettuato utilizzando il software MMS CALPUFF di Maind s.r.l. Il modello di dispersione degli inquinanti CALPUFF è un modello lagrangiano, non stazionario a puff gaussiano, multistrato e multi-inquinante, consigliato dall'US-EPA (Agenzia Americana per la Protezione dell'Ambiente) come modello preferito per la stima dell'impatto di sorgenti emissive con condizioni meteorologiche complesse.



Si tratta di un modello tridimensionale la cui caratteristiche principali sono:

- possibilità di utilizzare un campo tridimensionale di vento e temperatura;
- trattazione modellistica delle condizioni di calma di vento;
- capacità di simulare condizioni di flussi non omogenei (orografia complessa, inversione termica, fumigazione, brezza, ...);

Quindi il modello scelto e utilizzato risponde alle esigenze dello studio oggetto della presente relazione, cioè la rappresentazione della diffusione di inquinanti complessi nell'ambito di un dominio di calcolo contraddistinto da.

- variazioni orografiche locali;
- meteorologia tridimensionale locale;
- dati meteorologici relativi ad un periodo di un anno.
- variazioni orografiche locali;

6.2 CALME DI VENTO

Il sistema CALPUFF è stato sviluppato secondo un approccio fluidodinamico Lagrangiano cioè separa il fenomeno del trasporto da quello della diffusione (si rimanda alla documentazione ufficiale del modello). I puff emessi da una sorgente (all'interno dei quali viene valutata la diffusione) vengono trasportati da un campo di vento valutato esternamente, quindi quando si è in presenza di calme di vento semplicemente i puff non vengono trasportati ma stazionano nella posizione in cui si trovano, ma al loro interno la diffusione continua a svilupparsi.

Il modello CALPUFF è stato proprio sviluppato per risolvere il problema delle calme di vento, quindi si può affermare che il metodo di trattamento delle calme di vento usato da CALPUFF è il modello stesso e che non si utilizza nessun “metodo speciale per le calme”.

Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo 2.14 della guida utente del modello CALPUFF, “*A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model, Version 5*”, January 2000.

Ulteriori informazioni sull'argomento sono riportate nell'ALLEGATO 2

6.3 DATI METEOROLOGICI

Trattandosi di dati meteorologici complessi sia per la loro tridimensionalità che per la necessità di avere dati orari relativi ad un intero anno, è stata chiesta la loro fornitura alla Società Maind s.r.l. che, partendo da dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO presenti sul territorio nazionale, ha effettuato una ricostruzione attraverso un'elaborazione “mass consistent”, effettuata con il modello meteorologico CALMET.

In particolare per tutta la Puglia il profilo verticale più significativo per la caratterizzazione della stratificazione verticale del campo meteo è quello rilevato nella stazione SYNOP-ICAO di Brindisi – Casale. Il modo in cui questi dati di profilo vengono assimilati nel campo tridimensionale è proprio rappresentato dalla metodologia di ricostruzione del campo meteo implementata in CALMET. Il modello richiede in input sia dati misurati di superficie orari che dati di profilo verticale misurati almeno ogni 12 ore per tutto l'intervallo di tempo simulato, con questi dati il modello produce per interpolazione 3D “mass consistent” un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene inizialmente modificato per tener conto degli effetti geomorfologici ed orografici; su questo campo meteo (STEP 1) vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale vengono recuperate le informazioni sitospecifiche delle misure meteo.

Per informazioni dettagliate si deve fare riferimento alla documentazione originale del modello stesso “*MMS2006_Volume2_CALMET_Preprocessors*”.

I dati ricevuti coprono da un punto di vista temporale un intero anno, dal 01/01/2015 al 31/12/2015 con risoluzione temporale pari a 1 ora.

Il dominio dei dati meteorologici ha una dimensione spaziale orizzontale pari a 20 km × 20 km, con risoluzione (dimensioni di ogni singola cella) pari a 2000 m x 2000 m, mentre nella direzione verticale la risoluzione verticale (vedi ALLEGATO 2 – FORNITURA DATI METEO) è la seguente (quota sul livello del suolo della base e del top di ogni strato): 0-20-50-100-200-500-1000-2000-4000 m. I dati 3D elaborati da CALMET fanno riferimento alle quote intermedie di ogni strato quindi la prima quota verticale sarà 10 m sul suolo (coincidente con la quota standard ICAO dell'anemometro), la seconda 50 m, la terza 100 m e così via.

Si riporta nell'ALLEGATO 3 il rapporto dei dati meteorologici che caratterizzano il sito produttivo.

6.4 DOMINIO DI CALCOLO E DOMINIO DI SALVATAGGIO DEI RISULTATI

Il dominio di calcolo coincide con quello dei dati meteorologici.

Per il salvataggio dei risultati è stato utilizzato il dominio con le seguenti caratteristiche:

- ampiezza di una cella nella direzione X: 100 m
- numero di celle nella direzione X: 61
- ampiezza di una cella nella direzione Y: 100 m
- numero di celle nella direzione Y: 61

Quindi il dominio di salvataggio ha le seguenti dimensioni totali:

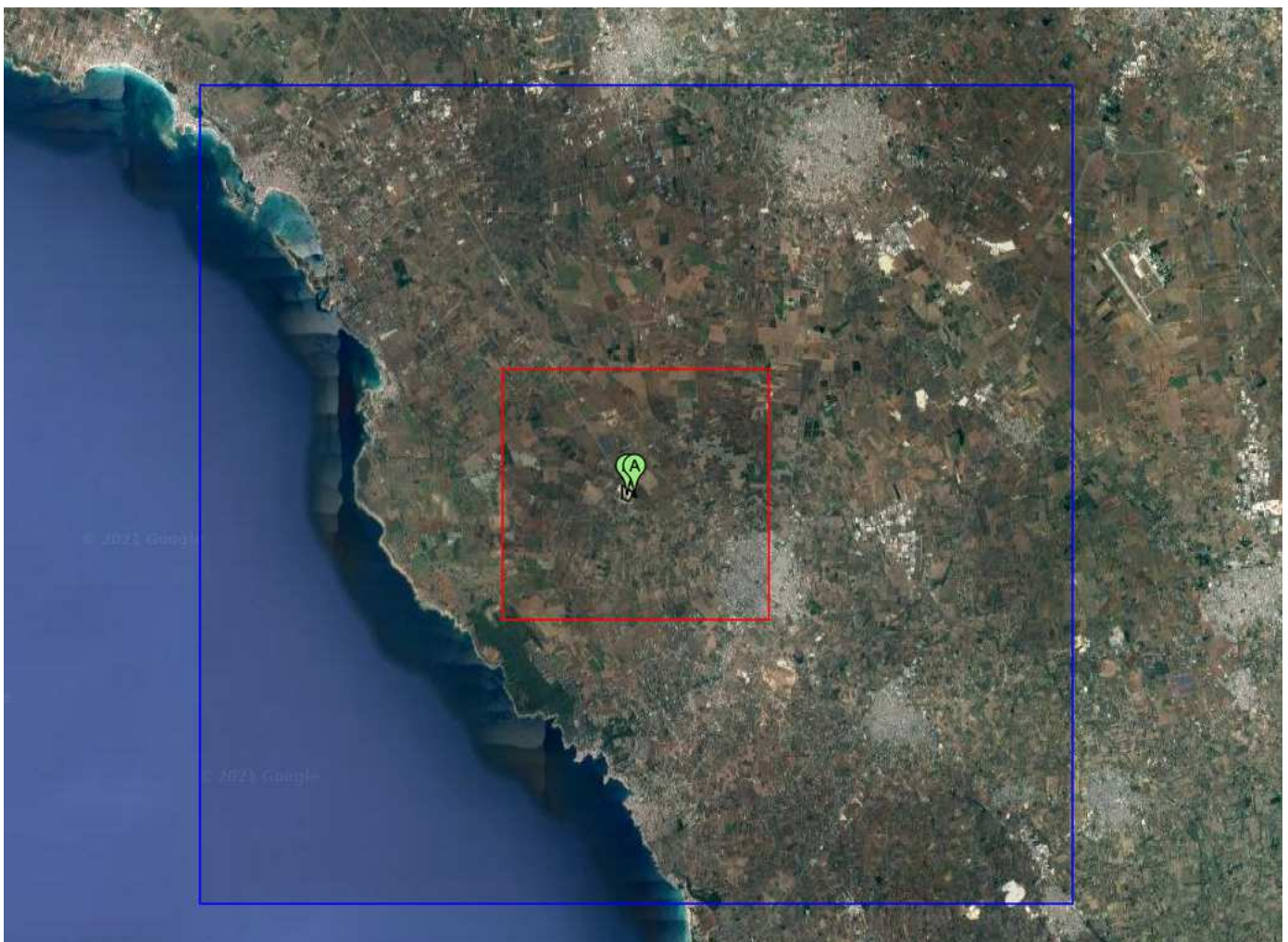
ΔX : 6,1 km

ΔY : 6,1 km

Punto di Origine a SW: 745076; 4443711 (WGS84 UTM 33N)

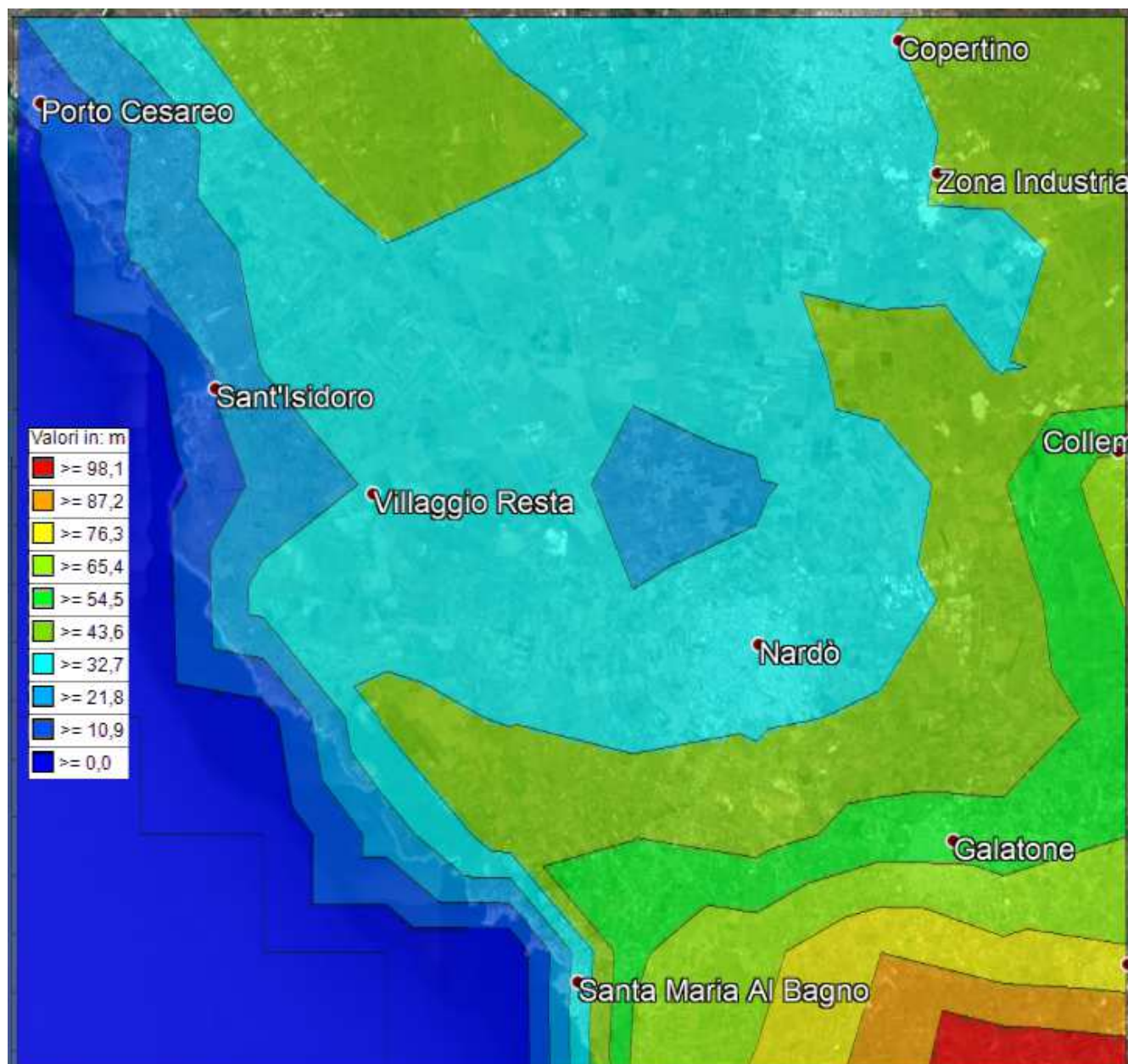
Nella figura seguente si riporta il dominio di calcolo, uguale al dominio dei dati meteo, (linea blu) e il dominio di salvataggio dei risultati (linea rossa). Sono inoltre visibili:

- A = sorgente areale



6.5 GEOMORFOLOGIA

La fornitura dei dati di cui al precedente paragrafo include anche le caratteristiche geomorfologiche 3D del dominio di calcolo riportate nella figura seguente.



6.6 INQUINANTI

Come accennato precedentemente sono state considerate le emissioni in atmosfera di PM10, PM 2,5 ed NO₂ causate dalle lavorazioni e dai mezzi utilizzati all'interno del sito produttivo.

Il software di simulazione utilizzato prevede le seguenti caratteristiche per ciascun inquinante:

Nome	Geom. Mass Mean Diameter (micron)	Geom. Standard Deviation	Liquid Scav. Coeff. (1/s)	Frozen Scav. Coeff. (1/s)
PM10	0,48	2	0,0001	3,00E-05
PM2.5	0,48	1,5	0,0001	3,00E-05

Nome	Diffusività (cm ² /s)	Alpha Start	Reattività	Meso Resist. (cm/s)	Henry's Law	Liquid Scav. Coeff. (1/s)	Frozen Scav. Coeff. (1/s)
NO2	0,1656	1	8	5	3,5	0	0,0001

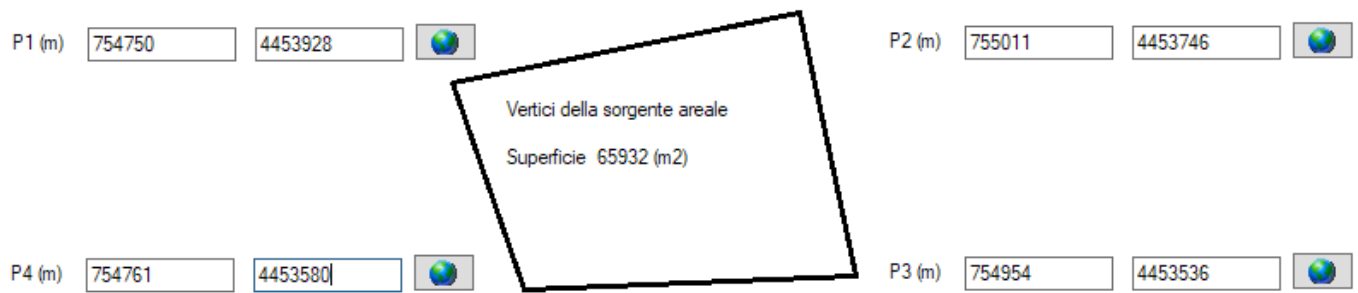
Nello studio non è stato attivato il calcolo della deposizione secca e umida delle polveri.

6.7 DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Si specifica che il software utilizzato permette di definire solo sorgenti areali costituite da quadrilateri. Nella simulazione sono state quindi definite sorgenti areali che rappresentano un “quadrilatero equivalente” all’area stimata come emissiva, che in realtà contenente contorni non facilmente riproducibili.

6.7.1 AREA EMISSIVA 1: Tipologia

Nel caso in esame caratterizzato da emissioni che avvengono su una superficie, per l’Area Emissiva 1 è stata scelta una sorgente di tipo **areale** i cui vertici sono i seguenti nel sistema di riferimento WGS84 UTM 33N:



la cui superficie emissiva considerata è pari a circa 66000 mq.

6.7.2 AREA EMISSIVA 1: Quantità

Come precedentemente calcolato si prevedono le seguenti emissioni orarie (considerando $\text{NO}_2 = \text{NOX}$):

	Emissioni orarie (g/h)		
	NOX	PM10	PM2,5
ESTRAZIONE CALCARE	4,52	78,32	17,82
FRANTUMAZIONE	0,00	18,35	1,93
IMPIANTO CALCESTRUZZI	4,18	24,95	12,49
TOTALE	8,70	121,62	32,24

Considerando che la sorgente areale ha una superficie pari a circa 66000 mq, da un punto di vista quantitativo la sorgente areale è stata così definita:

Emissioni della sorgente areale (g/mq/s)		
NO ₂	PM10	PM2,5
3,662E-08	5,119E-07	1,357E-07

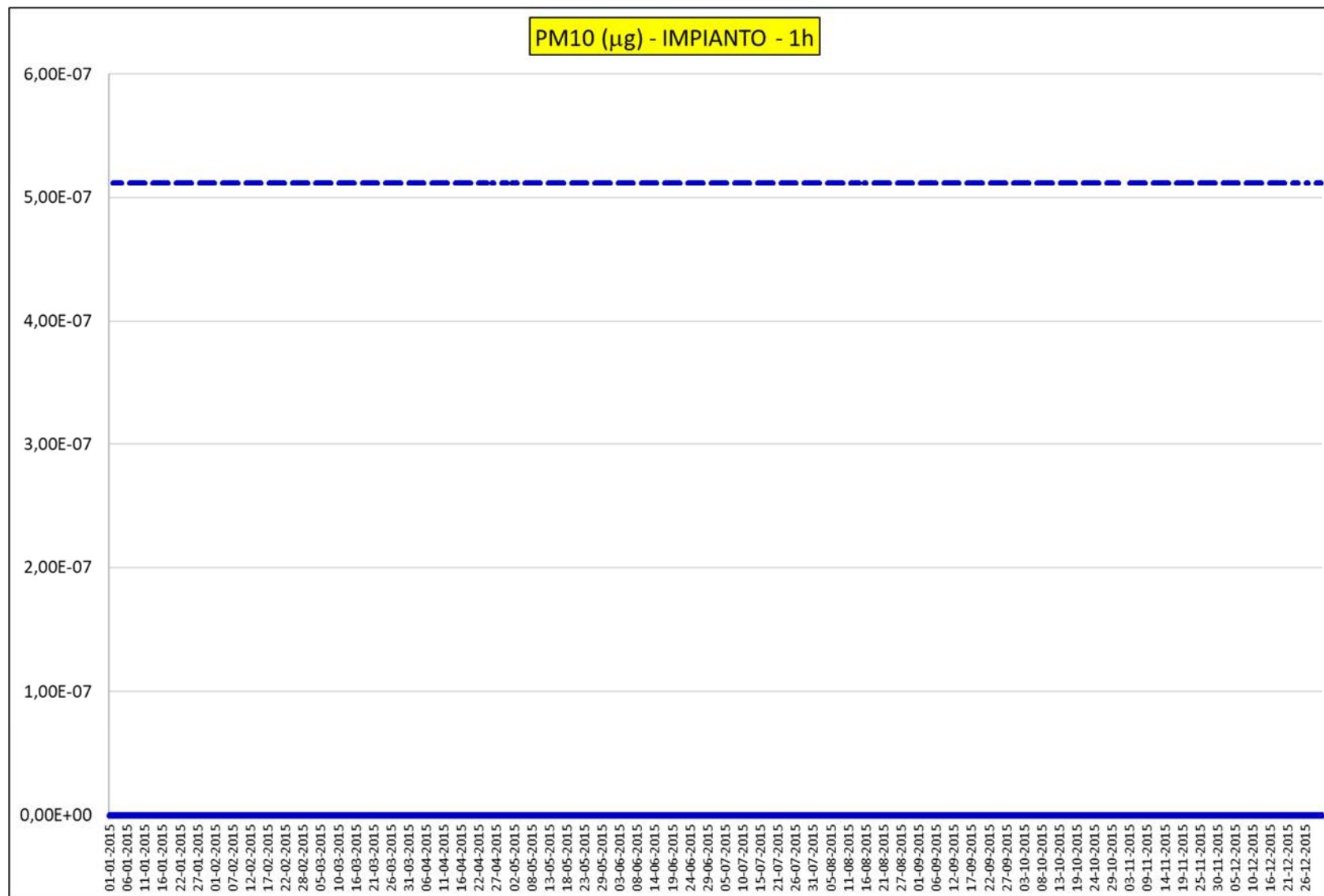
6.7.3 AREA EMISSIVA 1: Altre caratteristiche

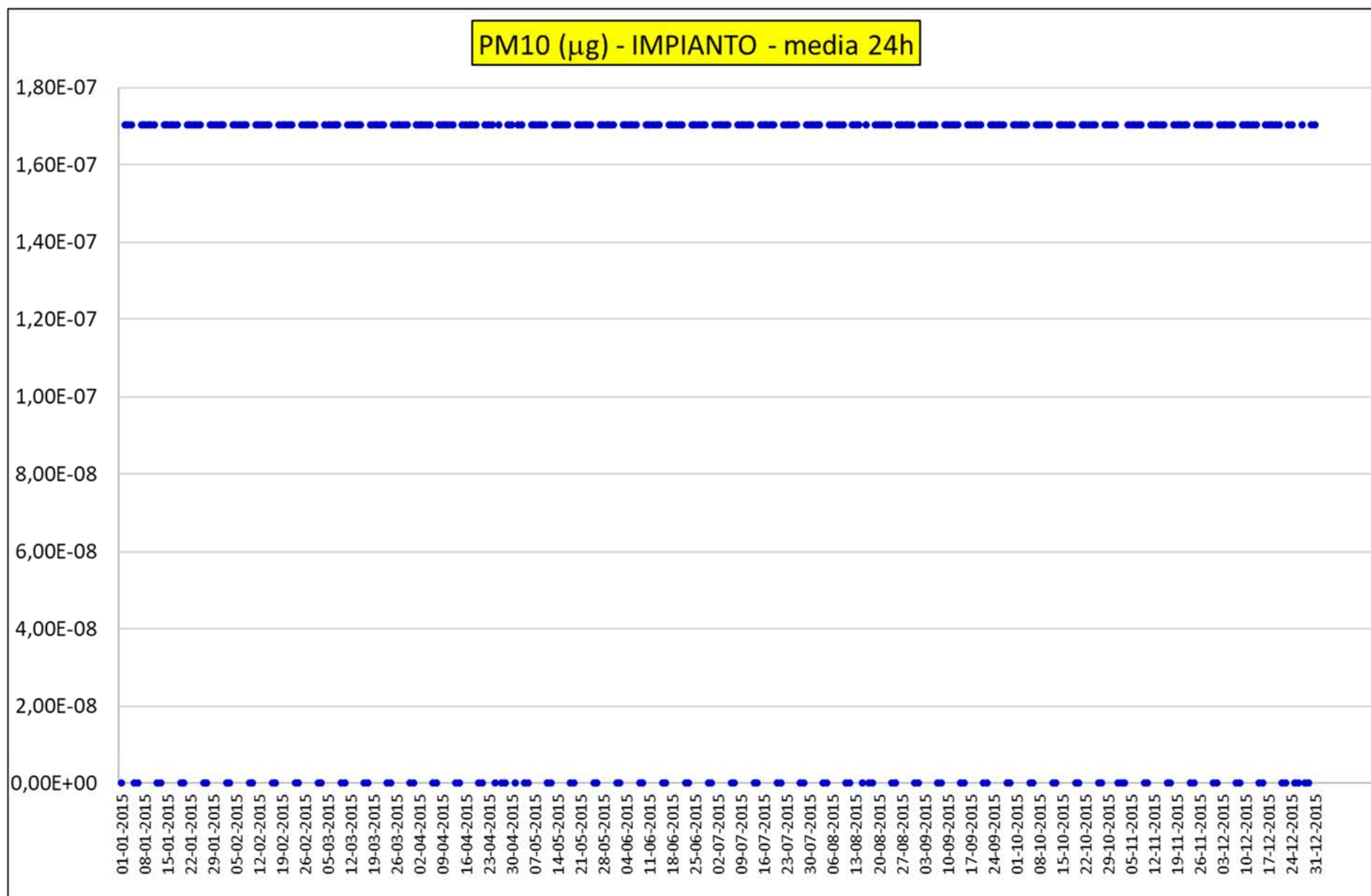
Altre caratteristiche della sorgente areale sono le seguenti:

- altezza sul livello del suolo: 0 m
- quota orografica s.l.m. (m): 36 (impostata automaticamente in funzione dell'orografia 3D del modello CALMET)
- sorgente attiva 8 ore al giorno: dalle ore 7,00 alle ore 15,00;
- sorgente attiva dal lunedì al venerdì;
- sorgente attiva 12 mesi all'anno (ipotesi cautelativa);

6.7.4 AREA EMISSIVA 1: PM10 (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)

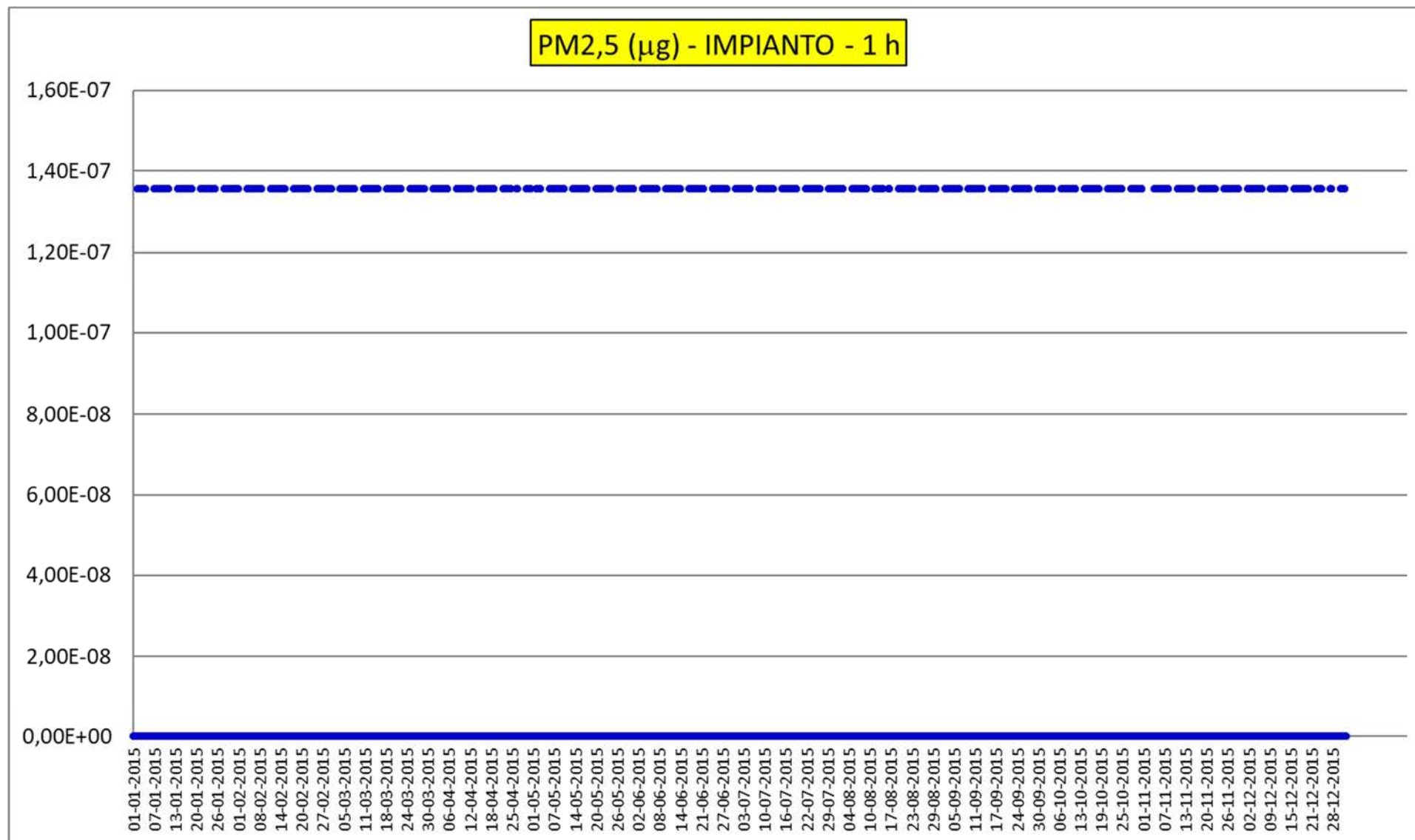
Nelle figure seguenti si riportano i grafici della distribuzione oraria e della media di 24h delle emissioni di PM10 dovute all'impianto.





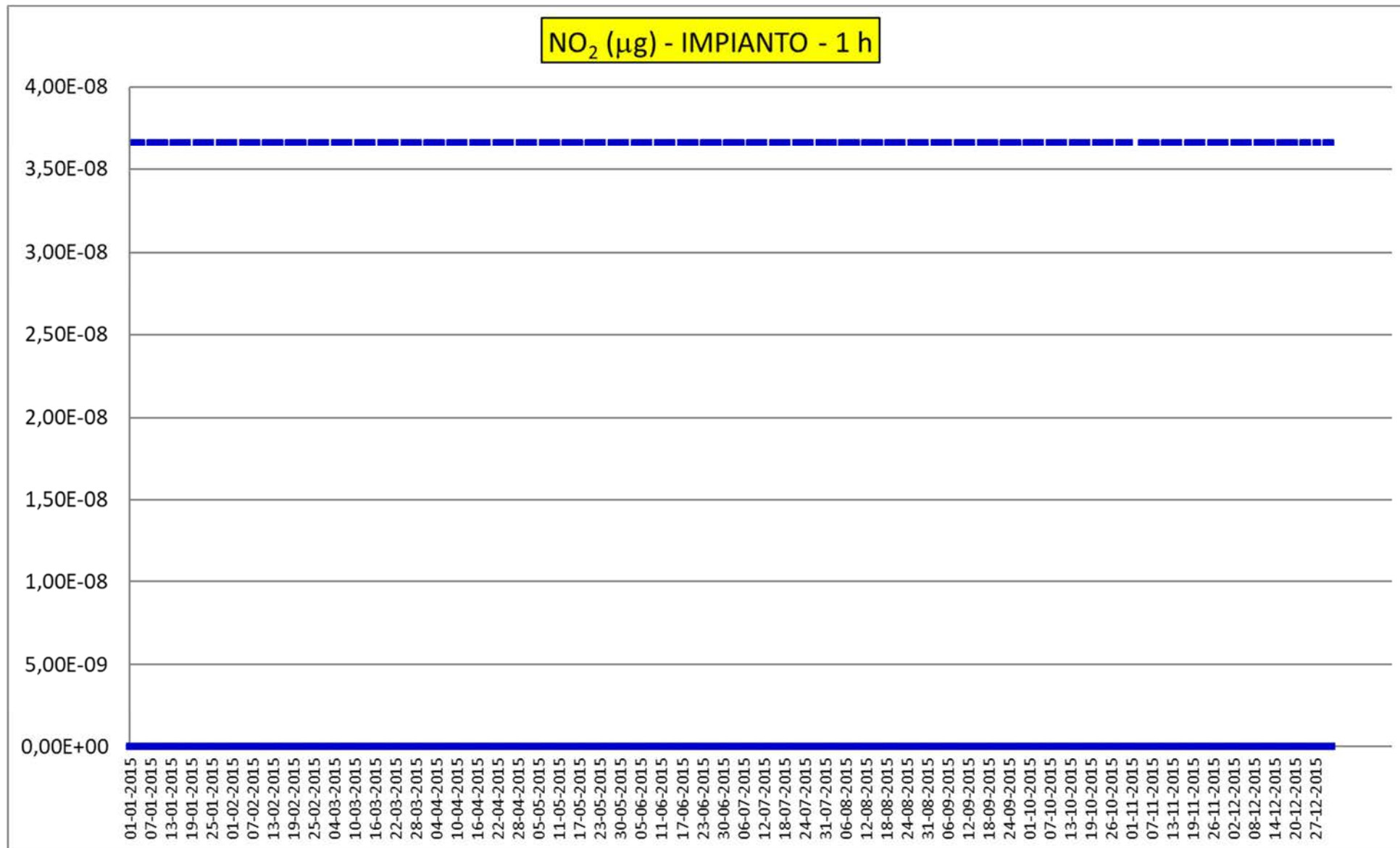
6.7.5 AREA EMISSIVA 1: PM2,5 (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)

Nella figura seguente si riporta il grafico delle emissioni di PM2,5 dovute all'impianto.



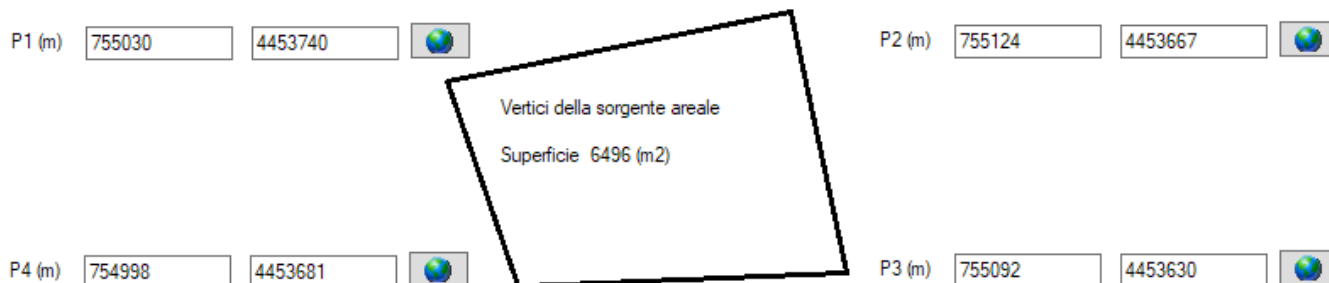
6.7.6 AREA EMISSIVA 1: NO₂ (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)

Nella figura seguente si riporta il grafico delle emissioni di NO₂ dovute all'impianto.



6.7.7 AREA EMISSIVA 2: Tipologia

Nel caso in esame caratterizzato da emissioni che avvengono su una superficie, per l'Area Emissiva 2 è stata scelta una sorgente di tipo **areale** i cui vertici sono i seguenti nel sistema di riferimento WGS84 UTM 33N:



la cui superficie emissiva considerata è pari a circa 6500 mq.

6.7.8 AREA EMISSIVA 2: Quantità

Come precedentemente calcolato si prevedono le seguenti emissioni orarie (considerando $\text{NO}_2 = \text{NOX}$):

	Emissioni orarie (g/h)		
	NOX	PM10	PM2,5
RECUPERO RIFIUTI INERTI	3,39	18,72	4,76
TOTALE	3,39	18,72	4,76

Considerando che la sorgente areale ha una superficie pari a circa 6500 mq, da un punto di vista quantitativo la sorgente areale è stata così definita:

Emissioni della sorgente areale (g/mq/s)		
NO ₂	PM10	PM2,5
1,449E-07	8,000E-07	2,035E-07

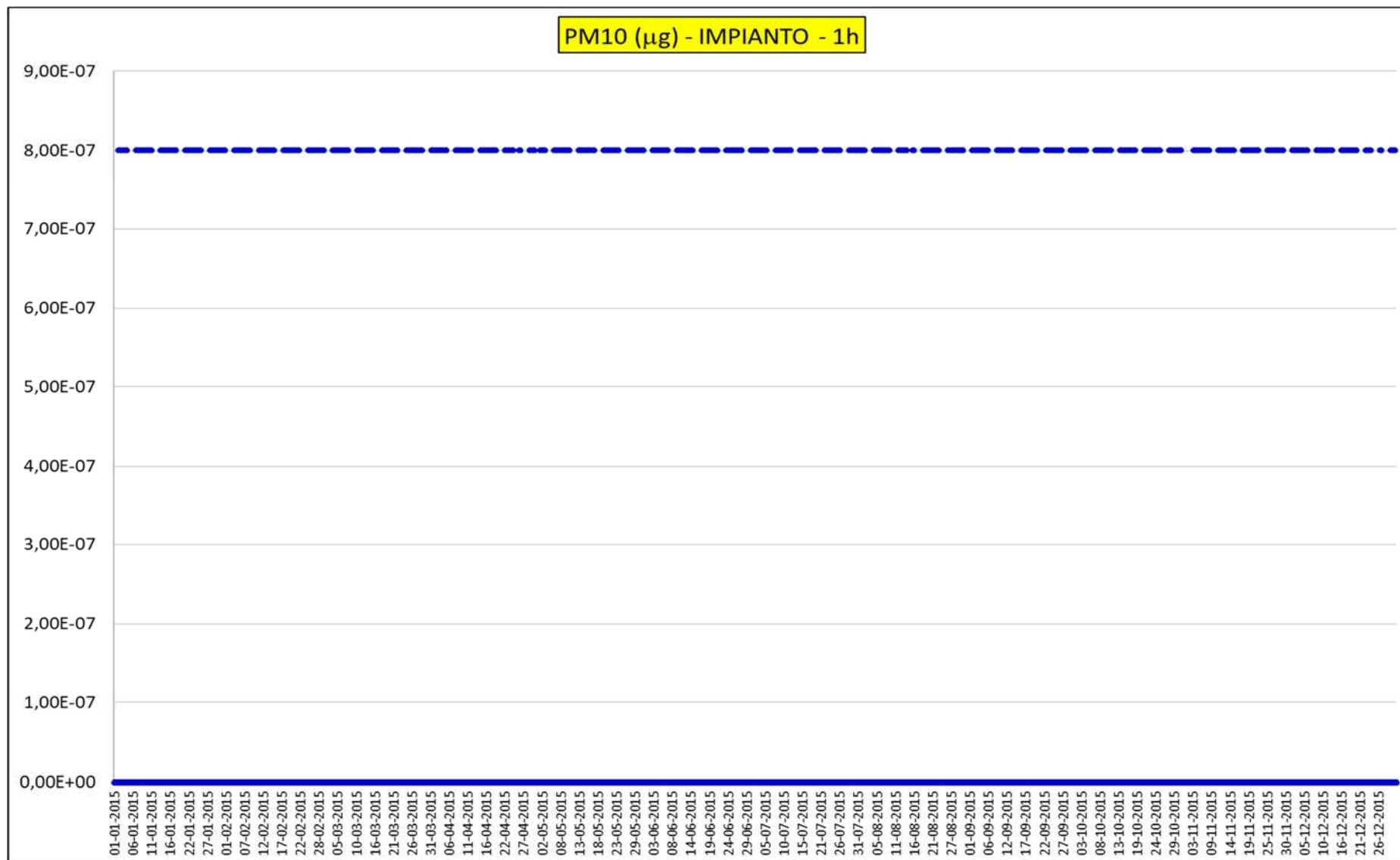
6.7.9 AREA EMISSIVA 2: Altre caratteristiche

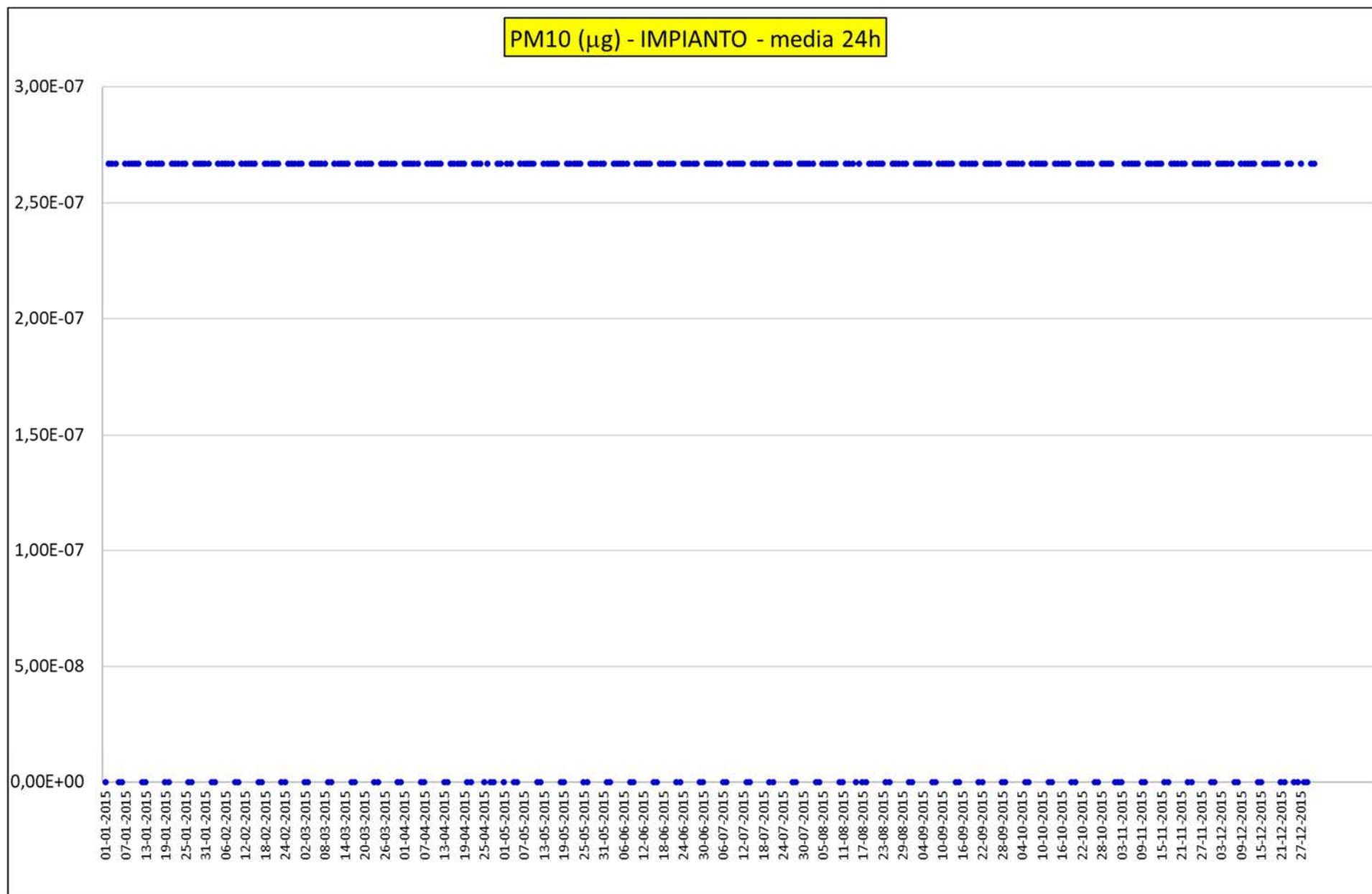
Altre caratteristiche della sorgente areale sono le seguenti:

- altezza sul livello del suolo: 0 m
- quota orografica s.l.m. (m): 35 (impostata automaticamente in funzione dell'orografia 3D del modello CALMET)
- sorgente attiva 8 ore al giorno: dalle ore 7,00 alle ore 15,00;
- sorgente attiva dal lunedì al venerdì;
- sorgente attiva 12 mesi all'anno (ipotesi cautelativa);

6.7.10 AREA EMISSIVA 2: PM10 (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)

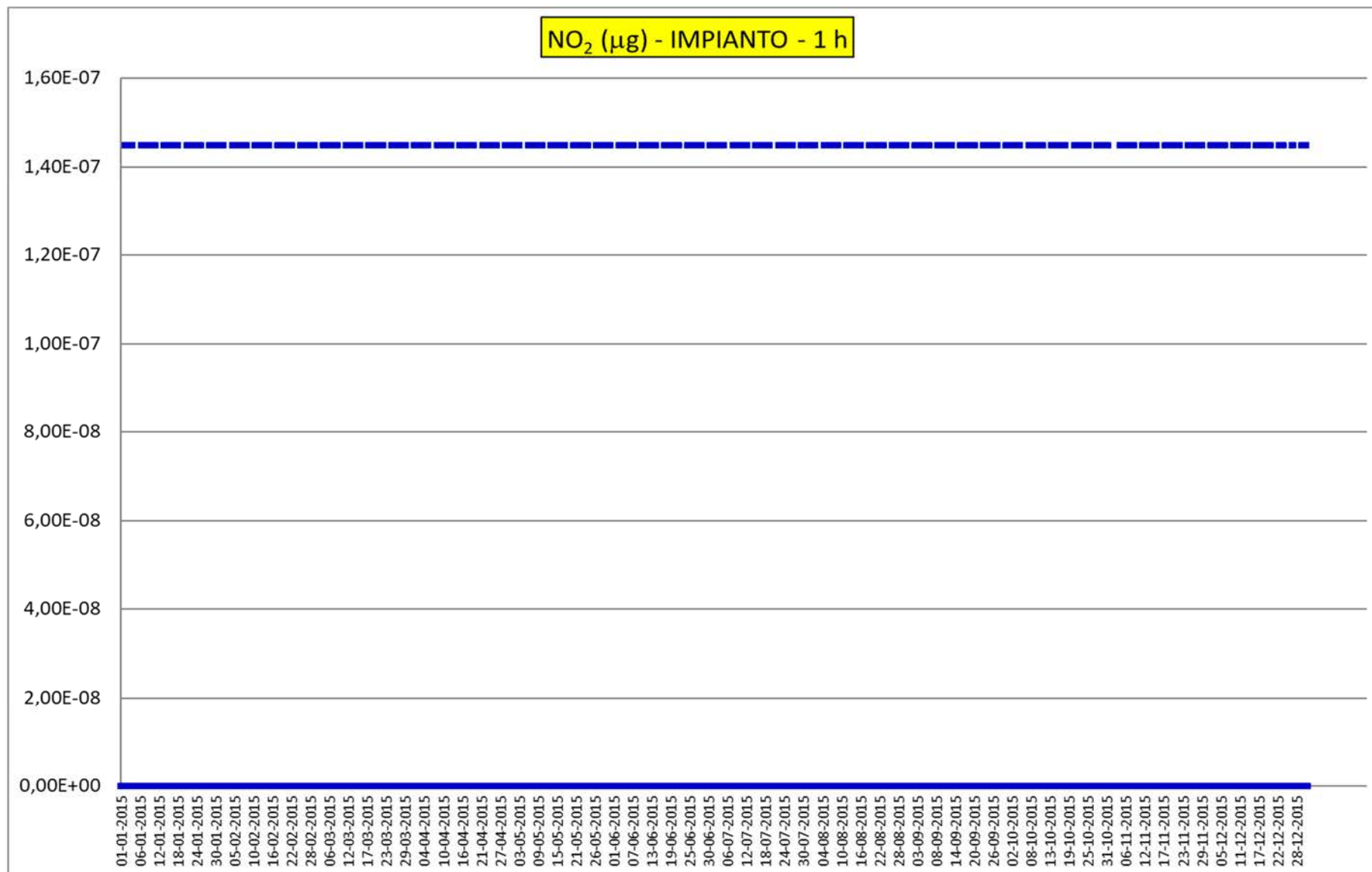
Nelle figure seguenti si riportano i grafici della distribuzione oraria e della media di 24h delle emissioni di PM10 dovute all'impianto.





6.7.12 AREA EMISSIVA 2: NO₂ (SOLO EMISSIONI SITO PRODUTTIVO)

Nella figura seguente si riporta il grafico delle emissioni di NO₂ dovute all'impianto.



6.8 RECETTORI DISCRETI

Non sono stati selezionati recettori discreti.

7 LIMITI DI LEGGE

La normativa vigente in materia di qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 che attualmente, per gli inquinanti discussi nel presente documento, prevede i seguenti valori limite.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite
PM10	24 ore	50 µg/mc valore limite da non superare più di 35 volte per anno civile.
	Anno civile	40 µg/mc
PM2,5	Anno civile	25 µg/mc
NO ₂	1 ora	200 µg/mc valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile.
	Anno civile	40 µg/mc

8 CONCENTRAZIONI DI FONDO

Per valutare la conformità del sito produttivo agli standard di qualità dell'aria previsti dal D.Lgs. 155/2010, per ogni inquinante sono state considerate le concentrazioni di fondo (cioè non influenzate da sorgenti industriali o da traffico), già presenti nell'area di interesse che sono state inglobate nei risultati della simulazione per effettuata con CALPUFF. Tali risultati sono stati poi confrontati con i valori limite del D.Lgs. 155/2010.

Dato che nei pressi del sito di interesse non sono presenti centraline di rilevamento sono stati assunti, come concentrazioni di fondo, dei valori opportunamente scelti.

In particolare dal sito di ARPA Puglia, dalla pagina web "Qualità dell'Aria" (http://www.arpa.puglia.it/web/guest/qualita_aria) è stato effettuato il download del file *Dati QA 2015.rar* contenente i dati orari storici della rete di monitoraggio di ARPA Puglia di tutto l'anno 2015. Da questo file è stato estratto il file *LE Dati QA 2015.xlsx* contenente i dati relativi alla Provincia di Lecce.

Considerando le centraline di monitoraggio di ARPA Puglia presenti intorno al sito di interesse, al fine di selezionare i dati da utilizzare come concentrazioni di fondo sono stati considerati seguenti aspetti:

- vicinanza della centralina al sito produttivo;
- rappresentatività dell'ambiente circostante la centralina rispetto quello in cui è posizionato il sito produttivo;
- disponibilità di dati di ciascun inquinante per la centralina selezionata.

Sulla base di quanto appena detto per il PM10, PM2,5 ed NO₂, è stata selezionata la stazione "Lecce S.M. Cerrate".

L'analisi dei risultati è stata effettuata considerando tutta la serie temporale rilevata dalla centralina selezionata per ciascun inquinante durante l'intero anno.

Si osserva che laddove non fosse presente un valore della rilevazione oraria, esso è stato assunto uguale alla media annuale della serie temporale.

Si sottolinea che con il software MMS RunAnalyzer è stata calcolata, nel dominio sia spaziale che temporale, la somma dei valori (orari) di fondo e delle emissioni (orarie) generate dall'attività produttiva in esame, determinando successivamente gli indicatori statistici previsti dal D.Lgs. 155/2015 per verificare il rispetto dei relativi limiti di legge.

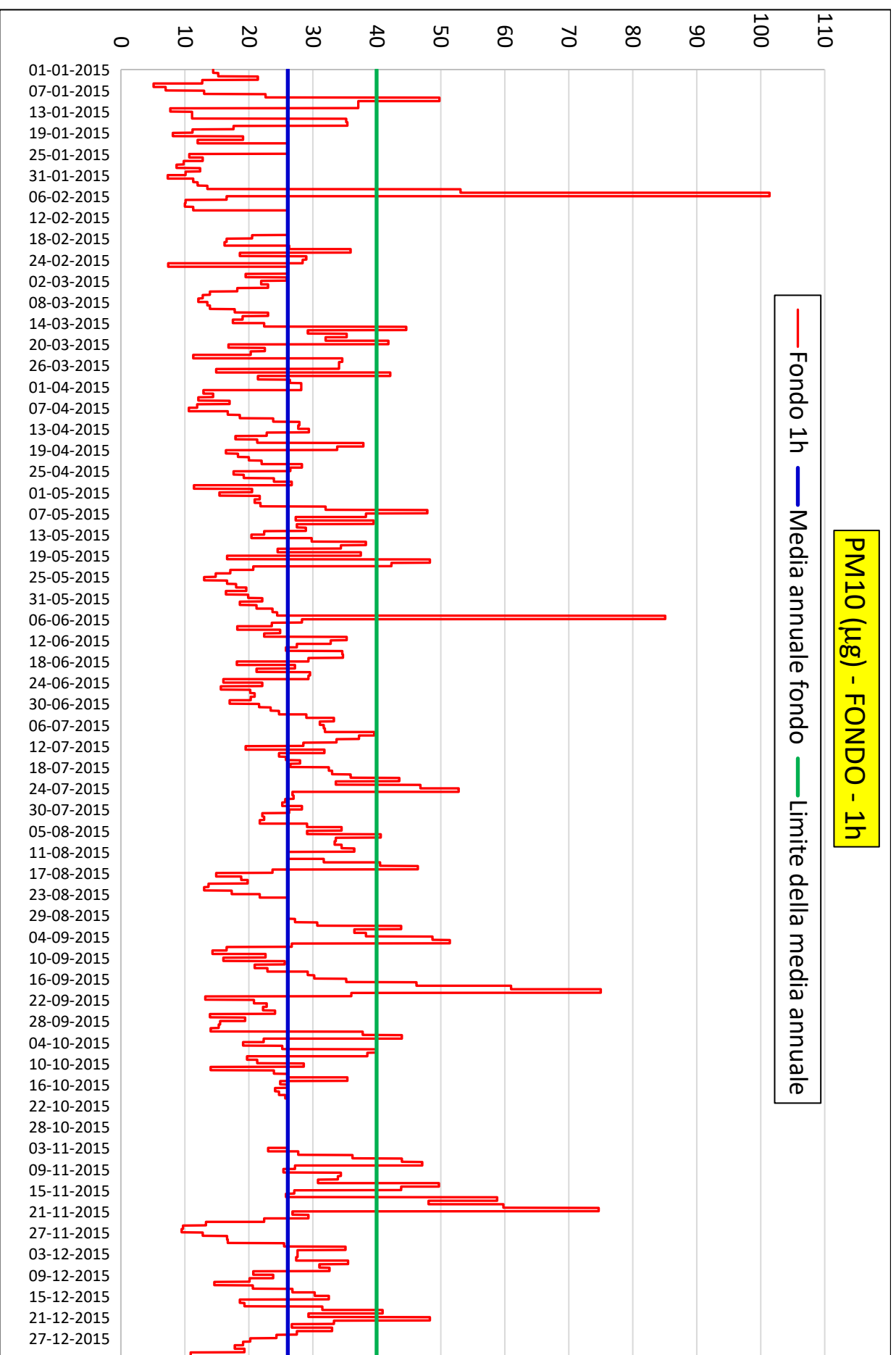
Nei paragrafi successivi si riportano le serie orarie annuali utilizzate come valore di fondo per ciascun inquinante.

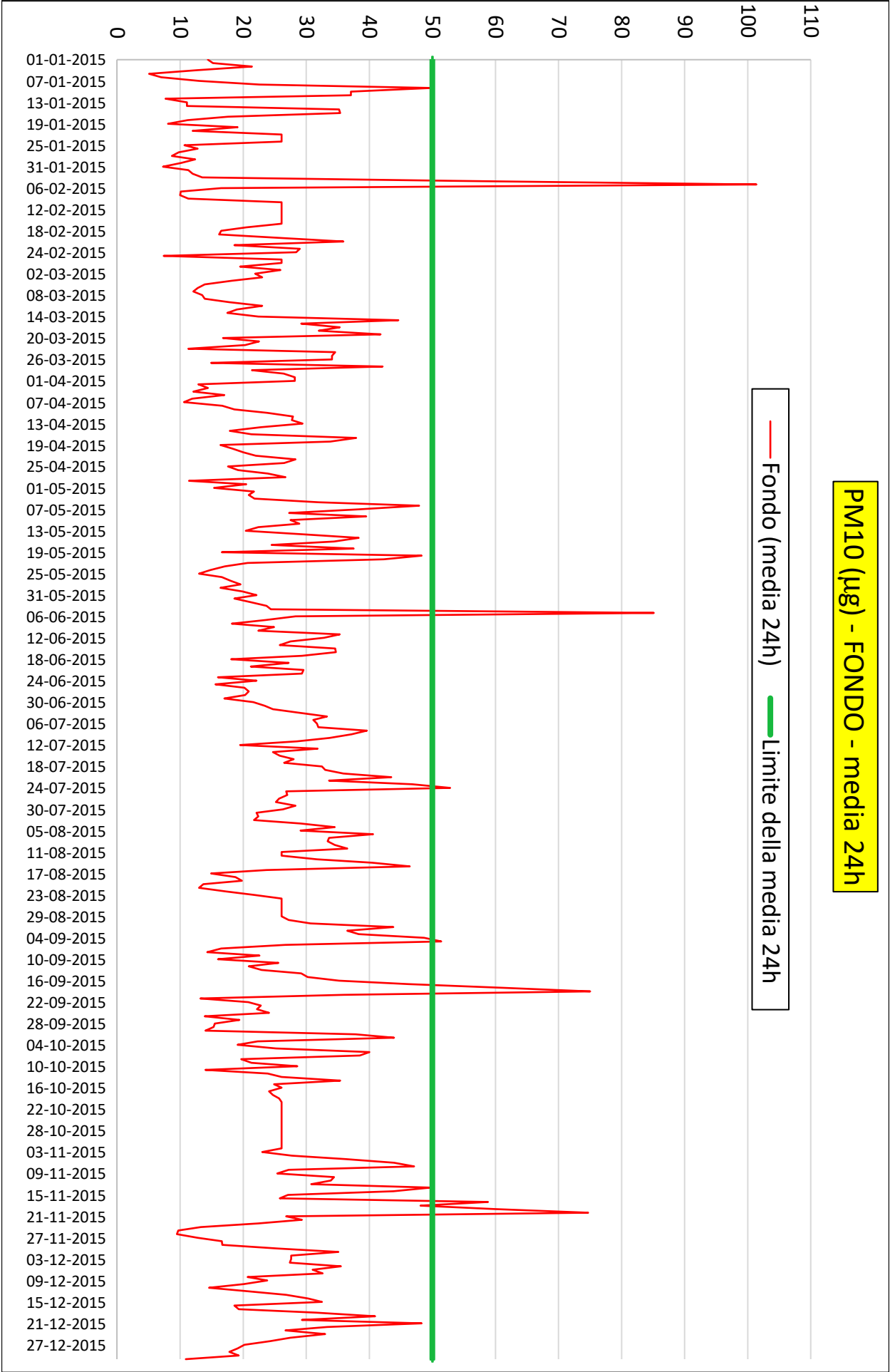
8.1 PM10 (SOLO FONDO)

Per il PM10 è stata assunta come stazione di fondo la stazione “Lecce S.M. Cerrate” la cui distribuzione oraria (anno 2015), è caratterizzata da:

- media annua = 26,1 $\mu\text{g}/\text{mc}$ (tale valore, come accennato precedentemente, è stato utilizzato per completare la serie laddove non ci fosse un valore rilevato nel file di ARPA Puglia);
- massimo della media 24 ore = 101,4 $\mu\text{g}/\text{mc}$;
- n. di superamenti del limite (50 $\mu\text{g}/\text{mc}$) della media 24 ore = 10

Nelle figure seguenti si riportano i grafici della distribuzione oraria del fondo di PM10, della sua media annuale e del suo limite pari a 40 $\mu\text{g}/\text{mc}$, della sua media in 24h e del suo limite pari a 50 $\mu\text{g}/\text{mc}$.

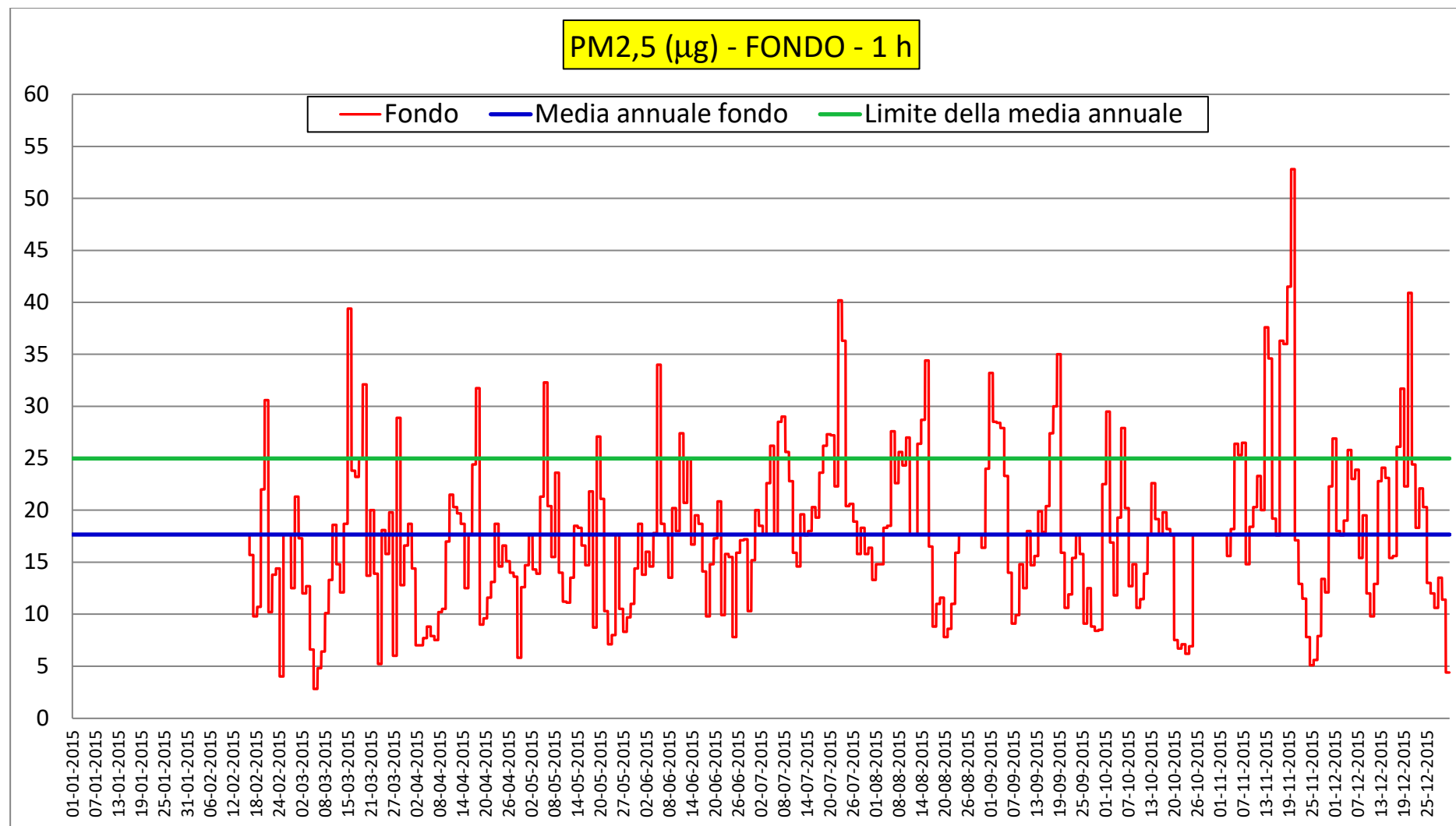




8.2 PM_{2,5} (SOLO FONDO)

Per il PM_{2,5} è stata assunta come stazione di fondo la stazione “Lecce S.M. Cerrate”, la cui media annua 2015 è pari a 17,7 µg/mc: tale valore, come accennato precedentemente, è stato utilizzato per completare la serie laddove non ci fosse un valore rilevato nel file di ARPA Puglia.

Nella figura seguente si riporta il grafico della distribuzione oraria del fondo di PM_{2,5}, della sua media annuale e del suo limite pari a 25 µg/mc.



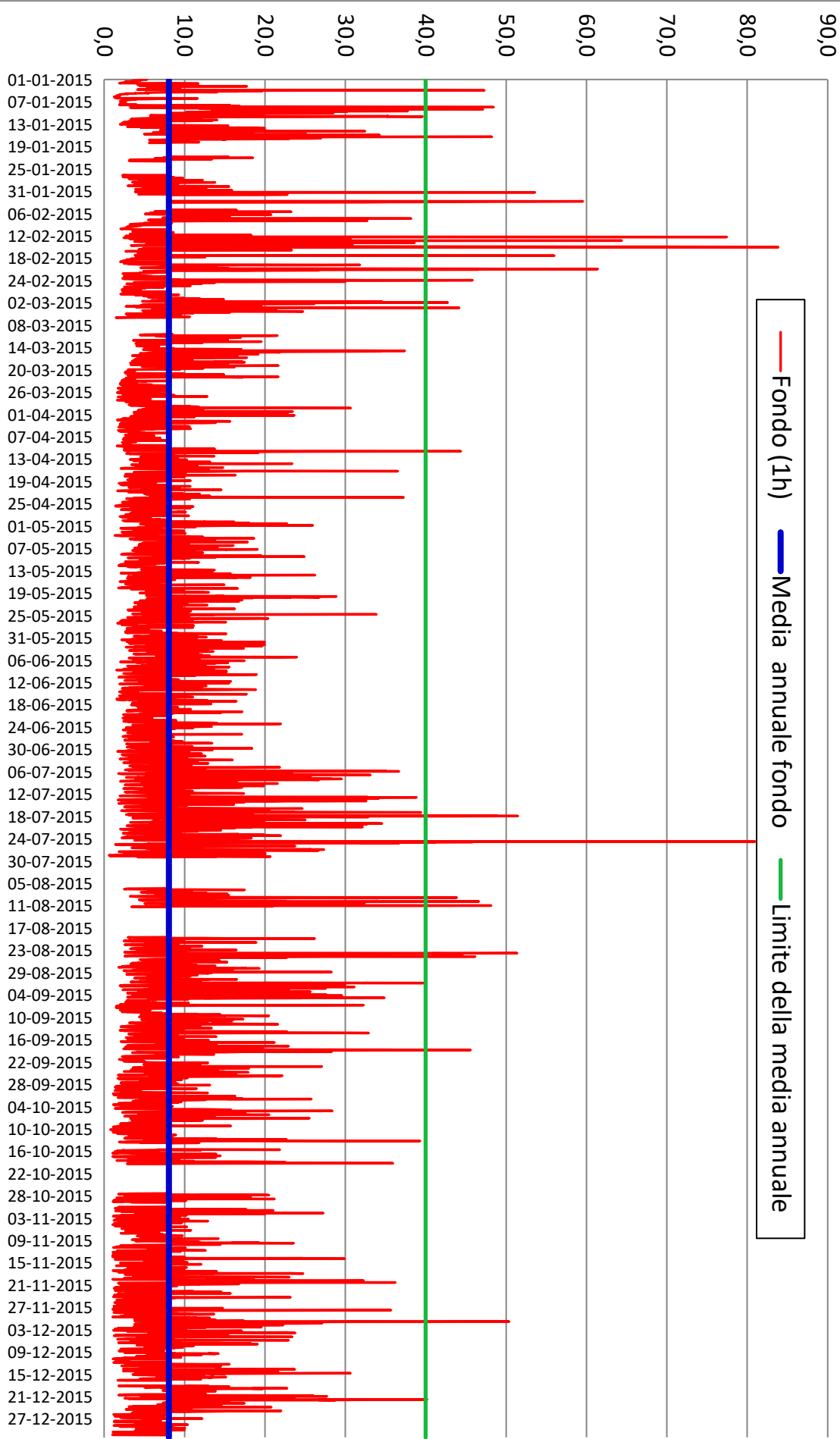
8.3 NO₂ (SOLO FONDO)

Per il NO₂ è stata assunta come stazione di fondo la stazione “Lecce S.M. Cerrate” la cui distribuzione oraria (anno 2015), è caratterizzata da:

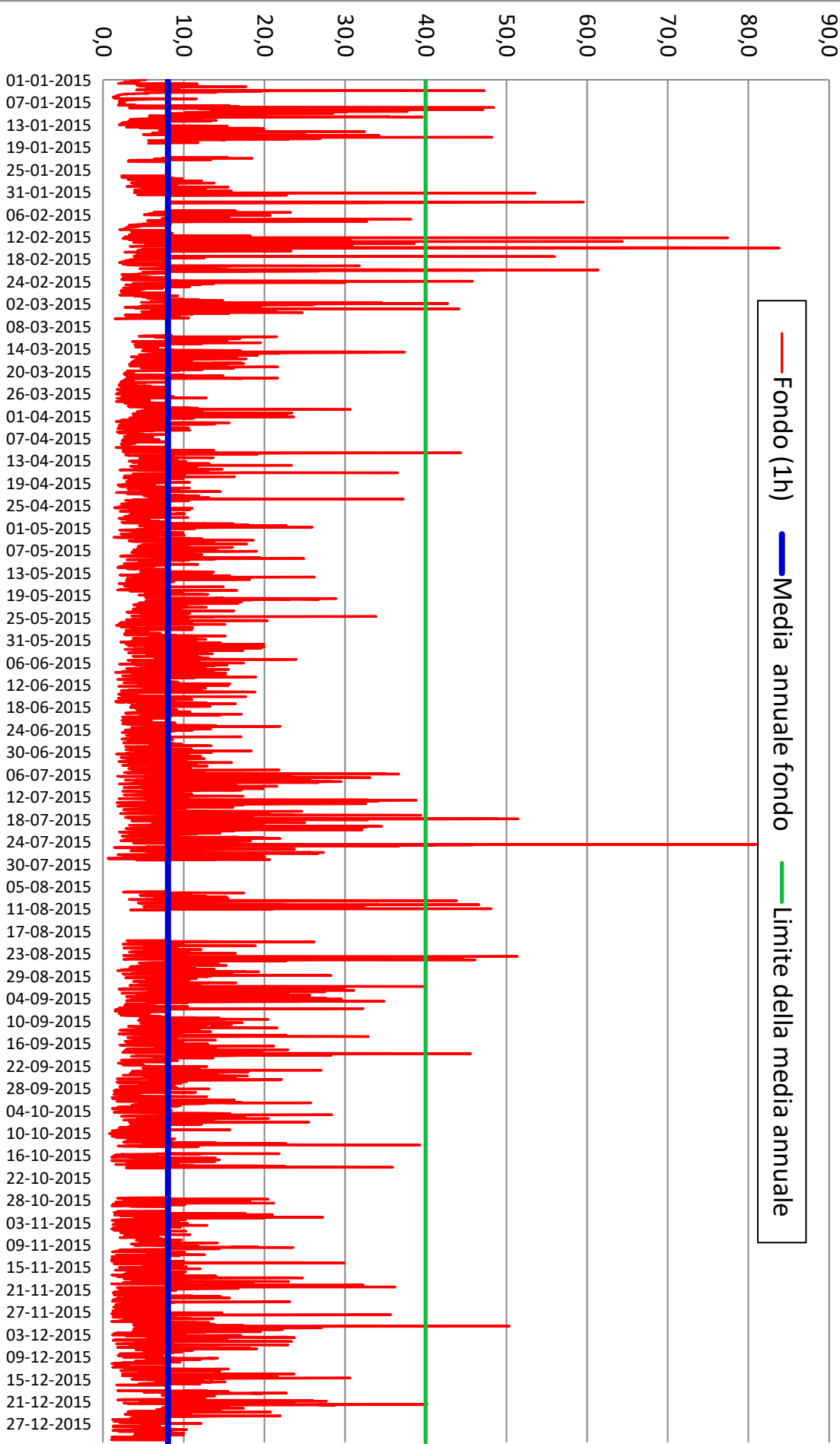
- media annua = 8,0 µg/mc (tale valore, come accennato precedentemente, è stato utilizzato per completare la serie laddove non ci fosse un valore rilevato nel file di ARPA Puglia);
- massimo 1 ora = 83,9 µg/mc;
- n. di superamenti del limite (200 µg/mc) in 1 ora = 0

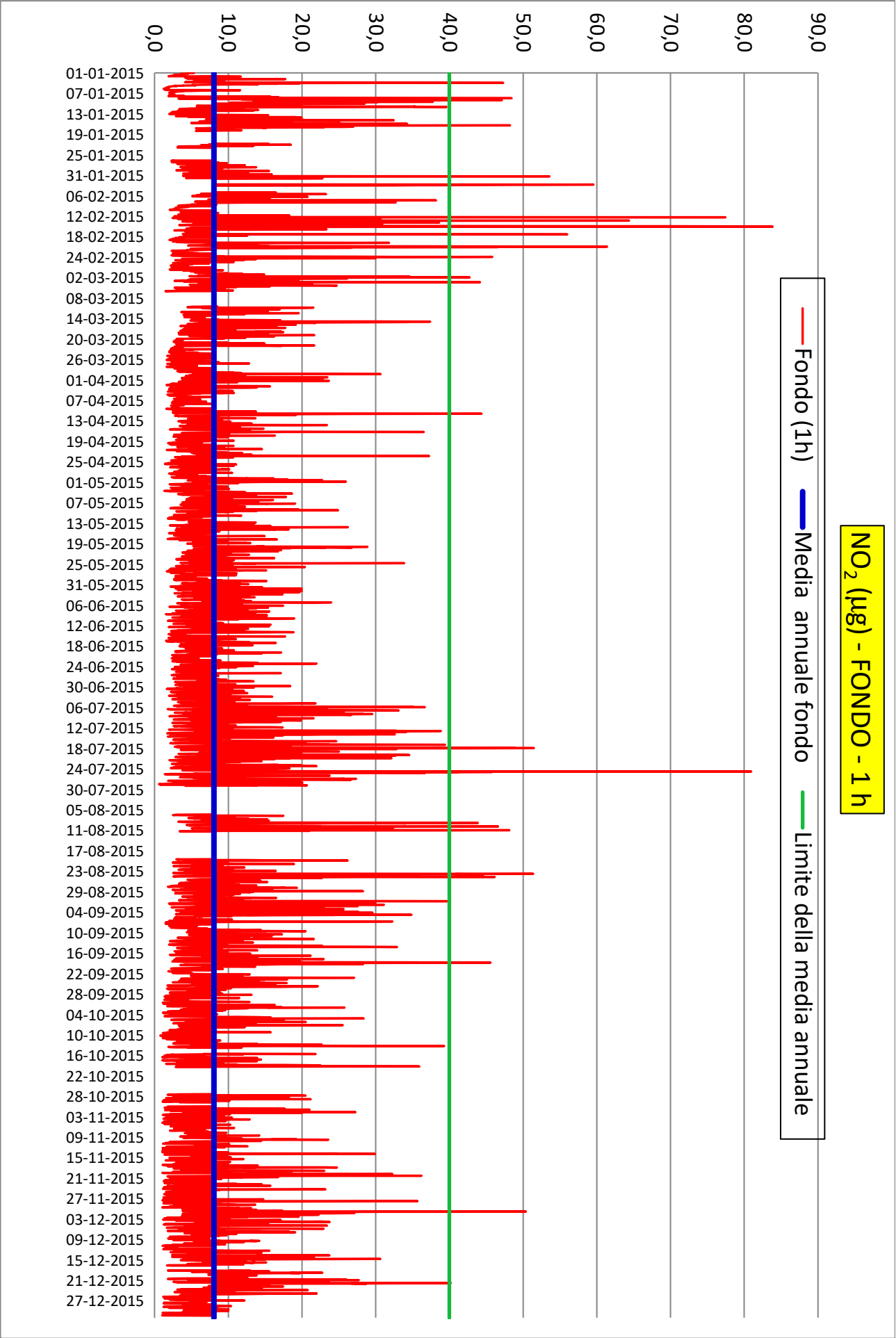
Nelle figure seguenti si riporta il grafico della distribuzione oraria del fondo di NO₂, della sua media annuale e del suo limite pari a 40 µg/mc e del limite 1h pari a 200 µg/mc.

NO₂ (µg) - FONDO - 1 h



NO₂ (µg) - FONDO - 1 h





9 RISULTATI

Alla luce delle ipotesi analizzate in precedenza è stata effettuata la simulazione con il software MMS CALPUFF e successivamente i risultati sono stati post-processati con il software MMS RunAnalyzer al fine di effettuare le verifiche di legge con la generazione delle relative mappe.

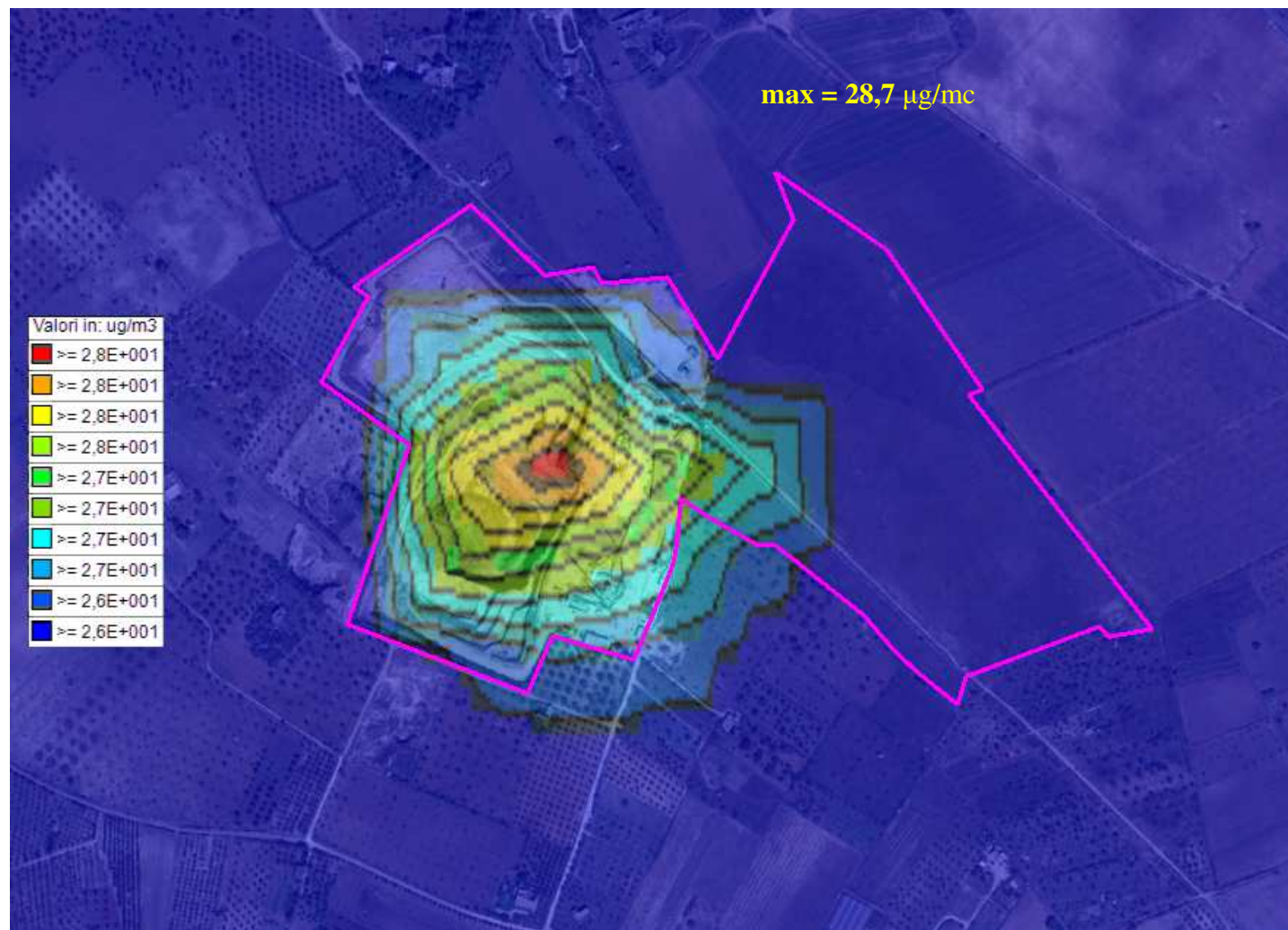
Nei prossimi paragrafi si riportano le mappe di tutti gli indicatori statistici previsti dal D.Lgs. 155/2015 sia “SENZA” che “CON” il contributo di fondo.

9.1 PM10

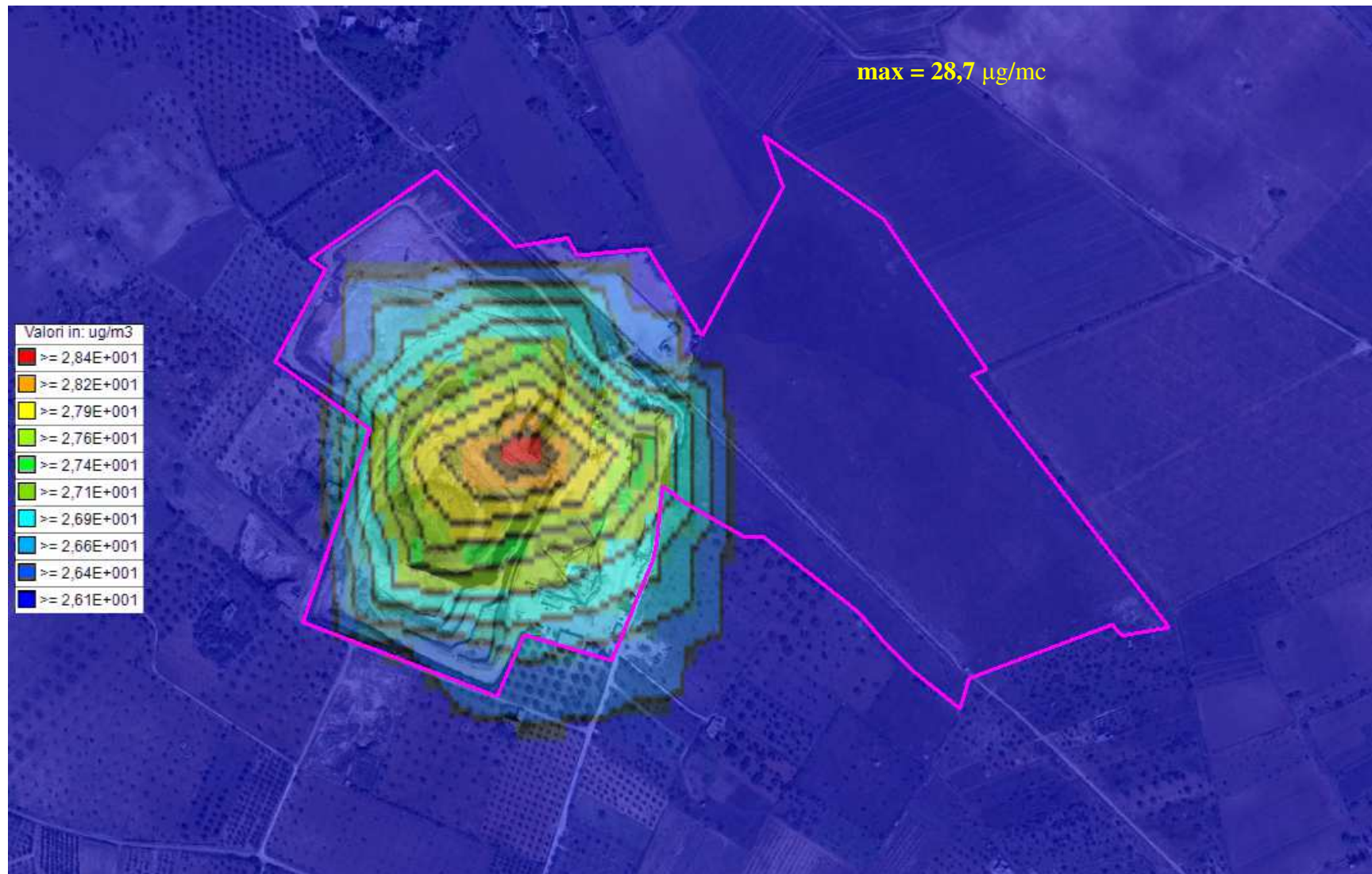
9.1.1 PM10 - Concentrazione media annua CON fondo

Si riporta la mappa dei valori medi di 1 anno CON fondo, il limite di legge è pari a $40 \mu\text{g}/\text{mc}$.

— Confine di proprietà



AREA 1 + AREA 2

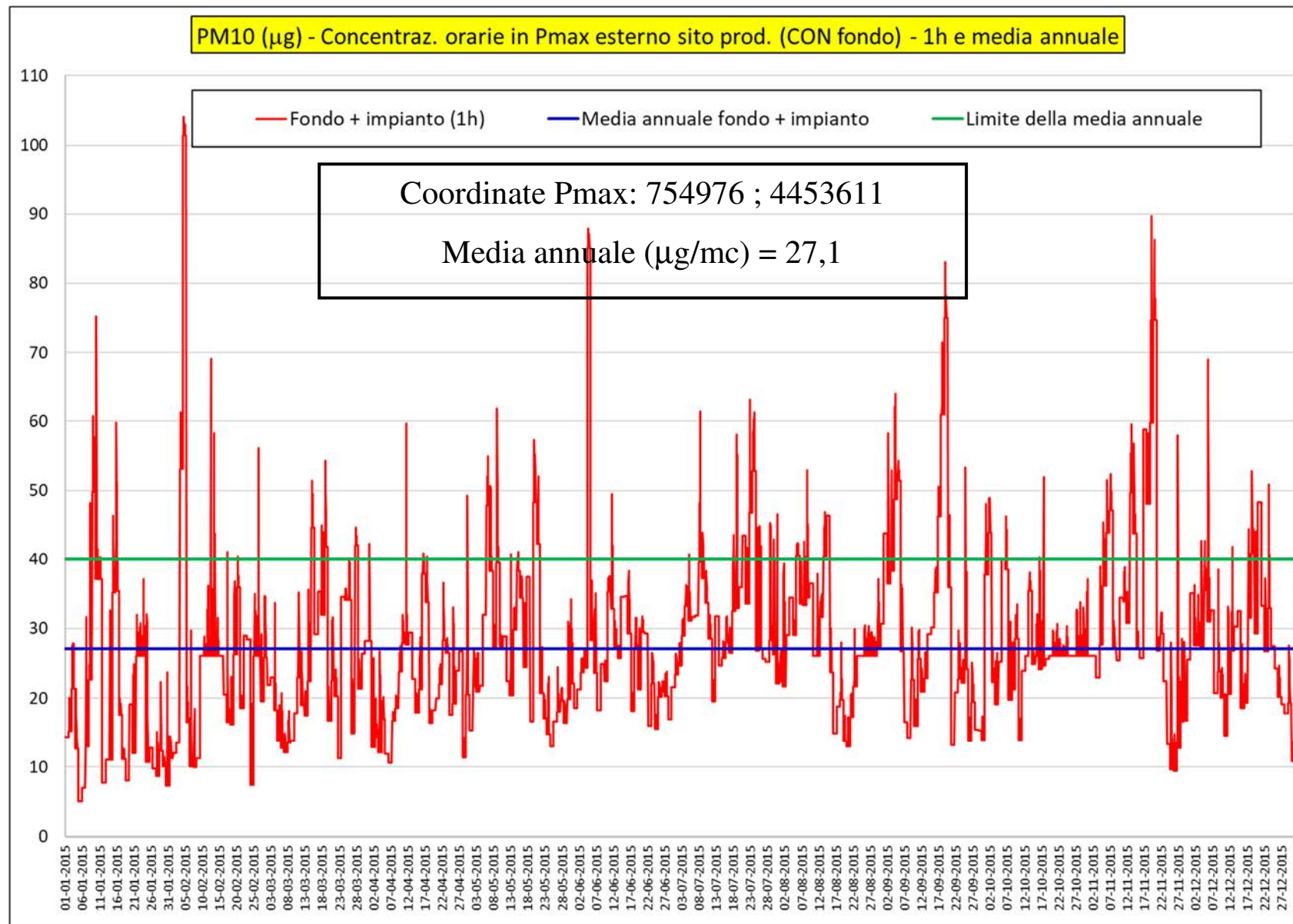


Solo AREA 1

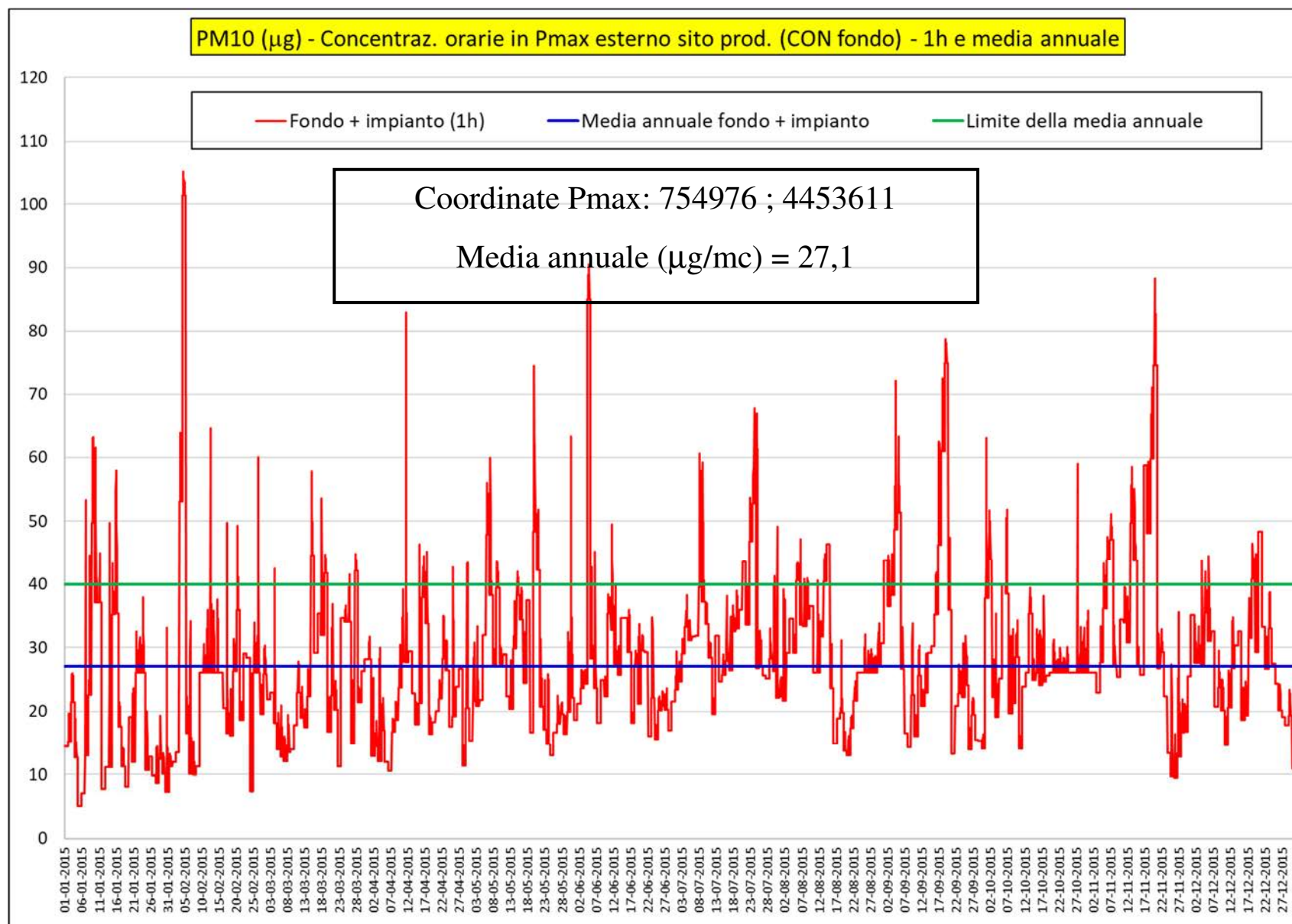


Solo AREA 2

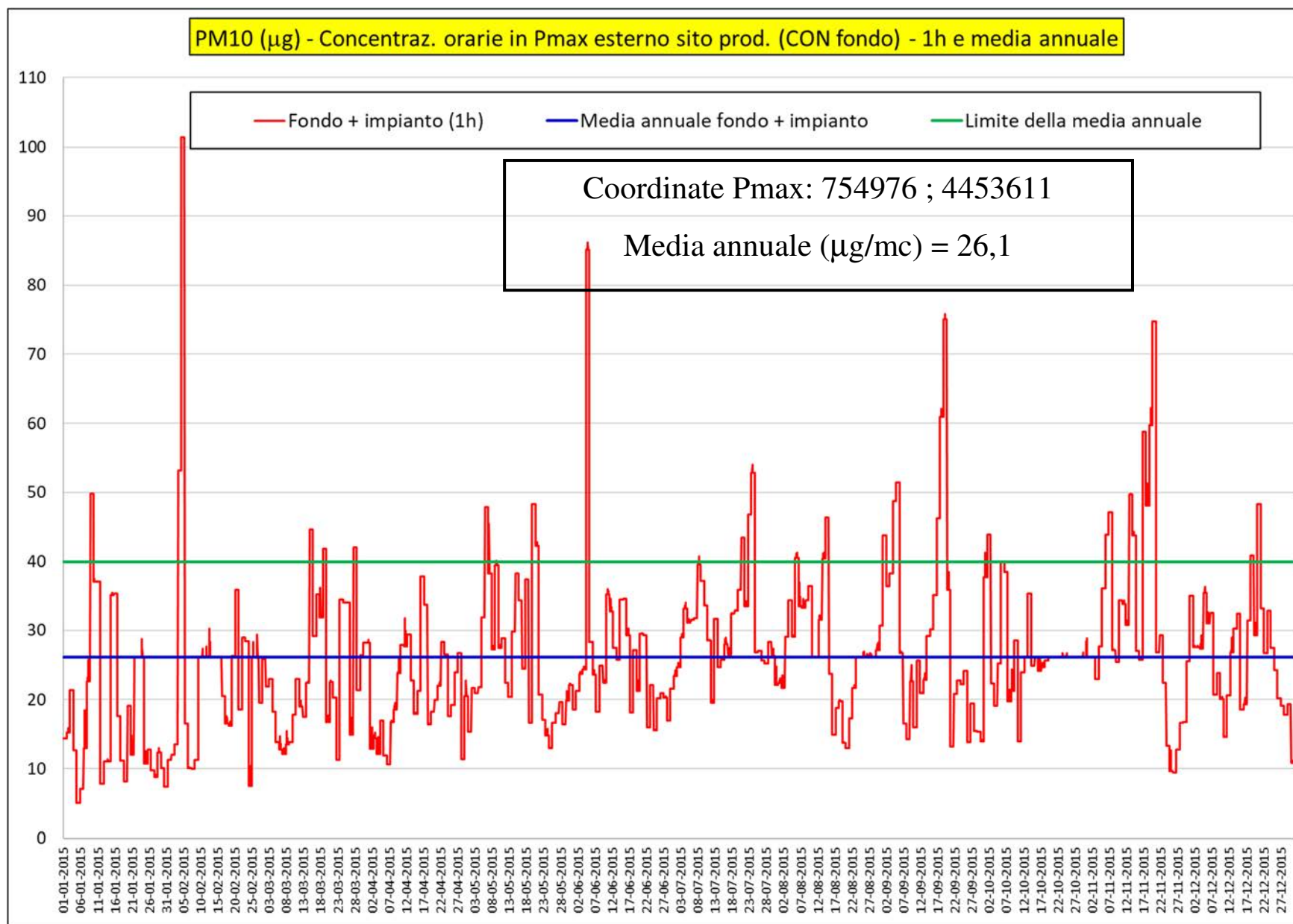
9.1.2 PM10 - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo)



AREA 1 + AREA 2



Solo AREA 1

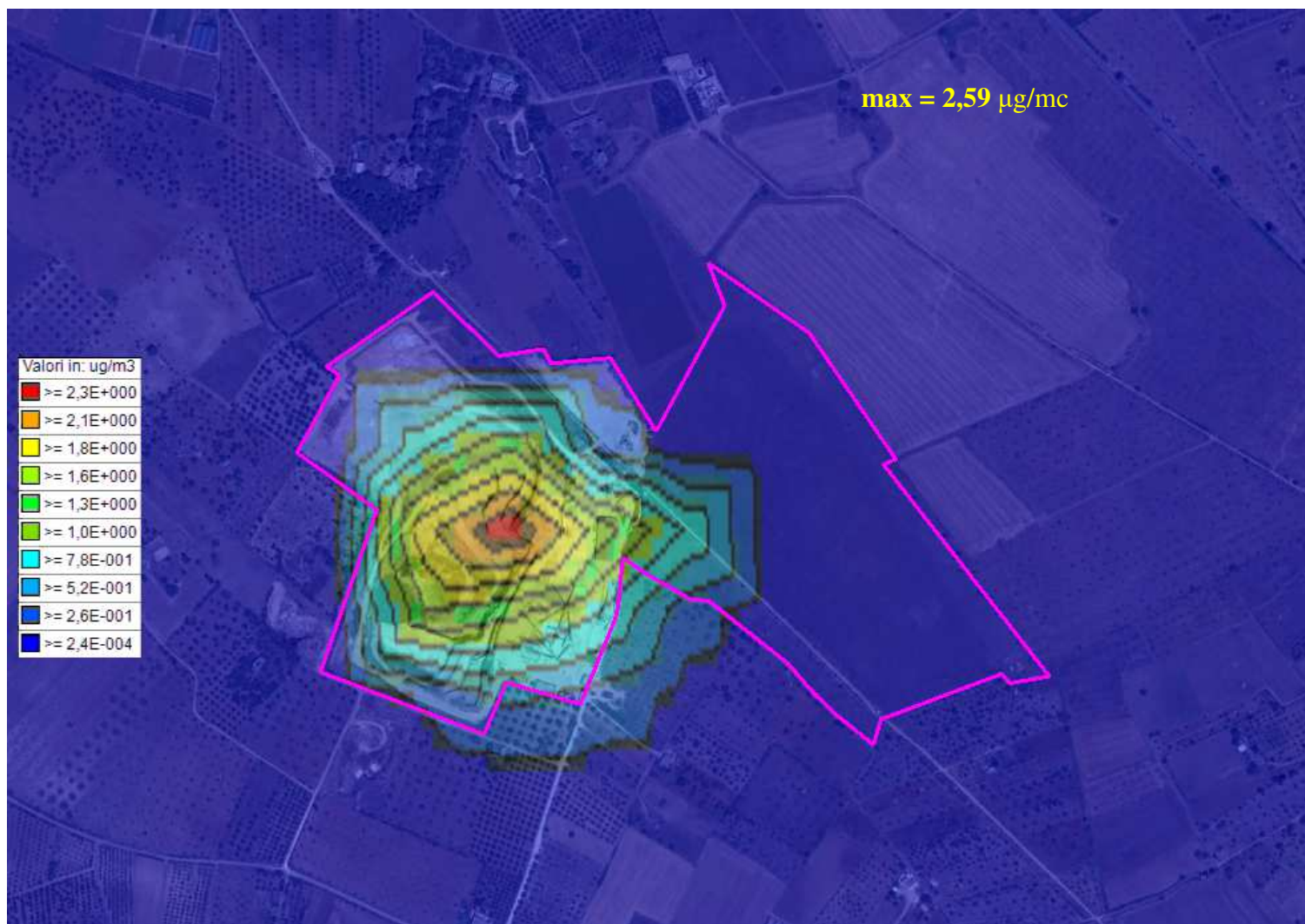


Solo AREA 2

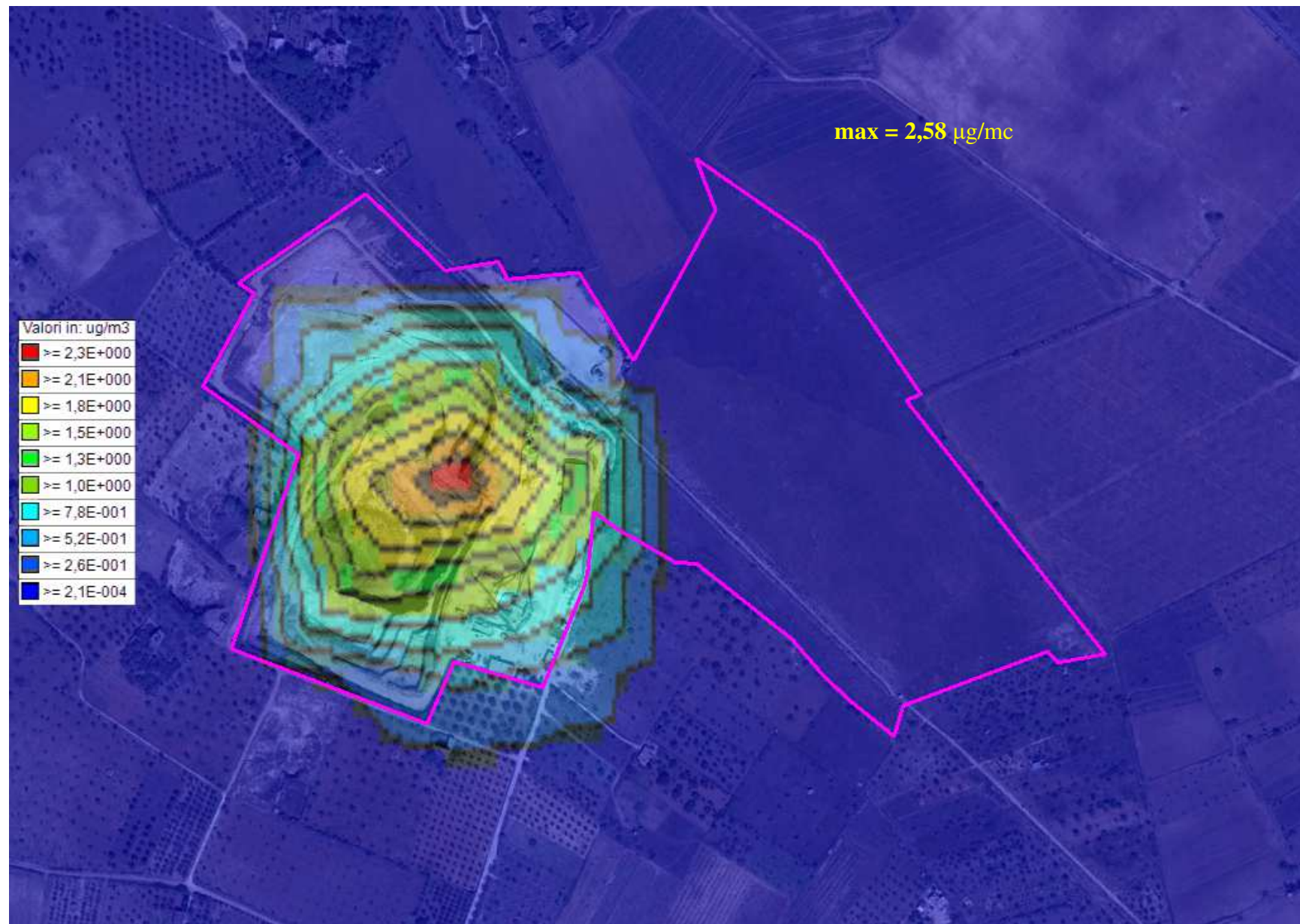
9.1.3 PM10 - Concentrazione media annua SENZA fondo

Si riporta la mappa dei valori medi di 1 anno SENZA fondo.

—— Confine di proprietà



AREA 1 + AREA 2

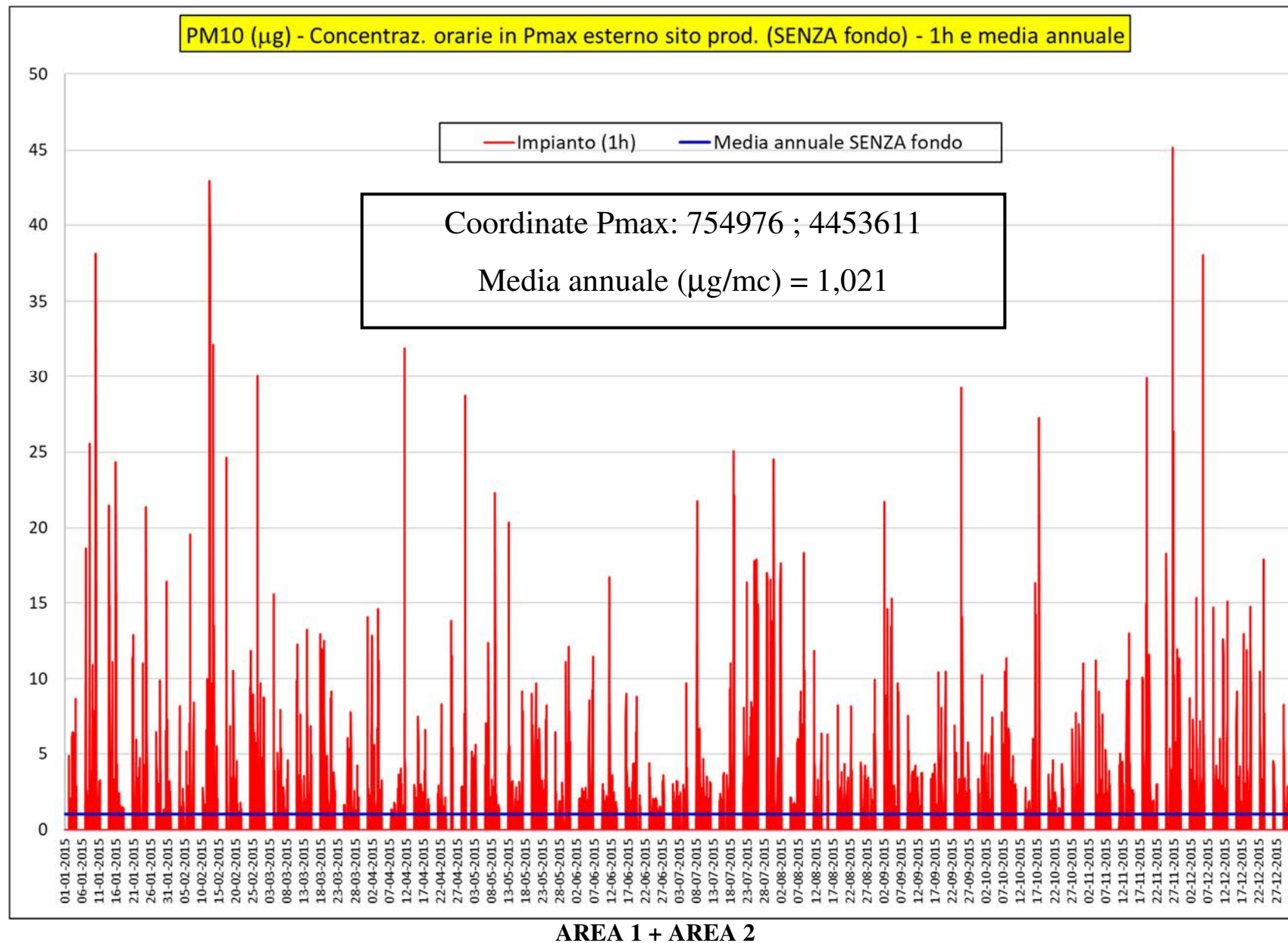


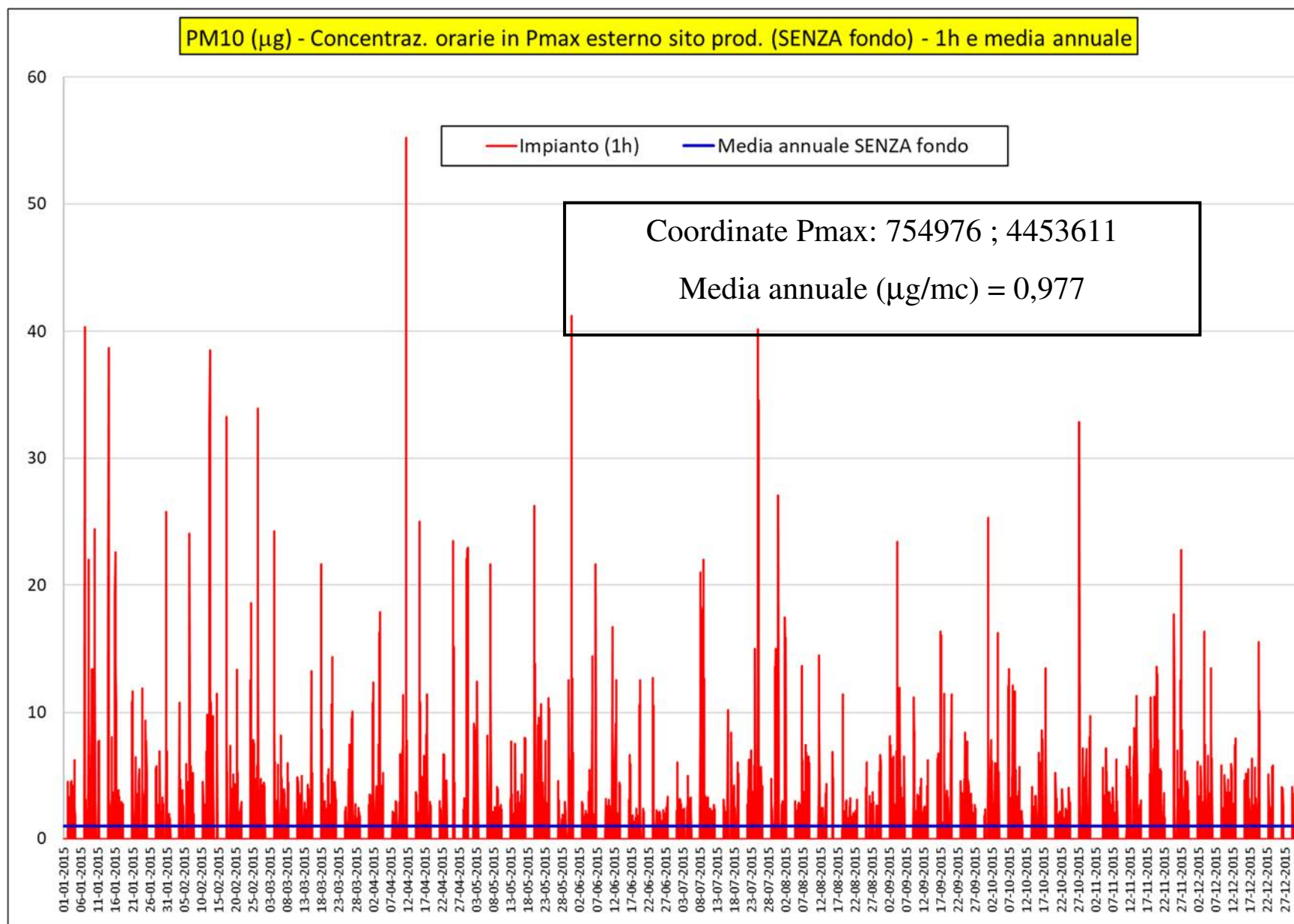
Solo AREA 1



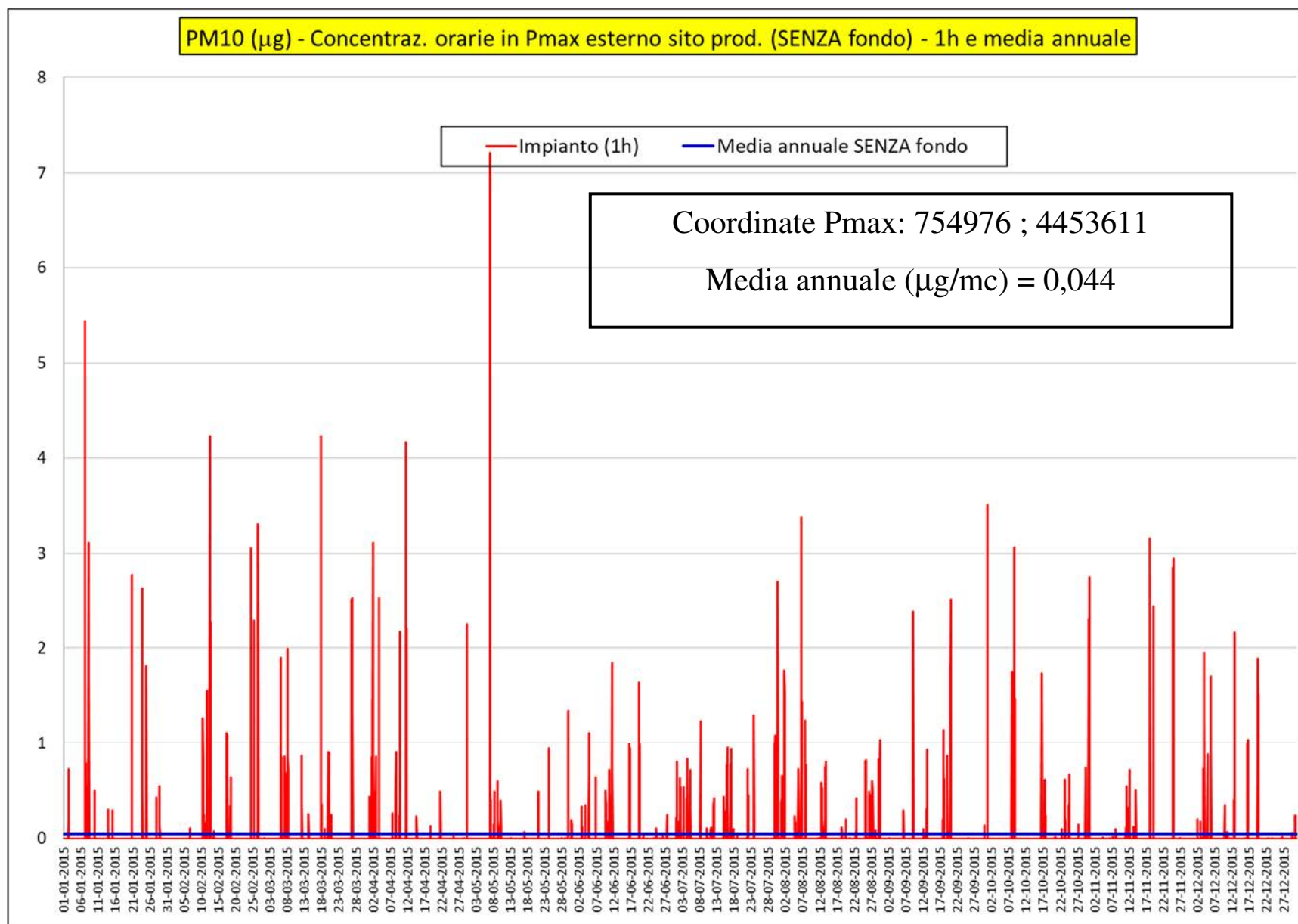
Solo AREA 2

9.1.4 PM10 - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo)





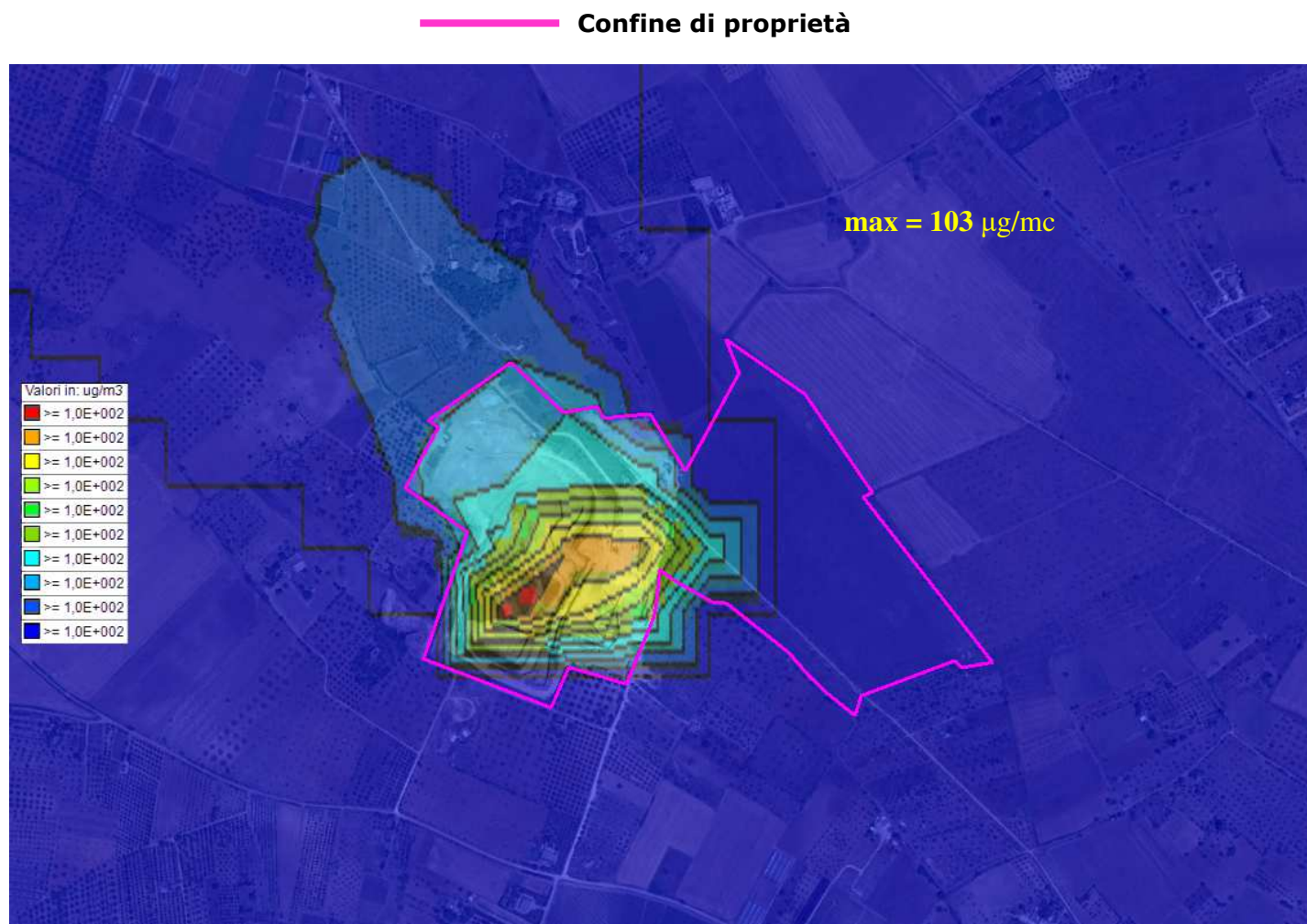
Solo AREA 1



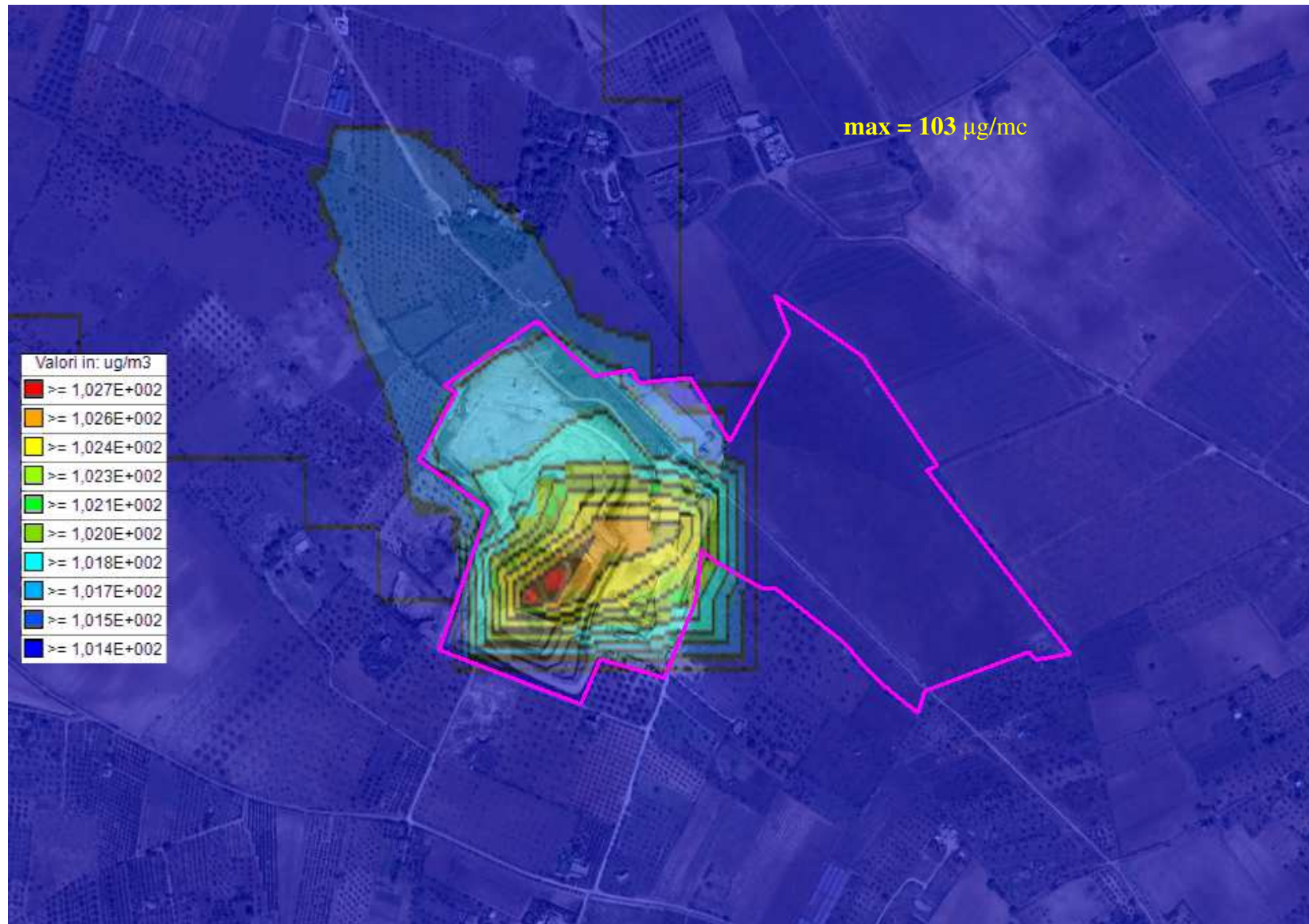
Solo AREA 2

9.1.5 PM10 - Concentrazione massima 1 giorno CON fondo

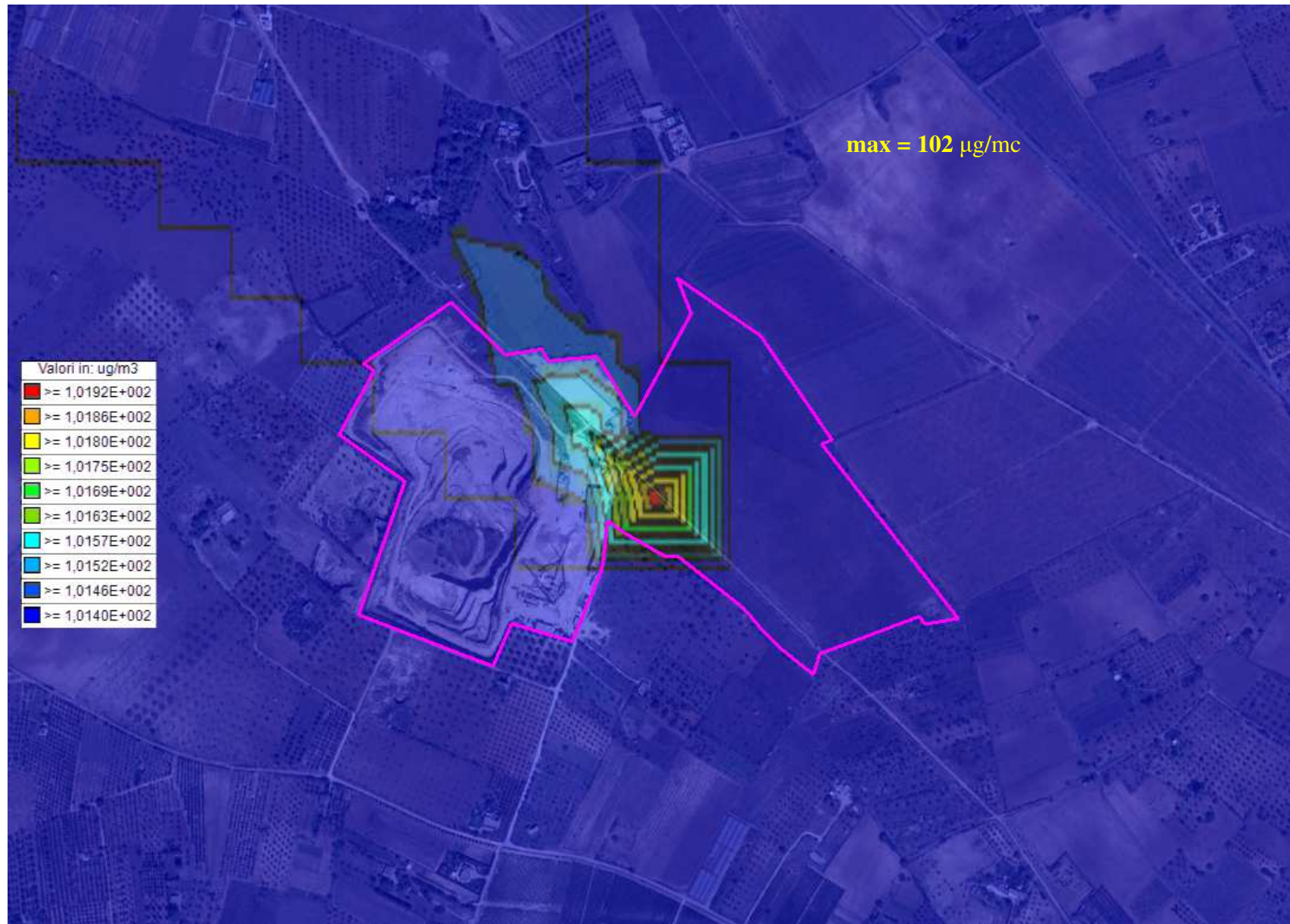
Si riporta la mappa dei valori massimi su media di 1 giorno CON fondo. Il limite di legge è pari a $50 \mu\text{g}/\text{mc}$, e comunque può essere superato fino a 35 volte per anno civile, occorrerà considerare il numero annuale di superamenti giornalieri del suddetto limite. Tale verifica dovrà essere fatta in corrispondenza di tutti i punti situati all'esterno al sito produttivo.



AREA 1 + AREA 2

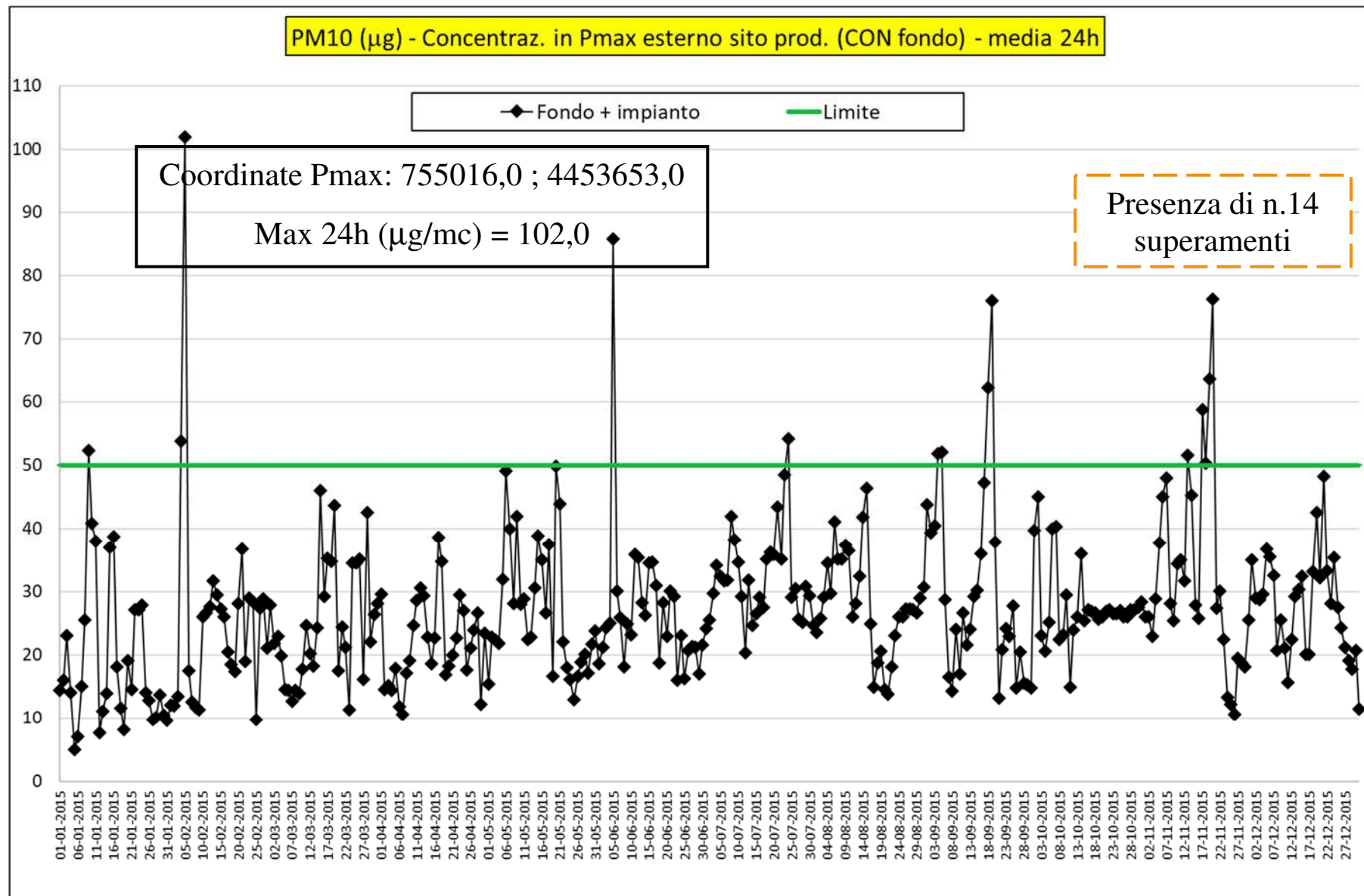


Solo AREA 1

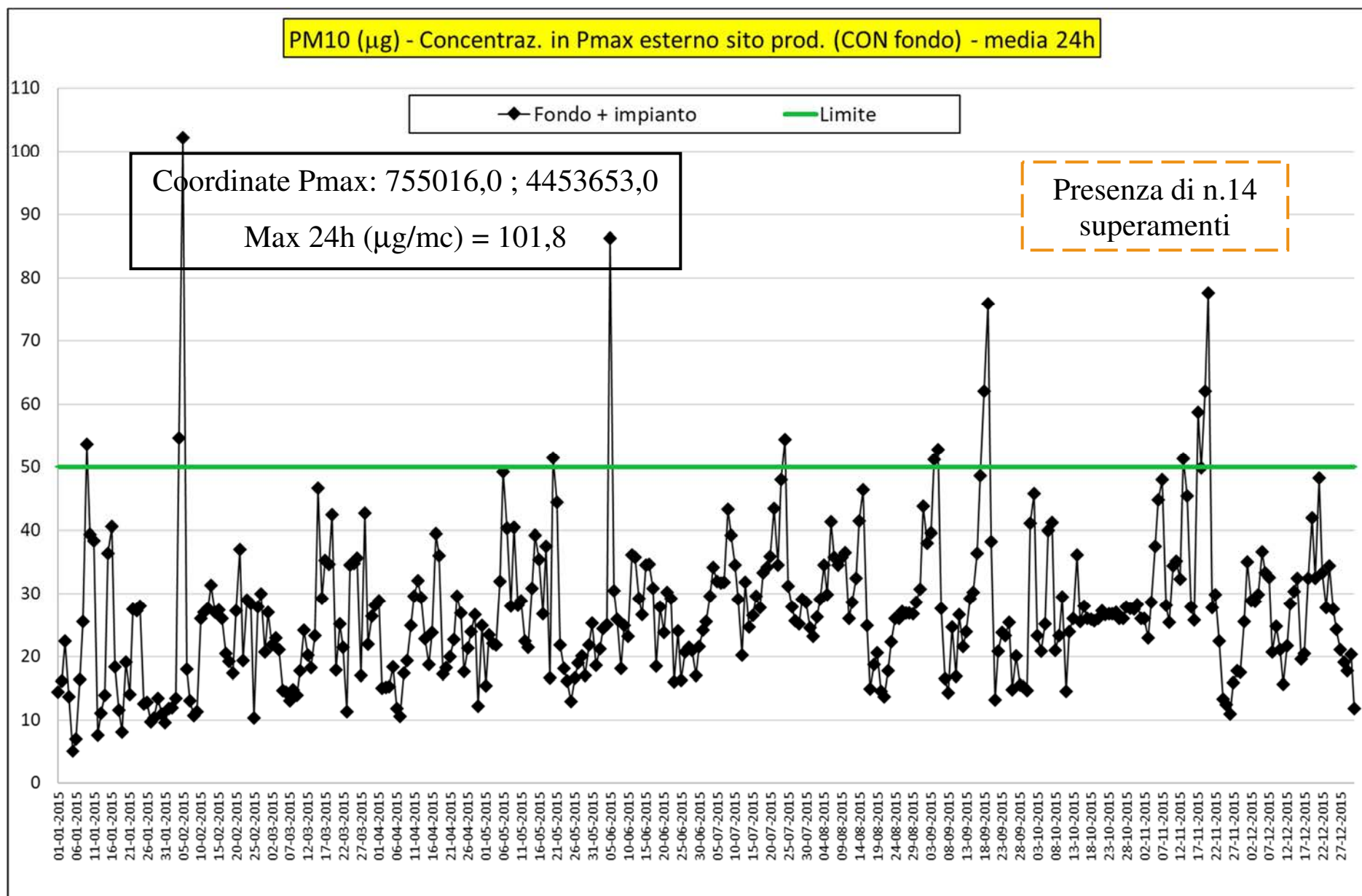


Solo AREA 2

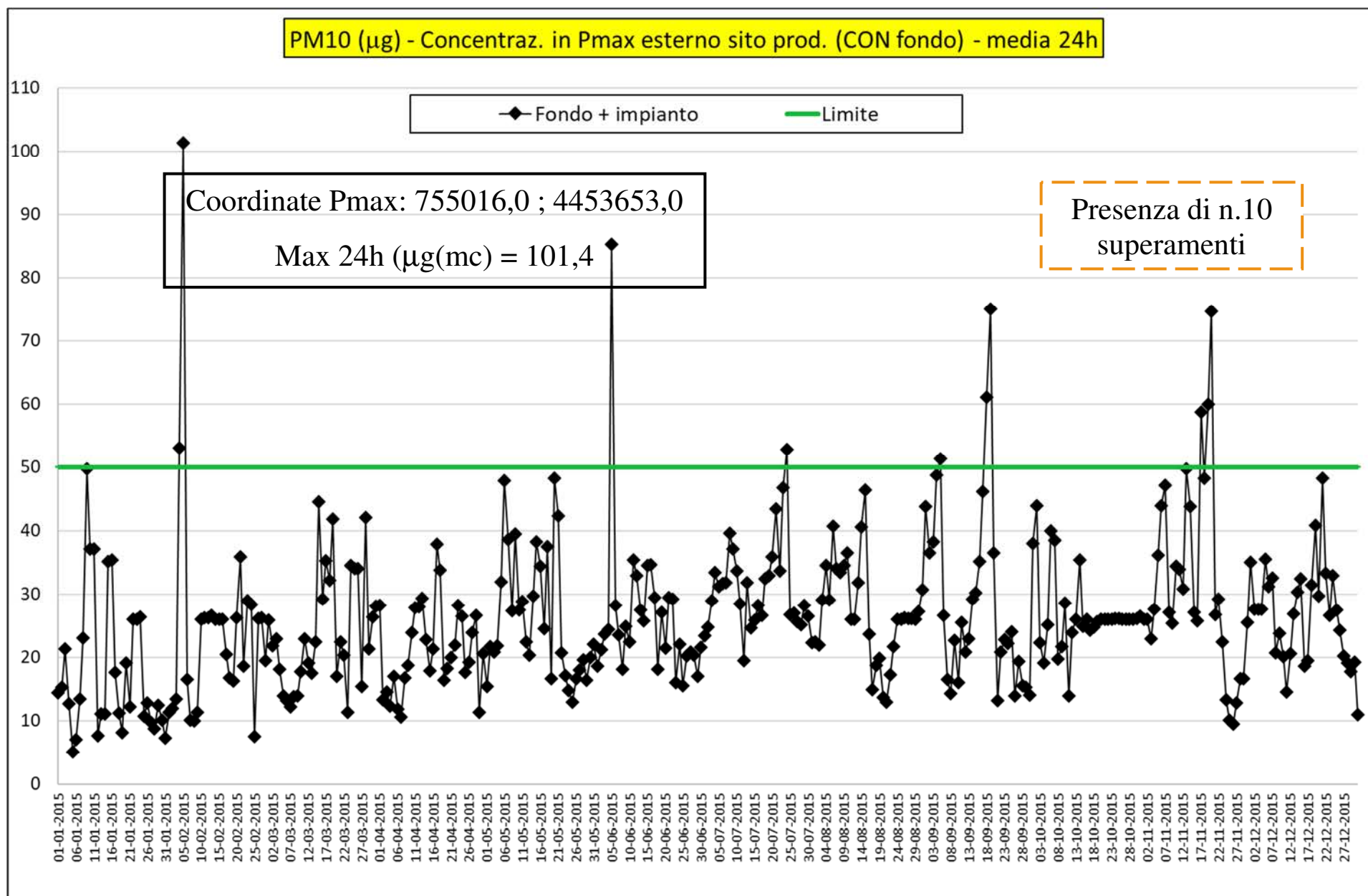
9.1.6 PM10 - Diagramma della media in 24 h nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo)



AREA 1 + AREA 2

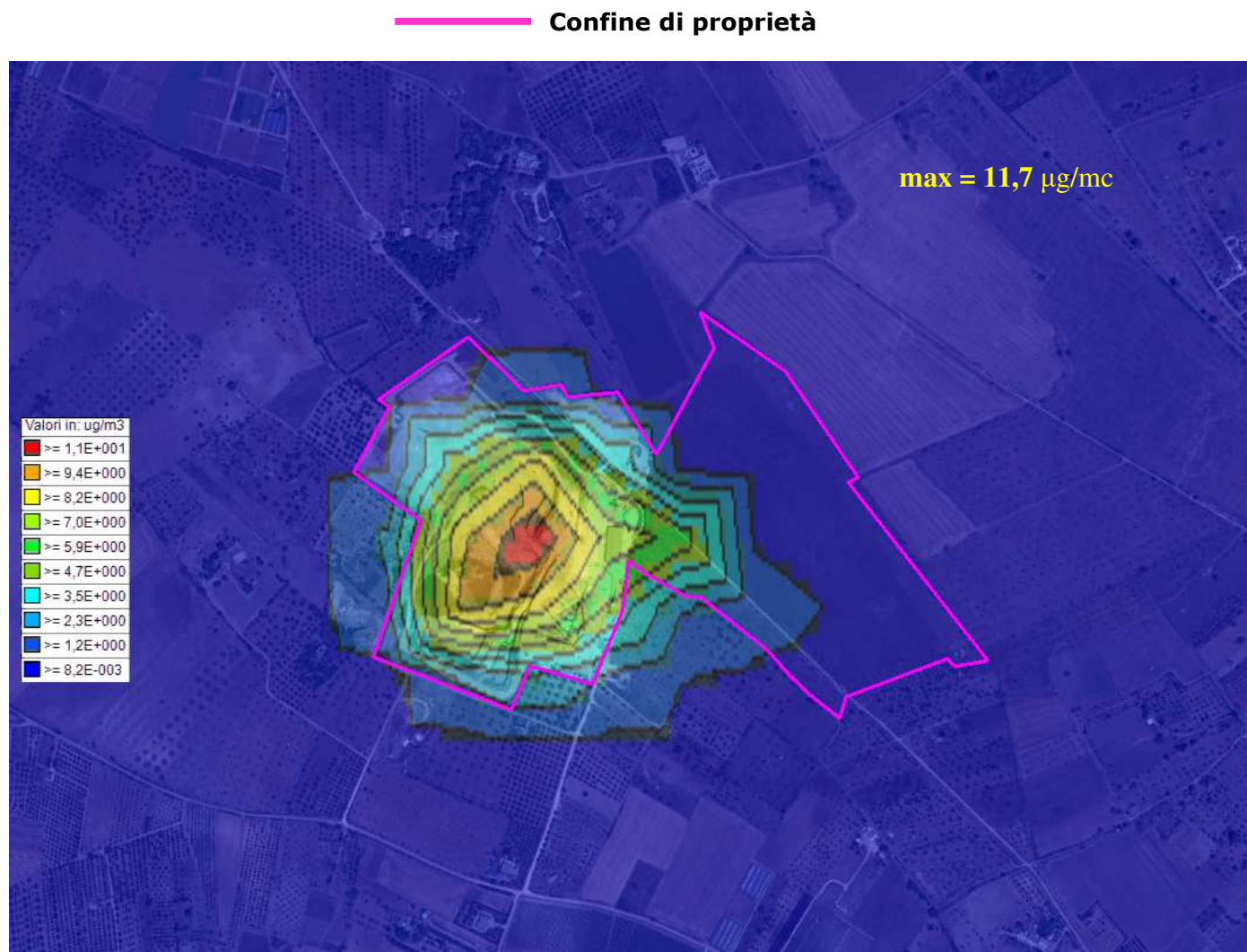


Solo AREA 1

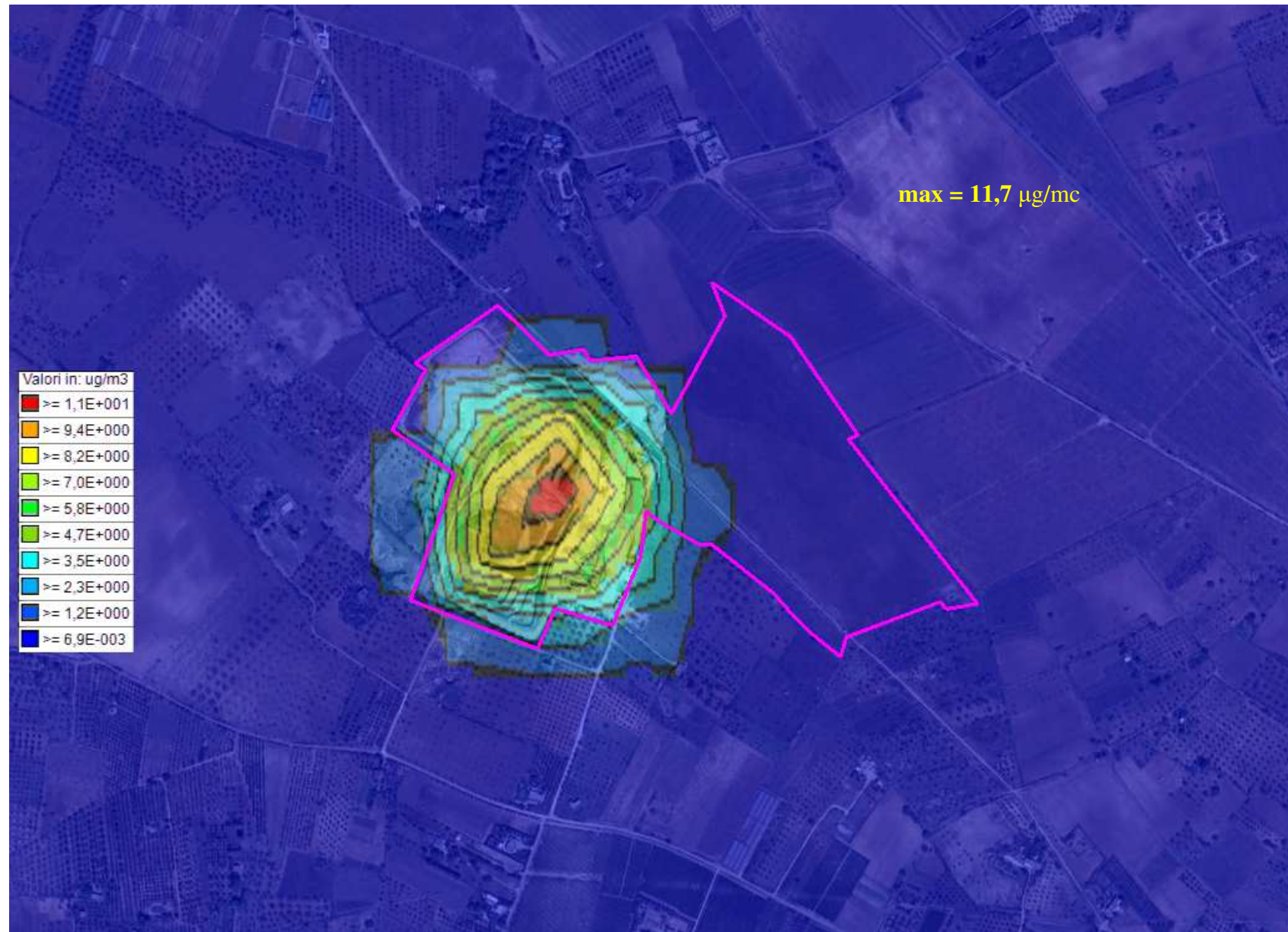


9.1.7 PM10 - Concentrazione massima 1 giorno SENZA fondo

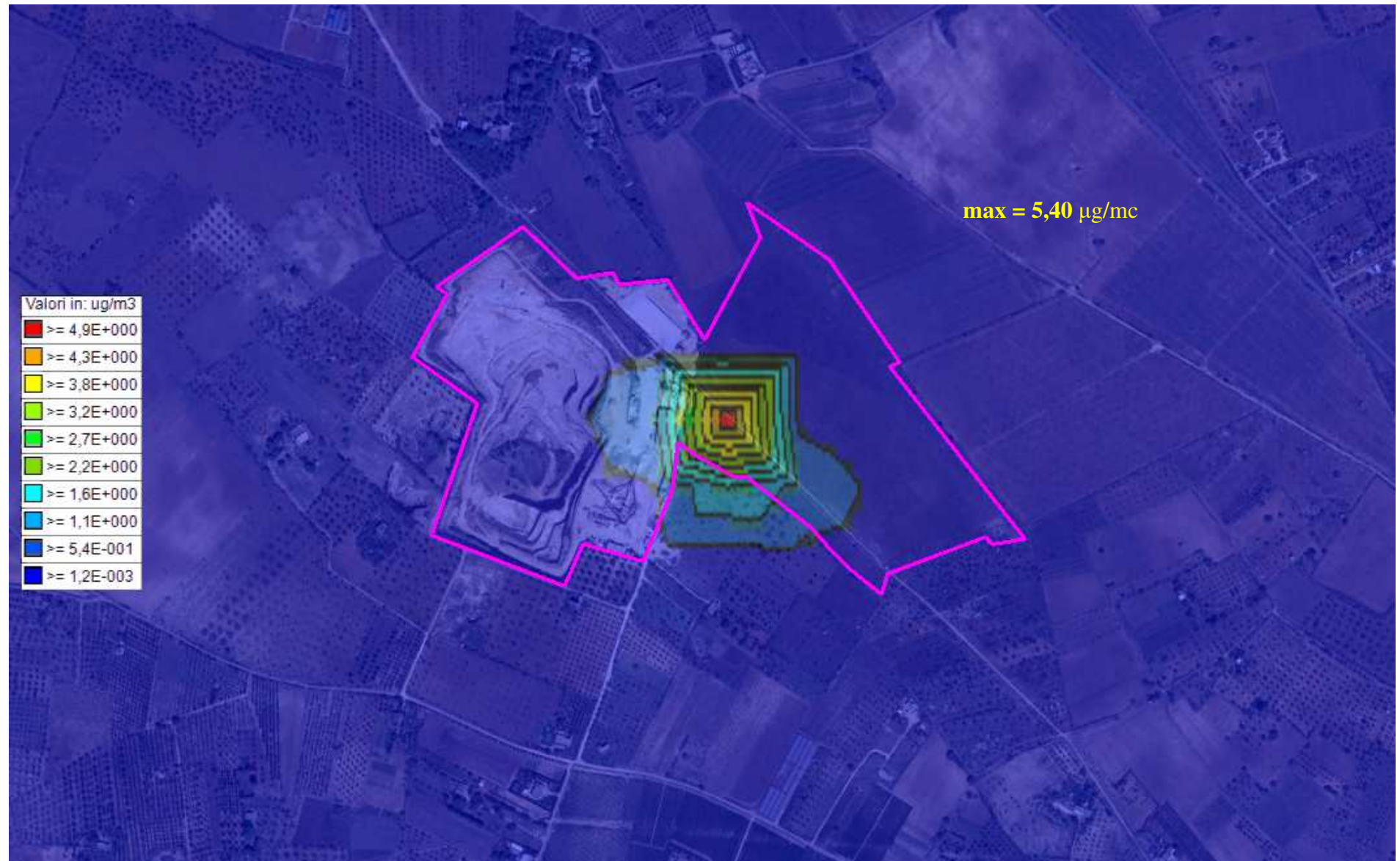
Si riporta la mappa dei valori massimi su media di 1 giorno SENZA fondo.



AREA 1 + AREA 2

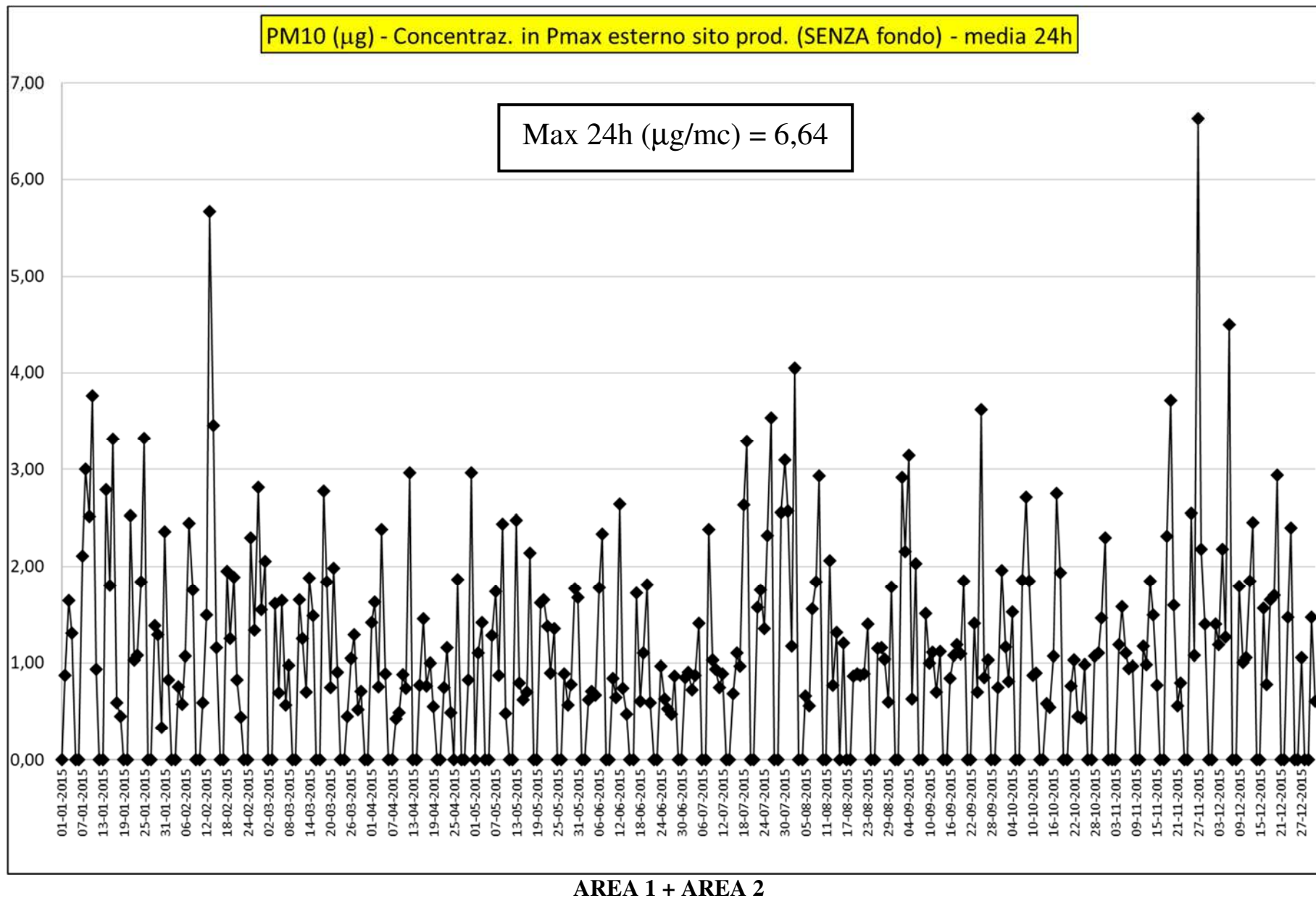


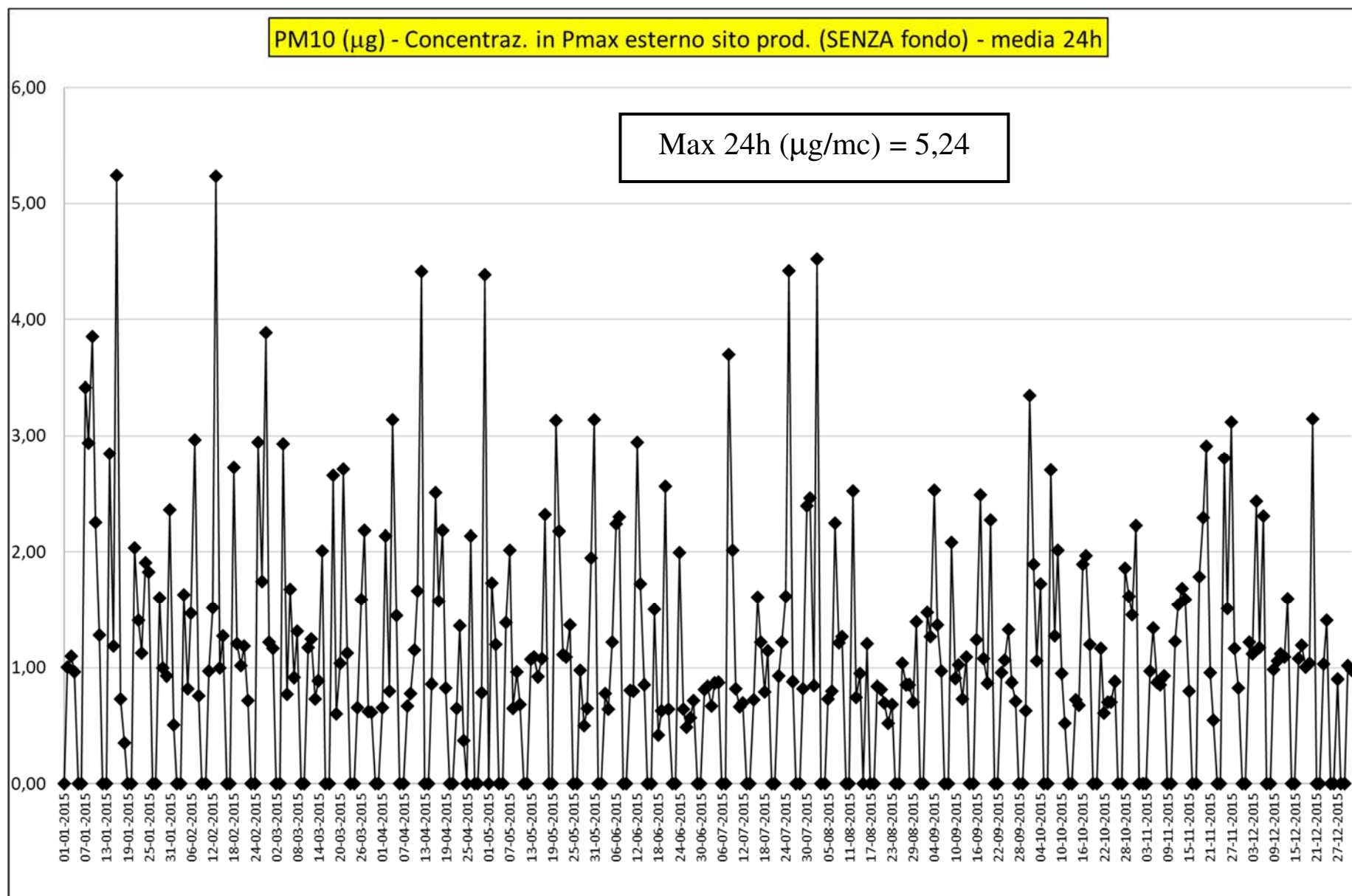
Solo AREA 1



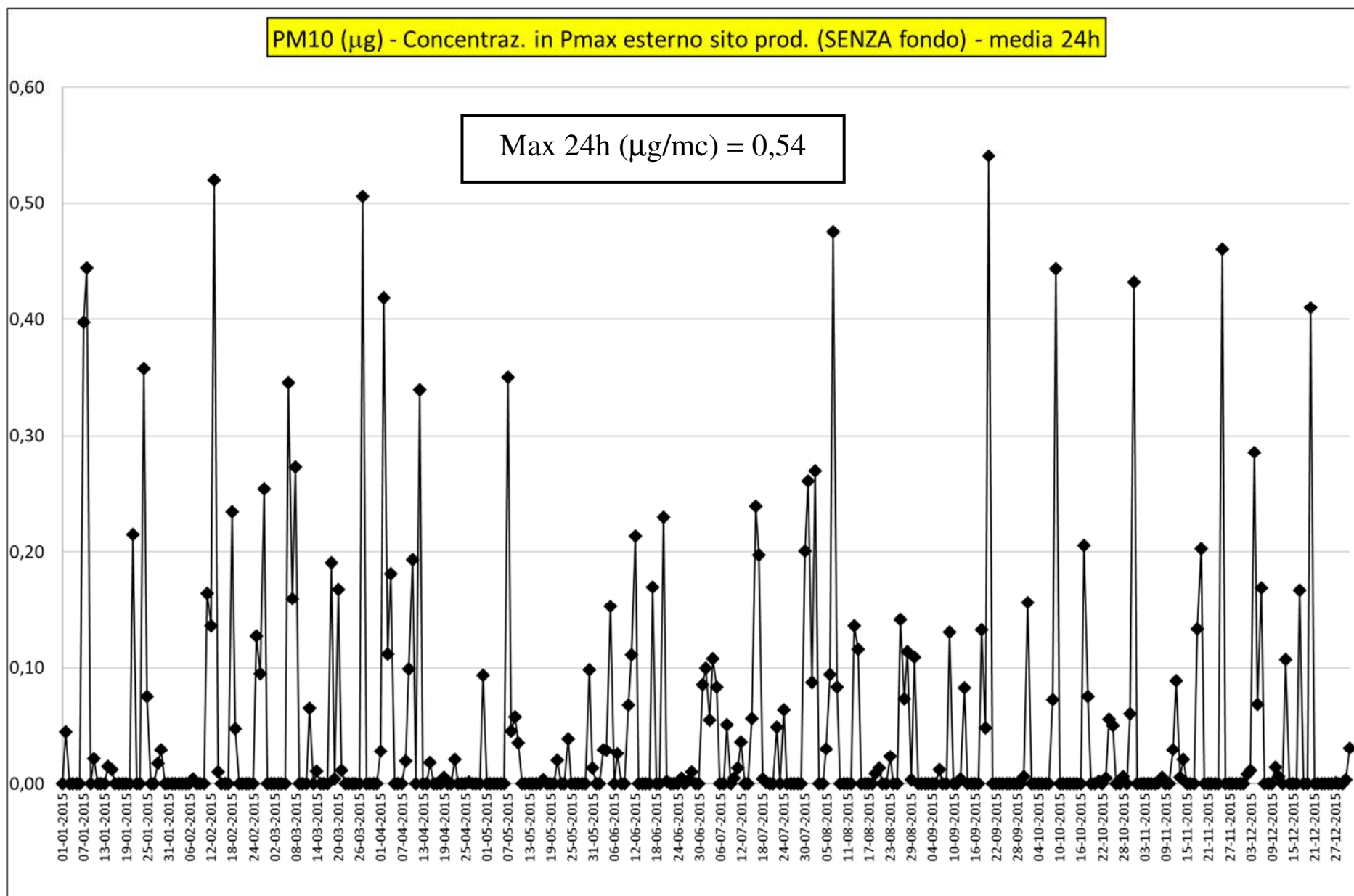
Solo AREA 2

9.1.8 PM10 - Diagramma della media in 24 h nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo)





Solo AREA 1

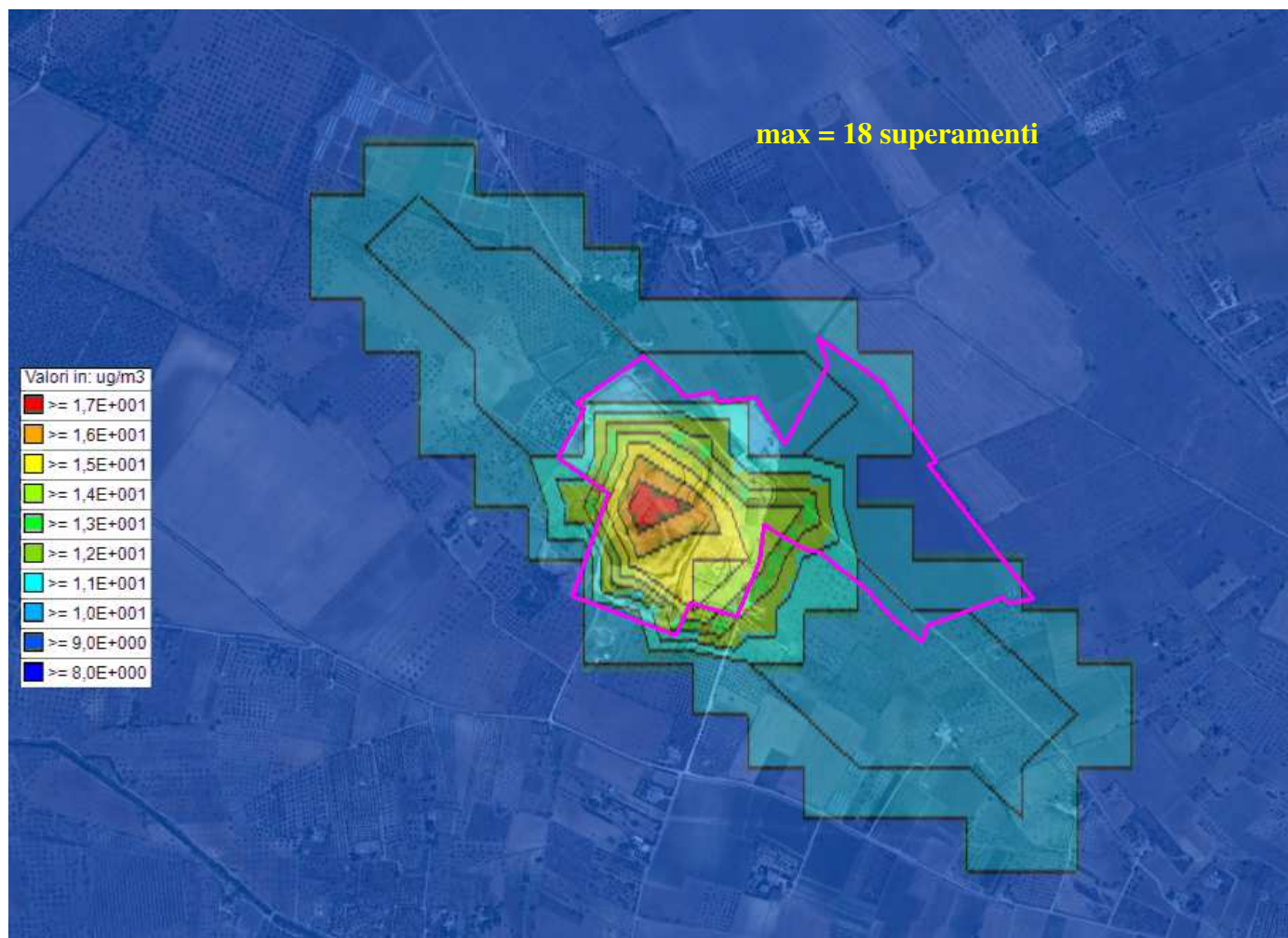


Solo AREA 2

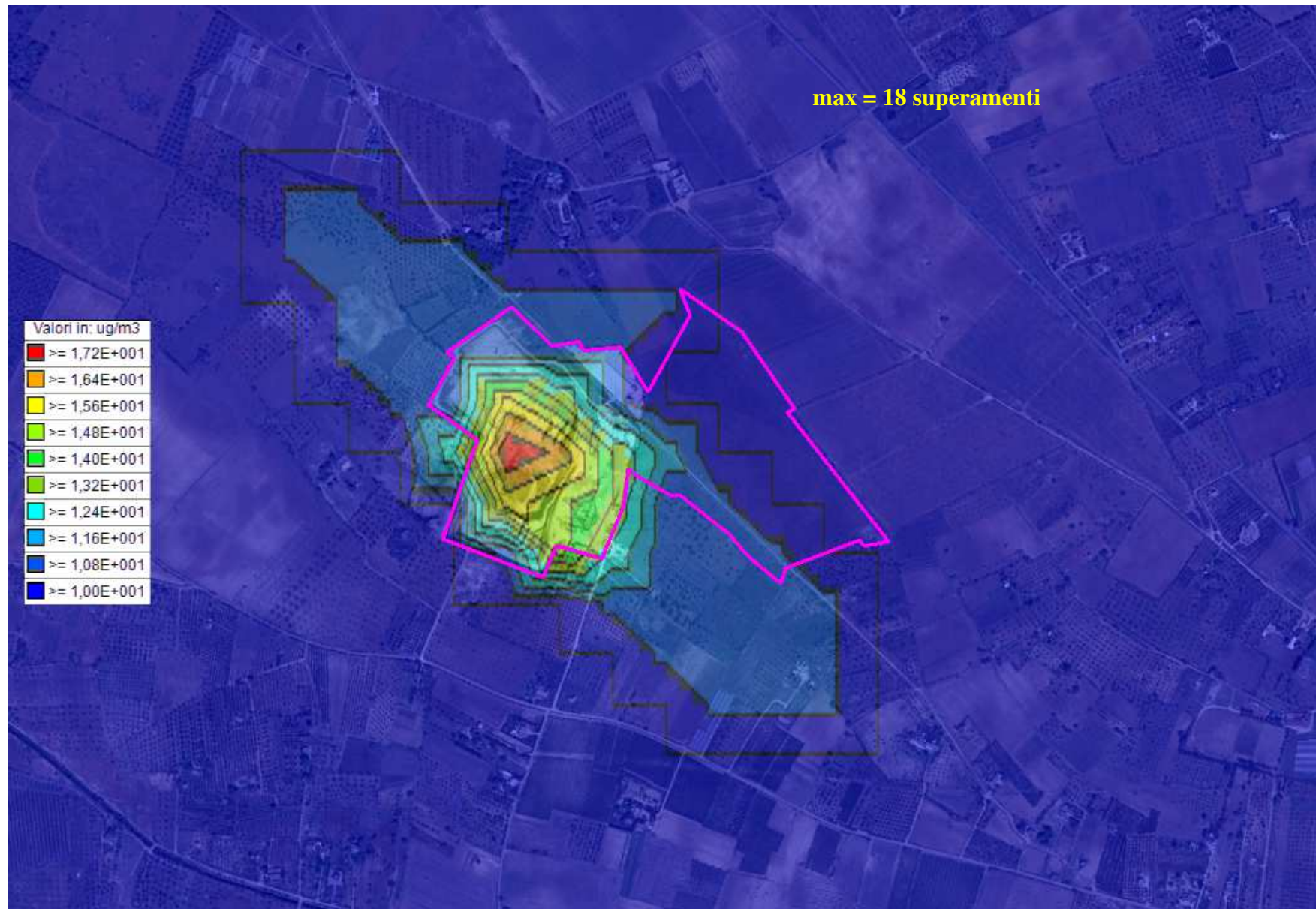
9.1.9 PM10 - Concentrazione massima 1 giorno, CON fondo, superamenti del limite

Si riporta la mappa del numero di superamenti in un anno dei valori massimi su media di 1 giorno, CON fondo, del limite giornaliero pari a $50 \mu\text{g}/\text{mc}$. La normativa ammette il superamento di tale limite fino a 35 volte in un anno civile. Il software utilizzato permette di calcolare, in ogni punto del dominio.

— Confine di proprietà



AREA 1 + AREA 2



Solo AREA 1

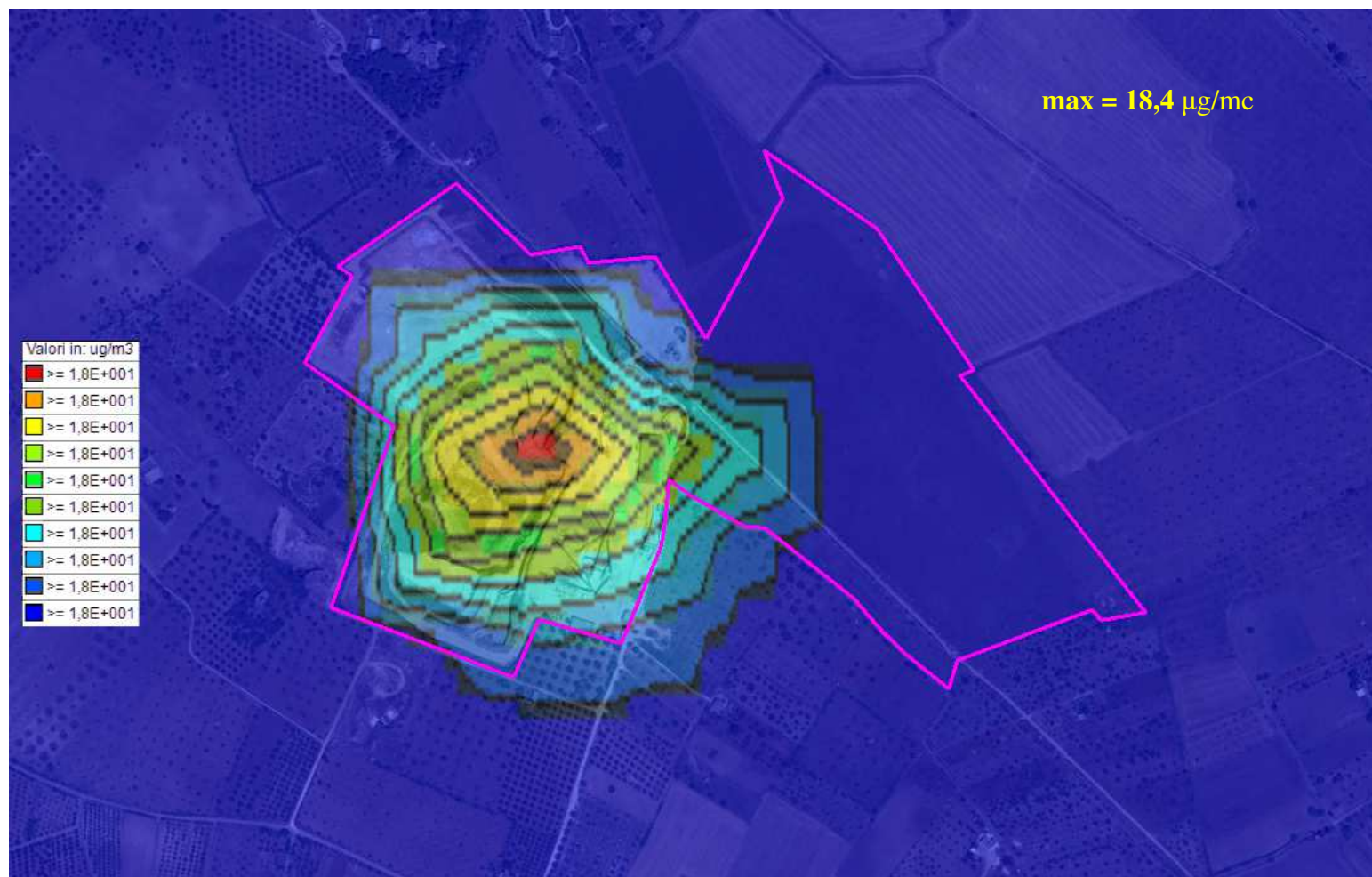


Solo AREA 2

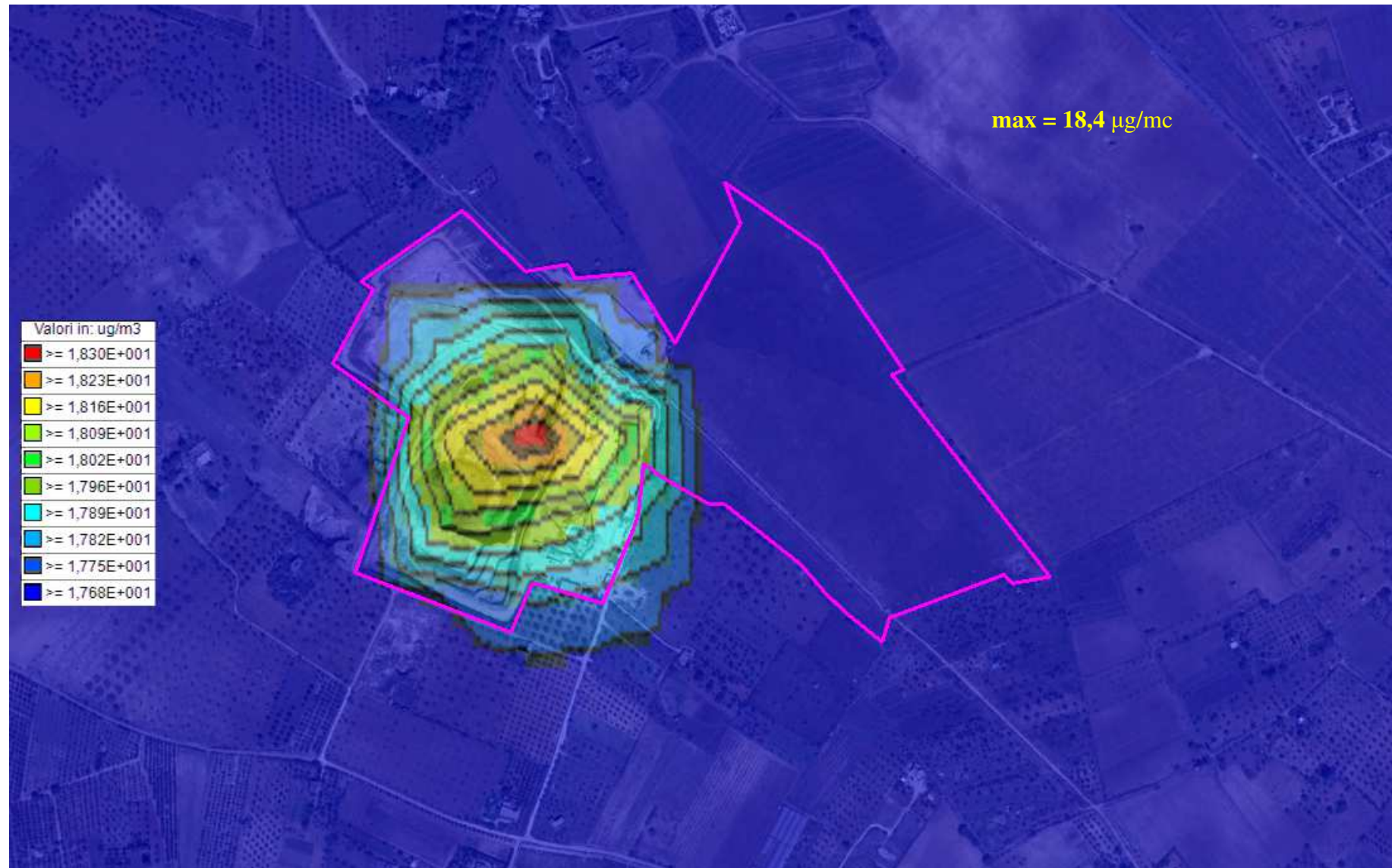
9.1.10 PM_{2,5} - Concentrazione media annua CON fondo

Si riporta la mappa dei valori medi in 1 anno CON fondo. Il limite di legge è pari a 25 µg/mc.

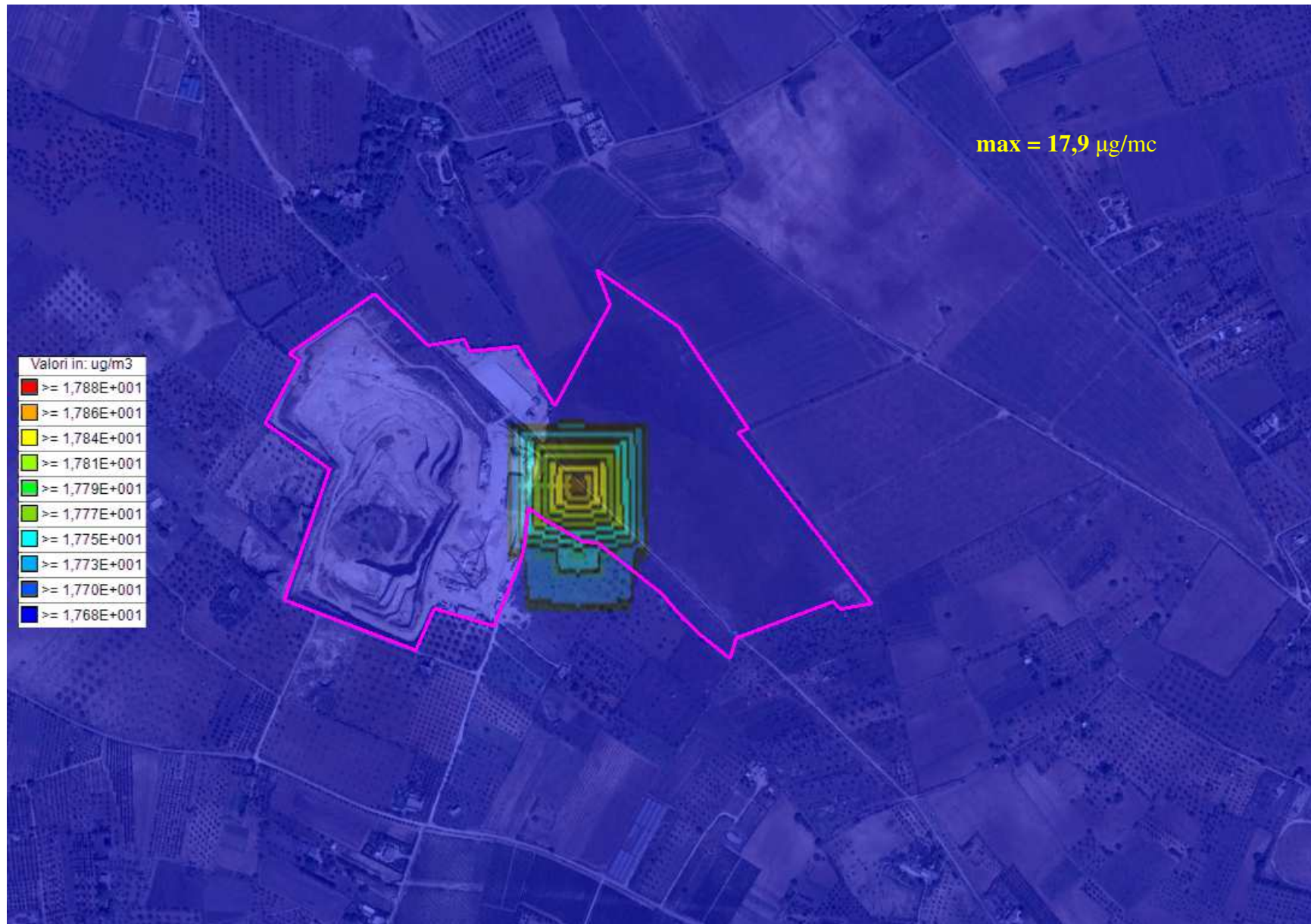
—— Confine di proprietà



AREA 1 + AREA 2

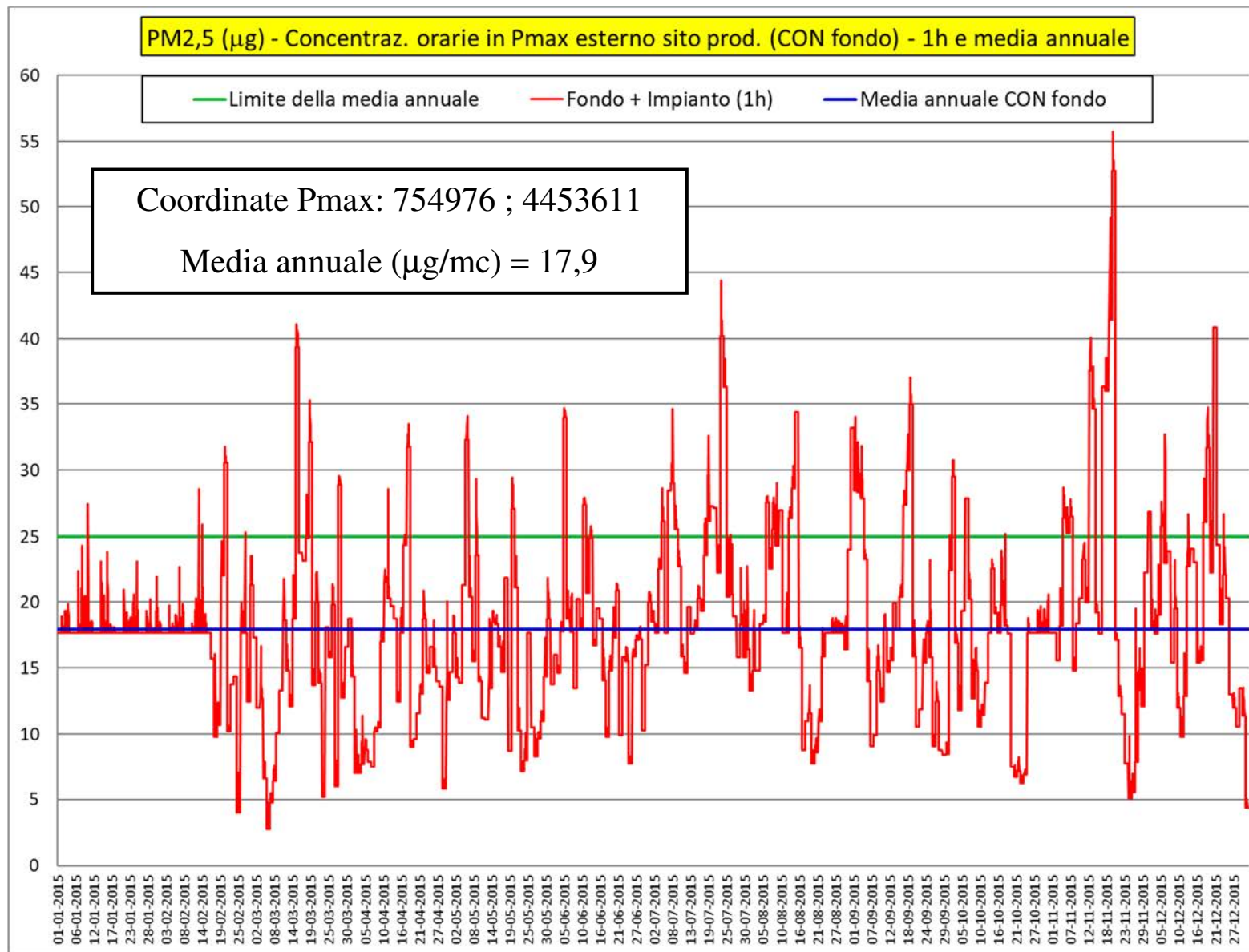


Solo AREA 1

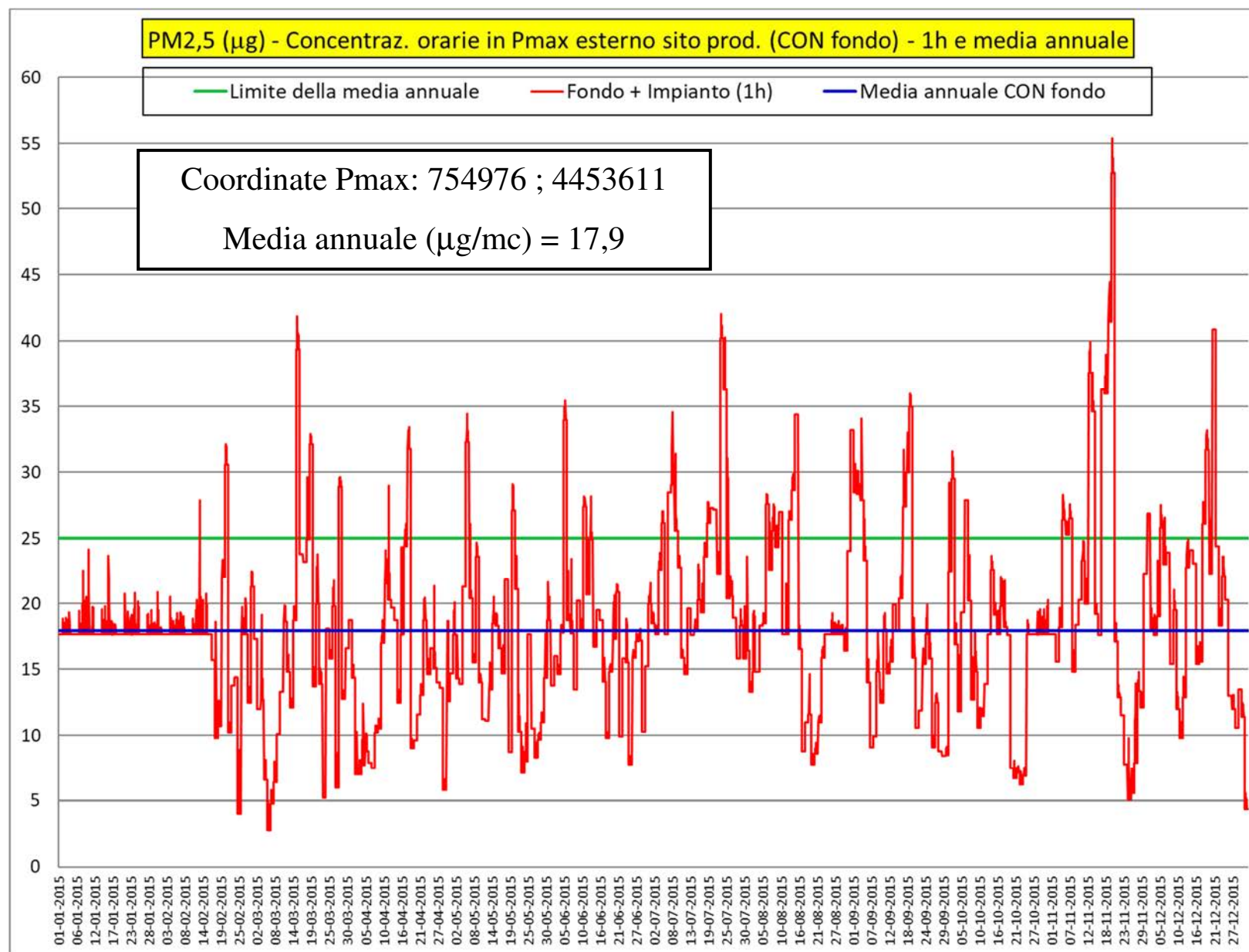


Solo AREA 2

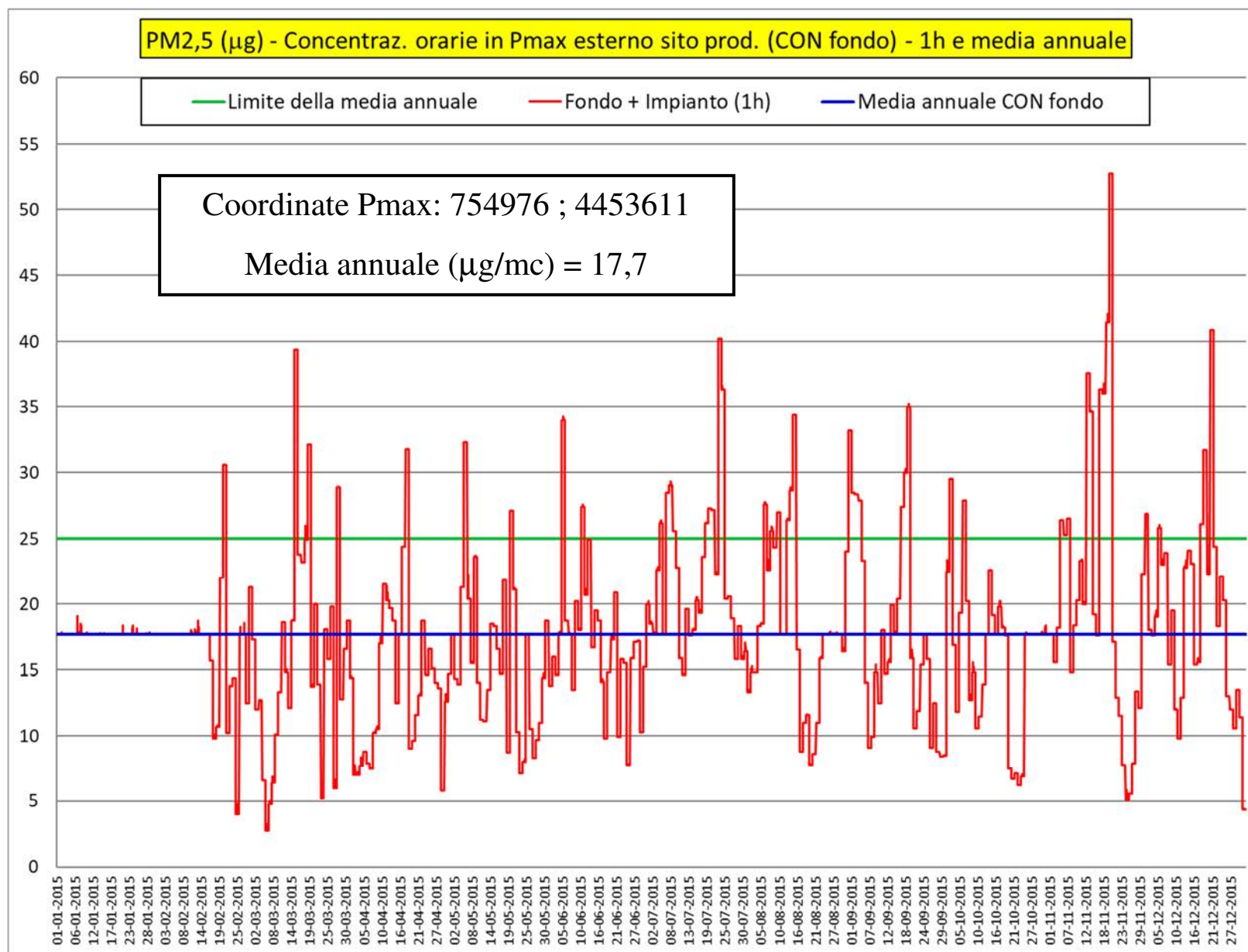
9.1.11 PM2,5 - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo)



AREA 1 + AREA 2



Solo AREA 1



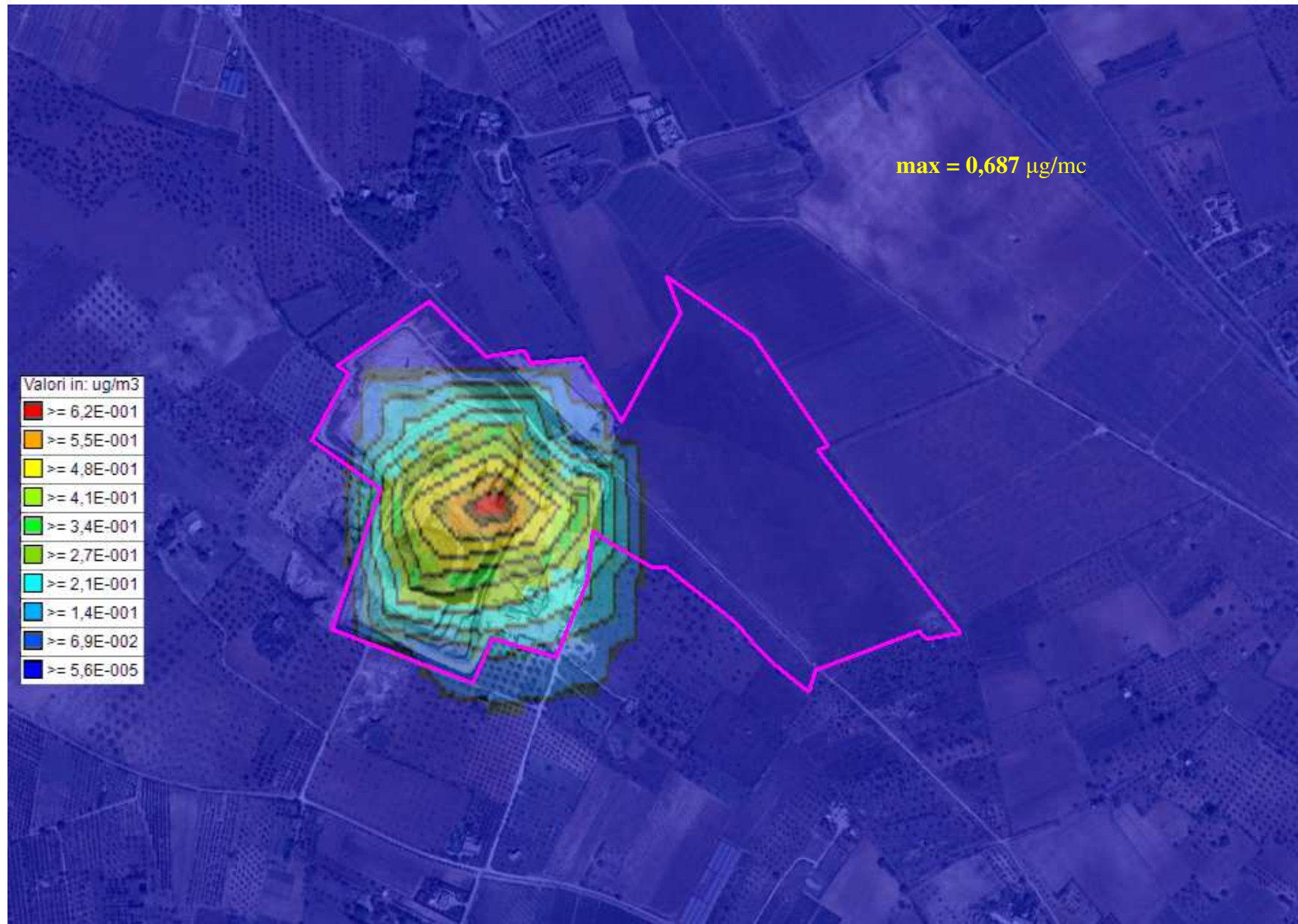
Solo AREA 2

9.1.12 PM_{2,5} - Concentrazione media annua SENZA fondo

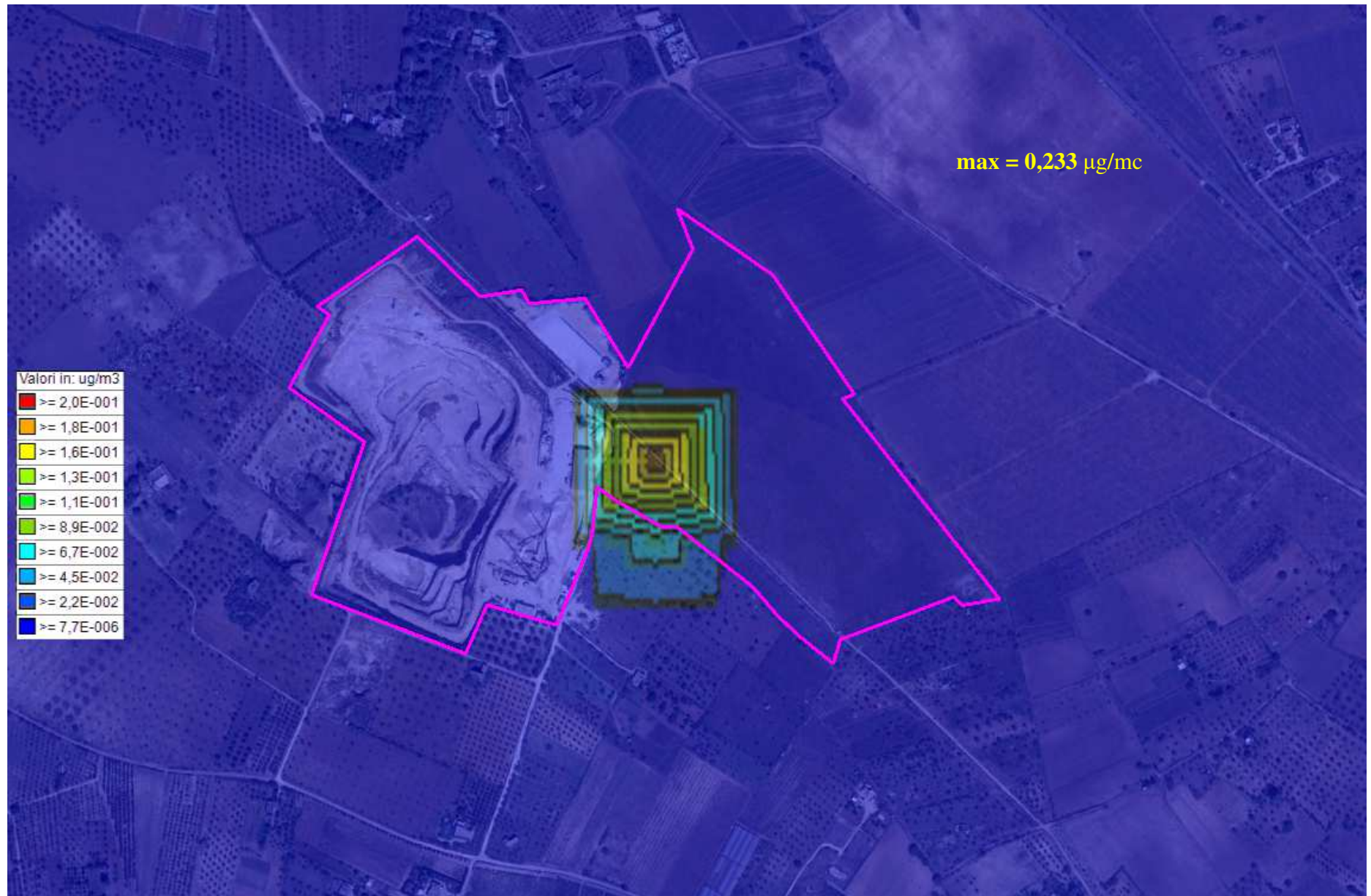
Si riporta la mappa dei valori medi in 1 anno SENZA fondo.



AREA 1 + AREA 2

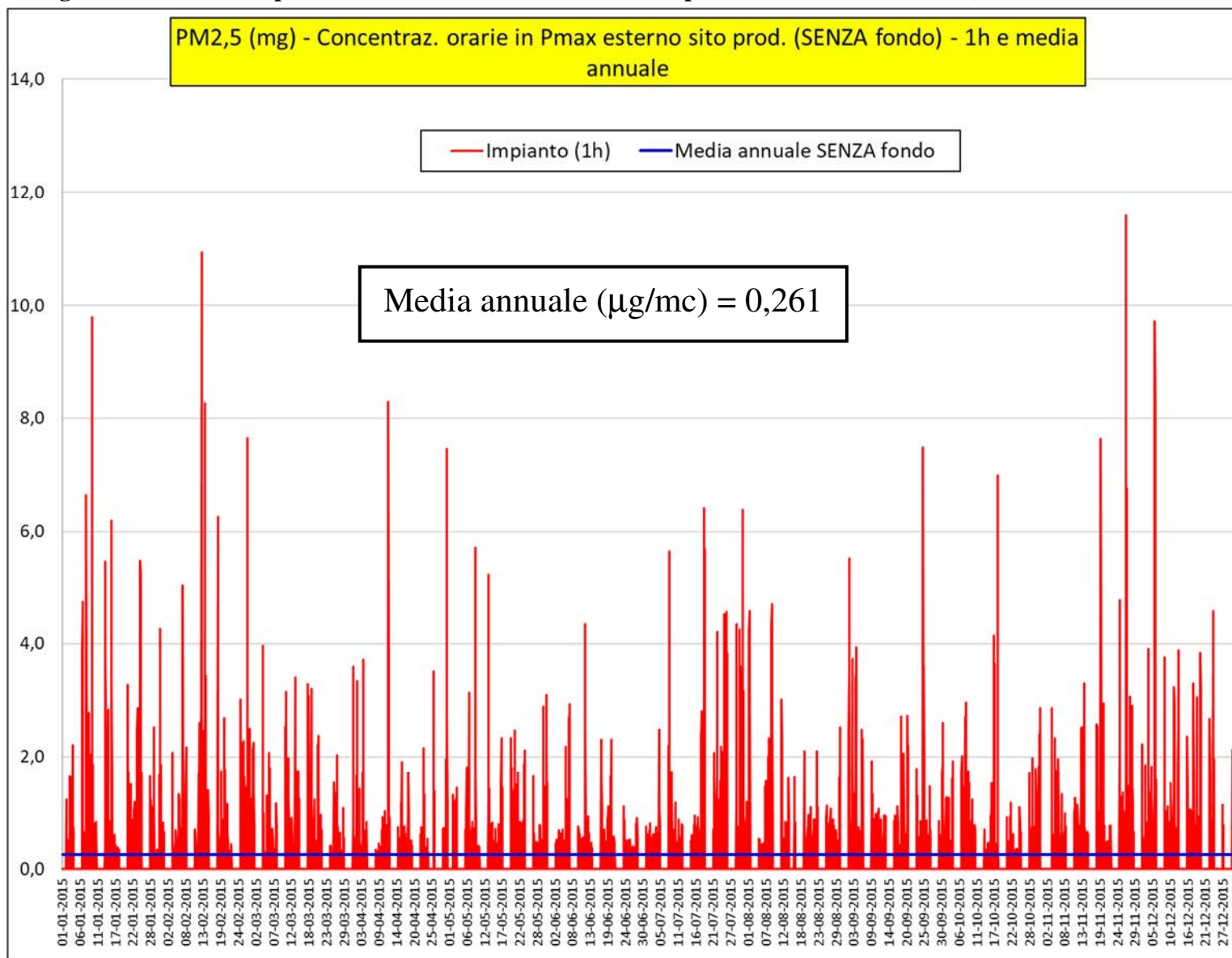


Solo AREA 1

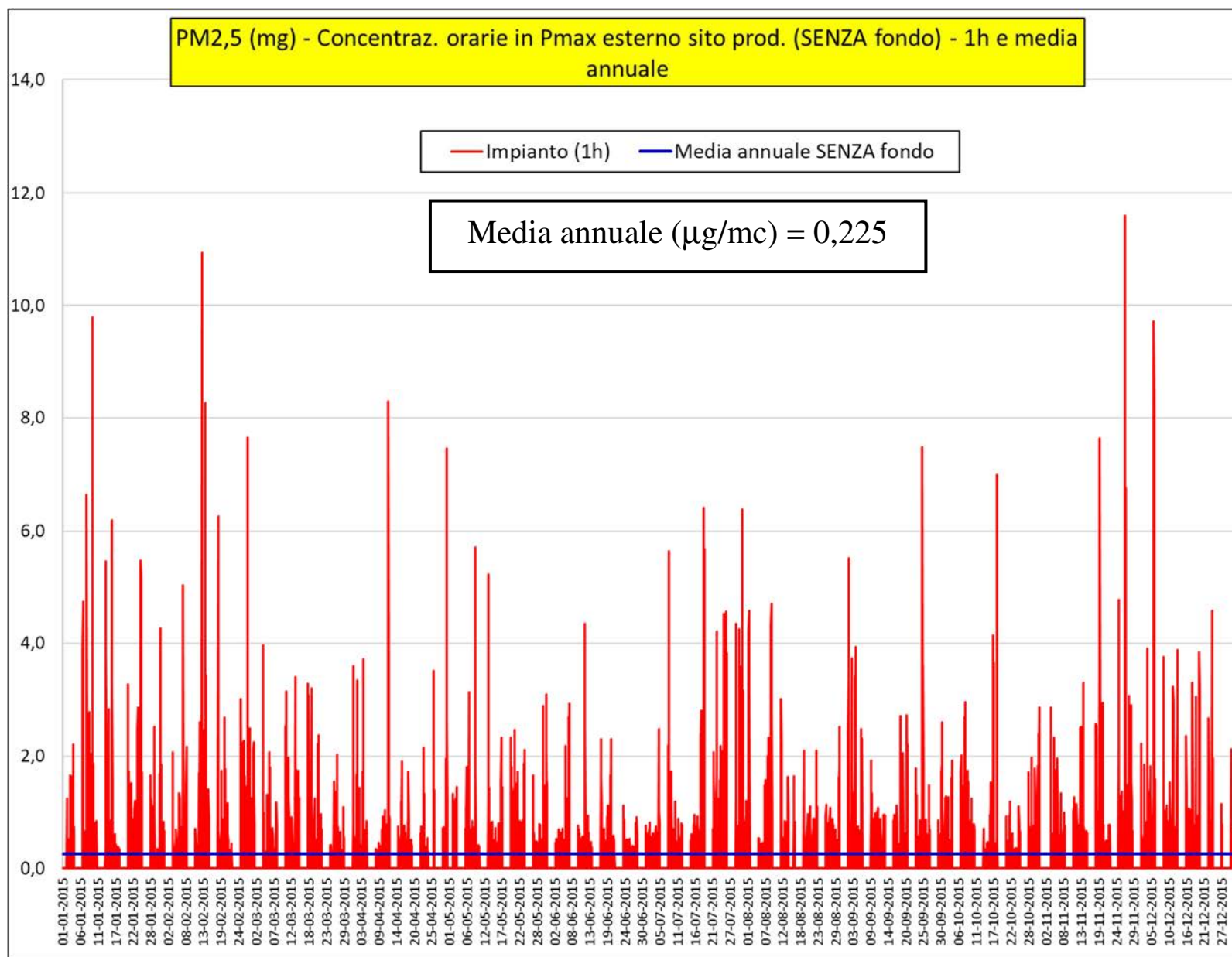


Solo AREA 2

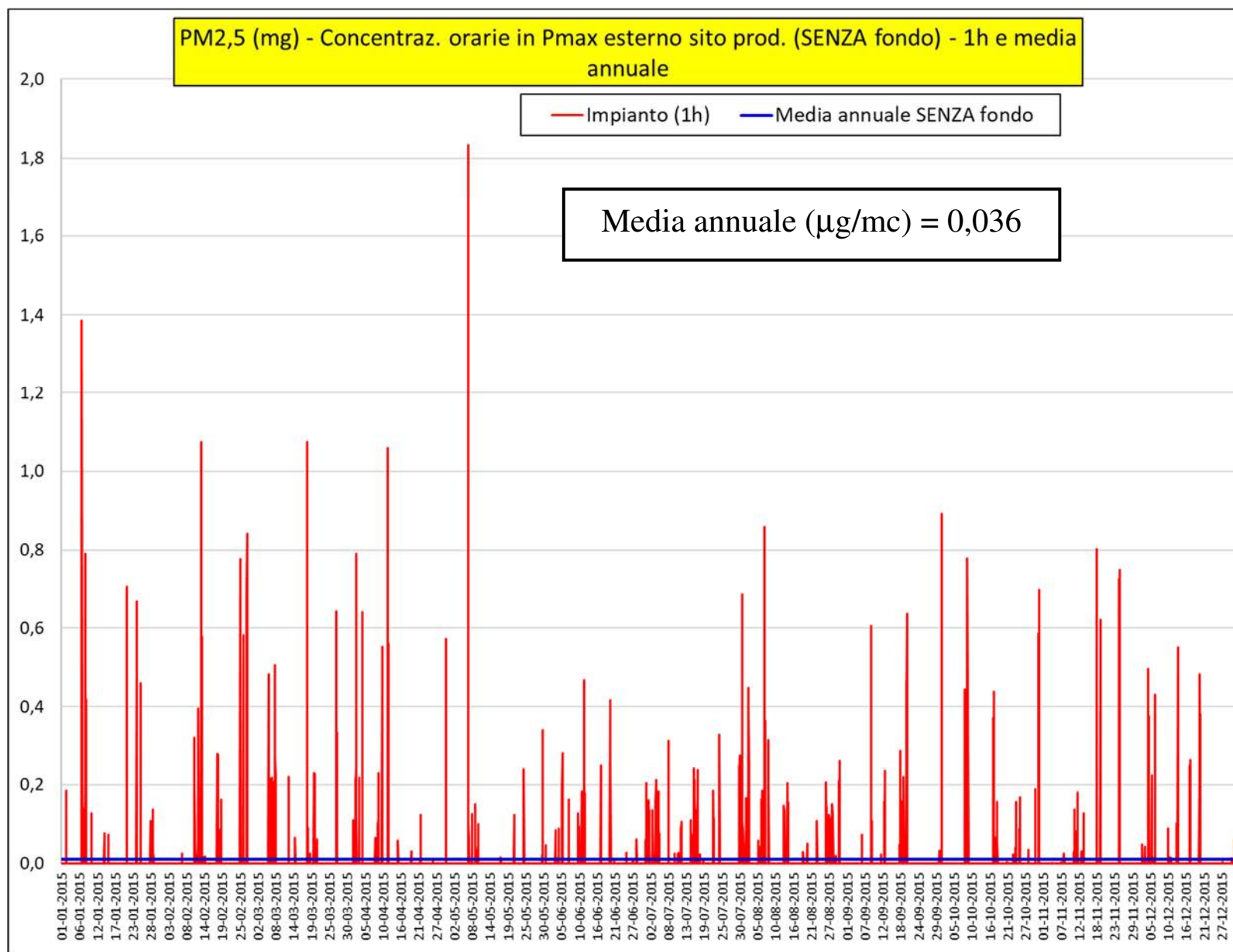
9.1.13 PM_{2,5} - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo)



AREA 1 + AREA 2



Solo AREA 1

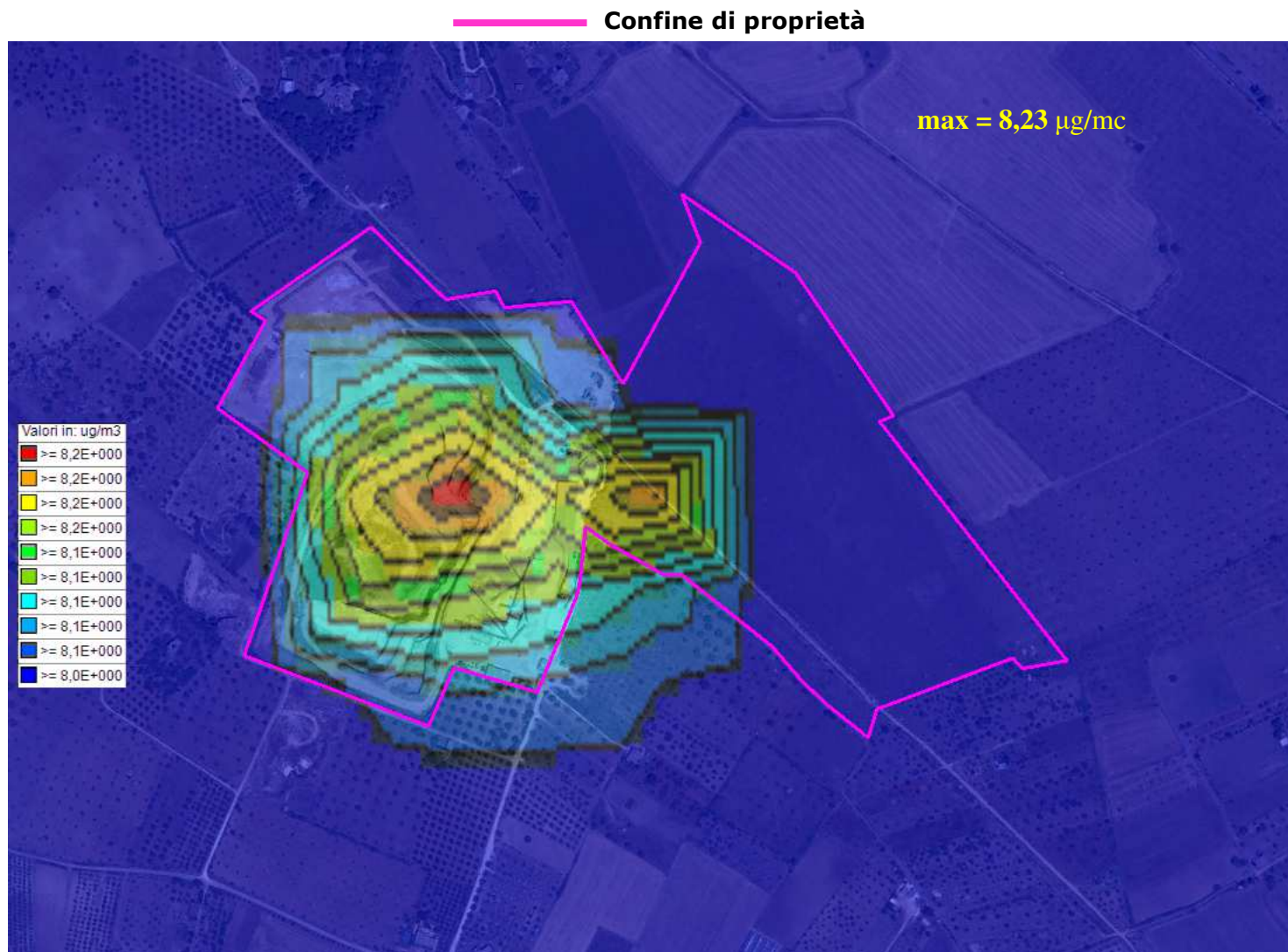


Solo AREA 2

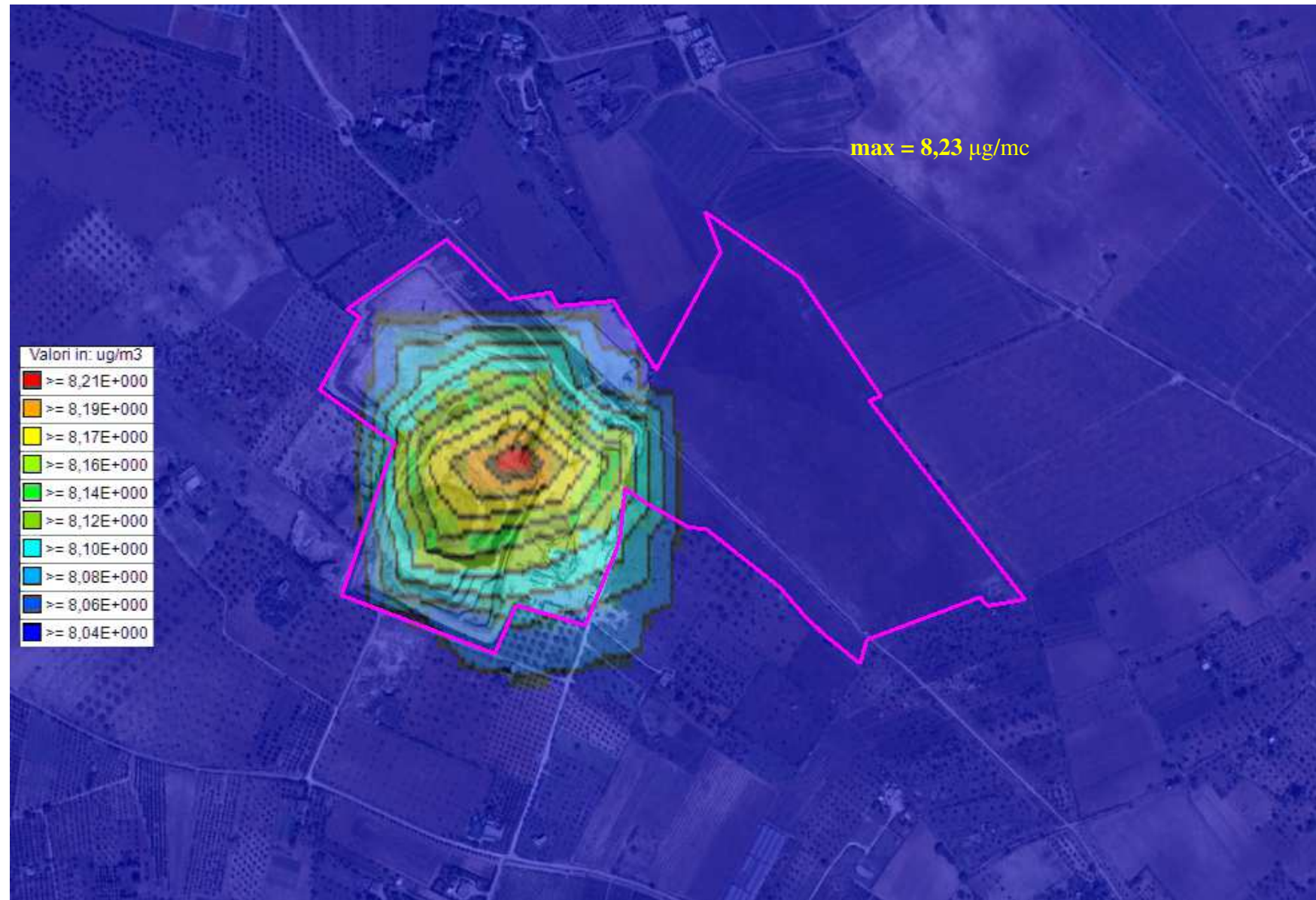
9.2 NO₂

9.2.1 NO₂ - Concentrazione media annua CON fondo

Si riporta la mappa dei valori medi in 1 anno CON fondo, il limite di legge pari a 40 µg/mc.



AREA 1 + AREA 2

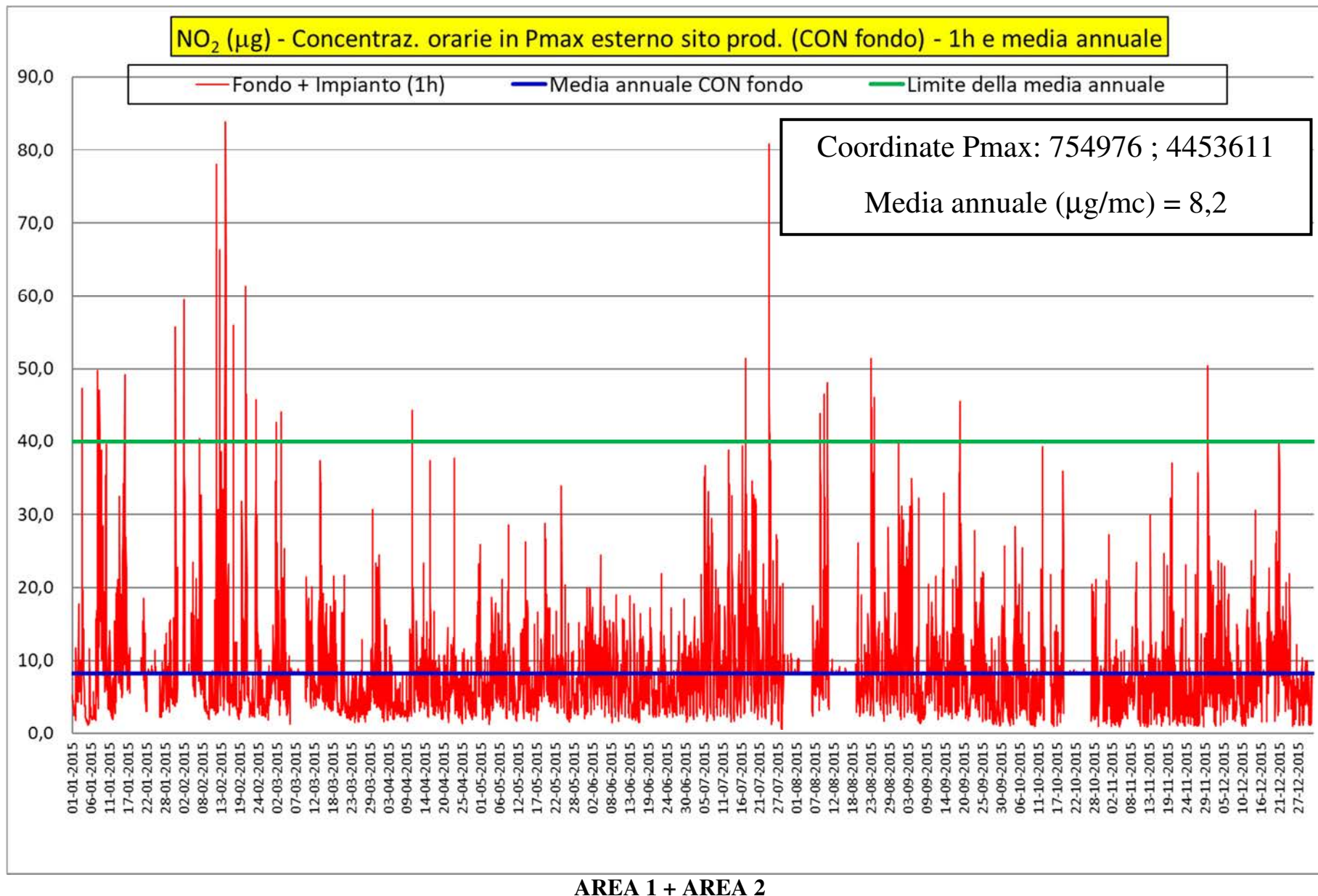


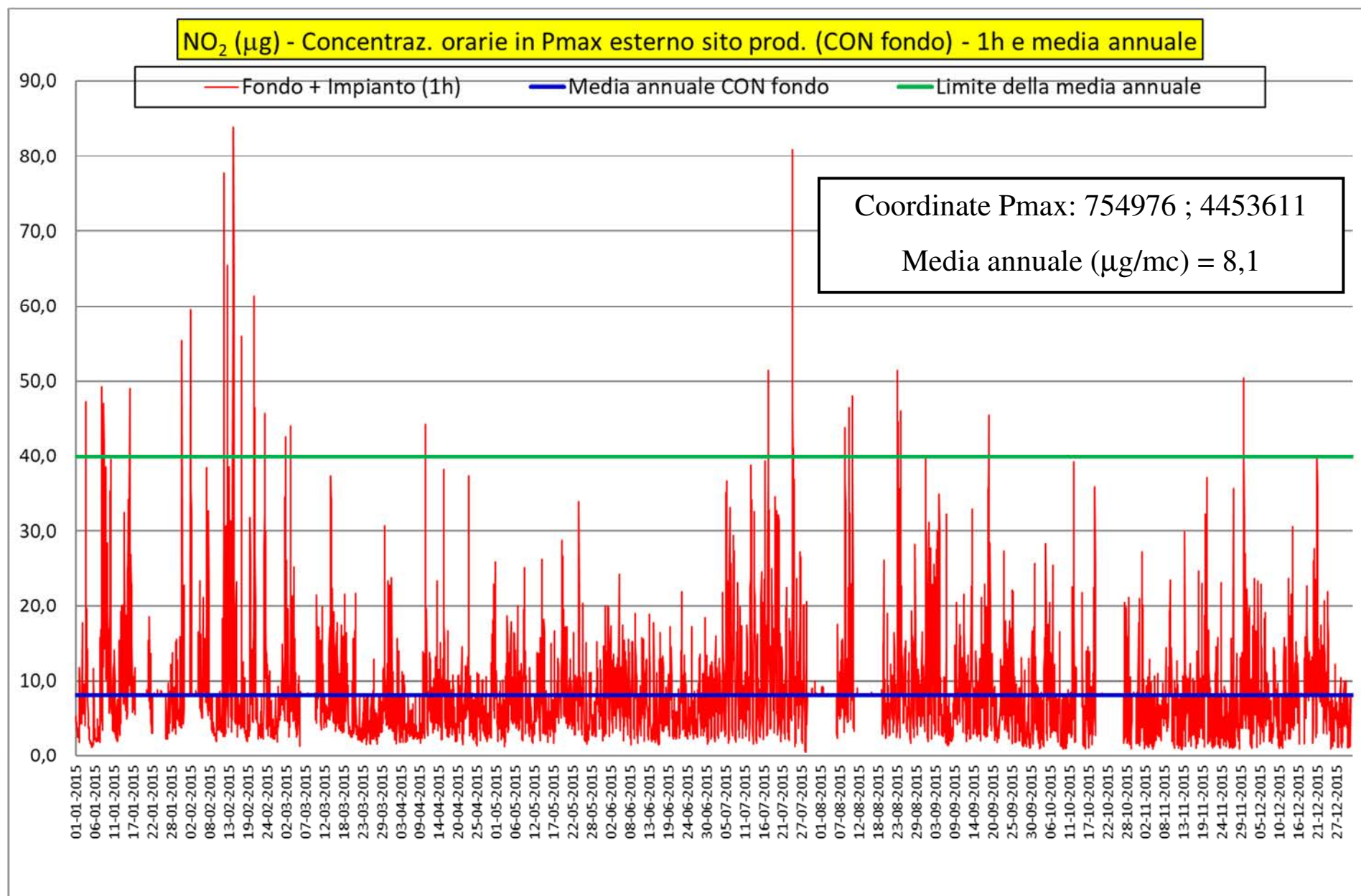
Solo AREA 1

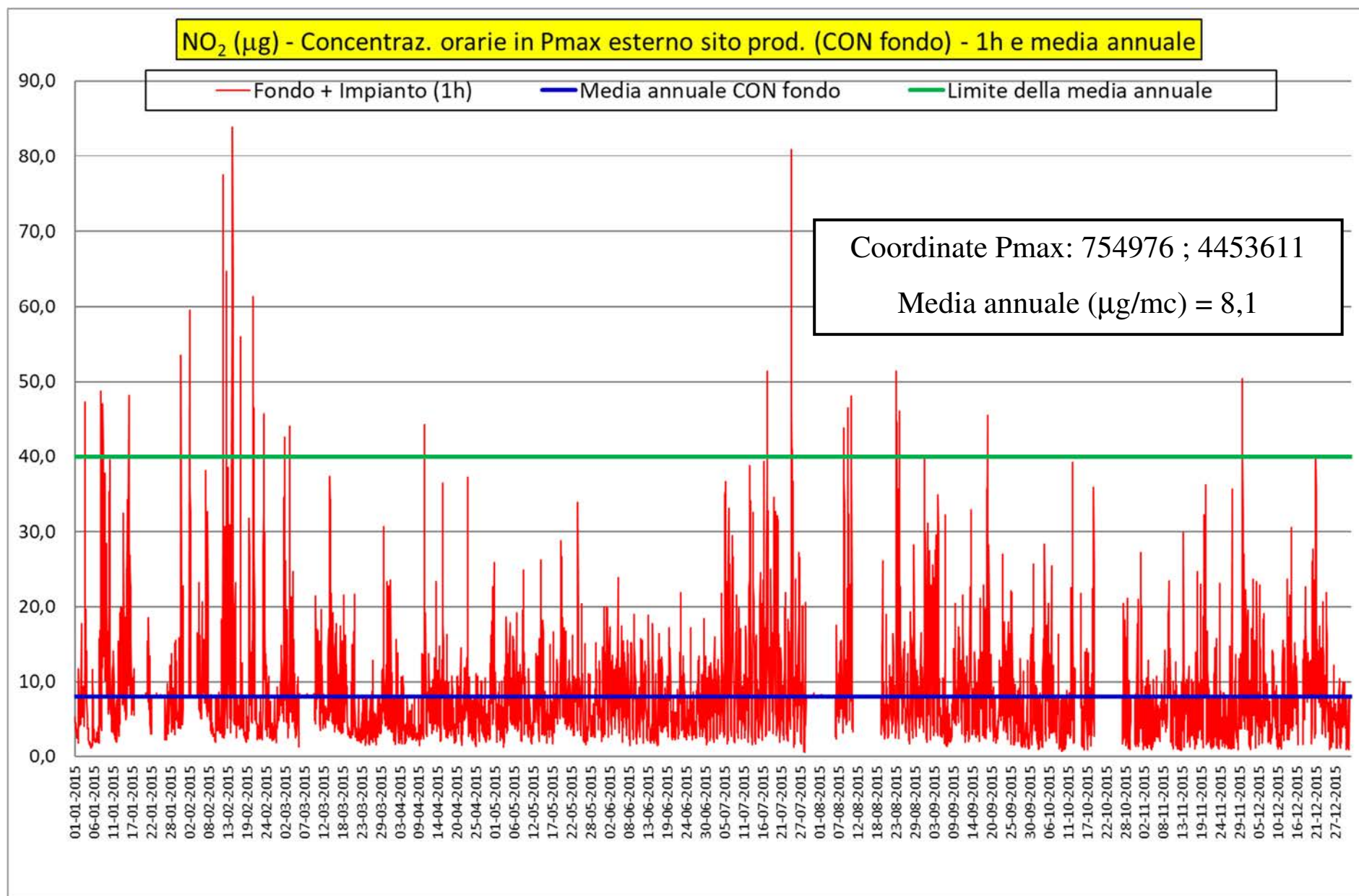


Solo AREA 2

9.2.2 NO₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo) – Media annuale



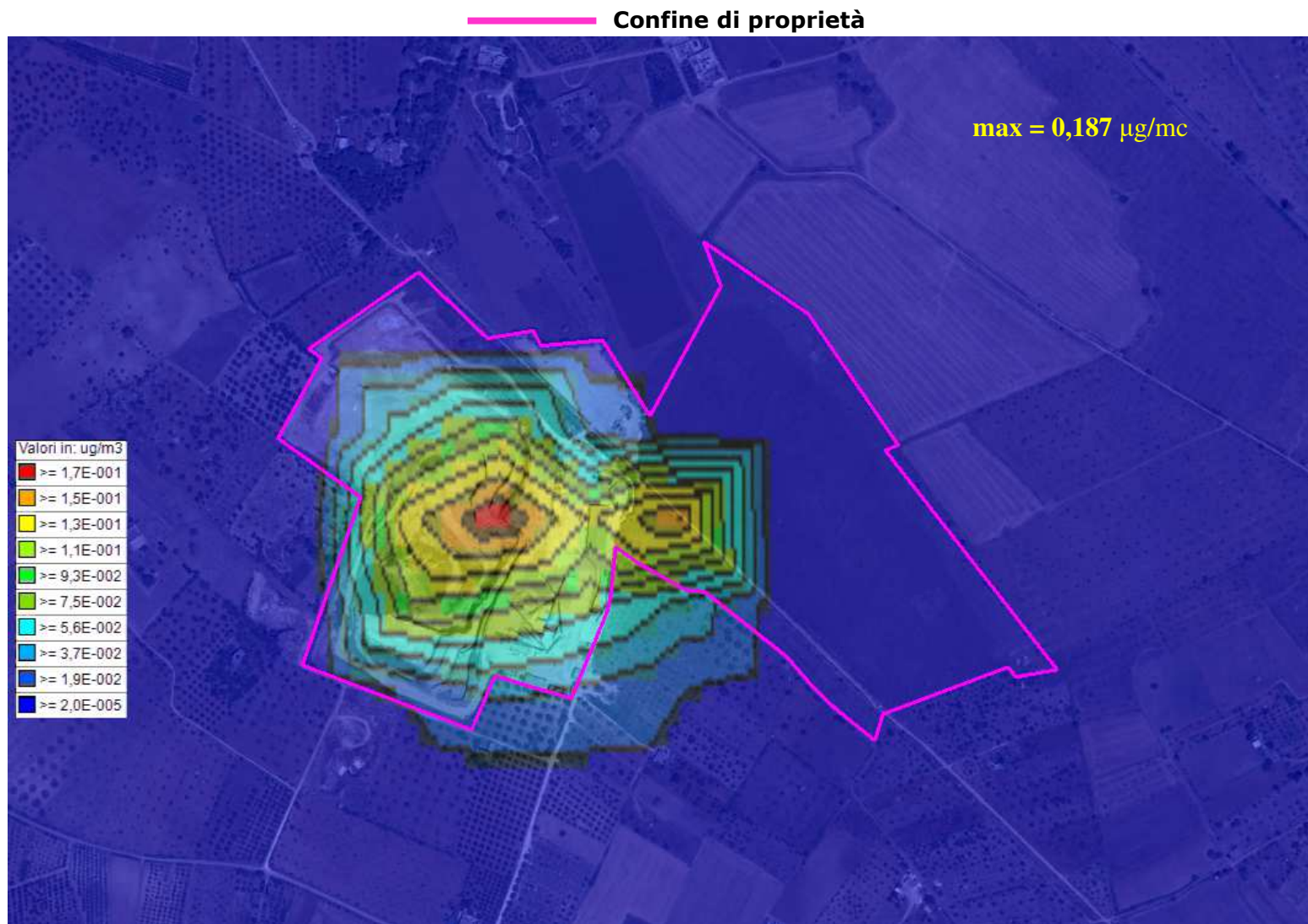




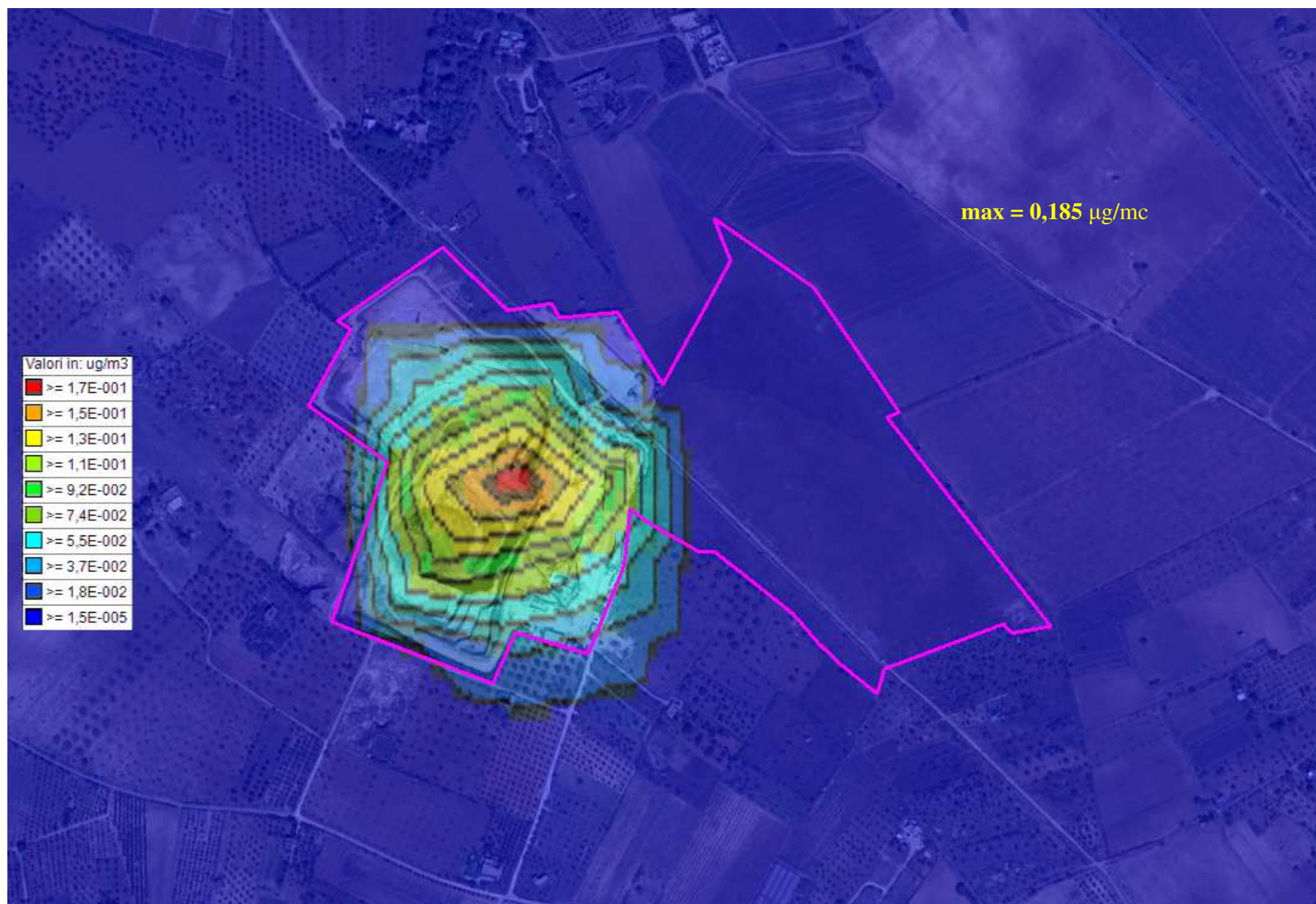
Solo AREA 2

9.2.3 NO₂ - Concentrazione media annua SENZA fondo

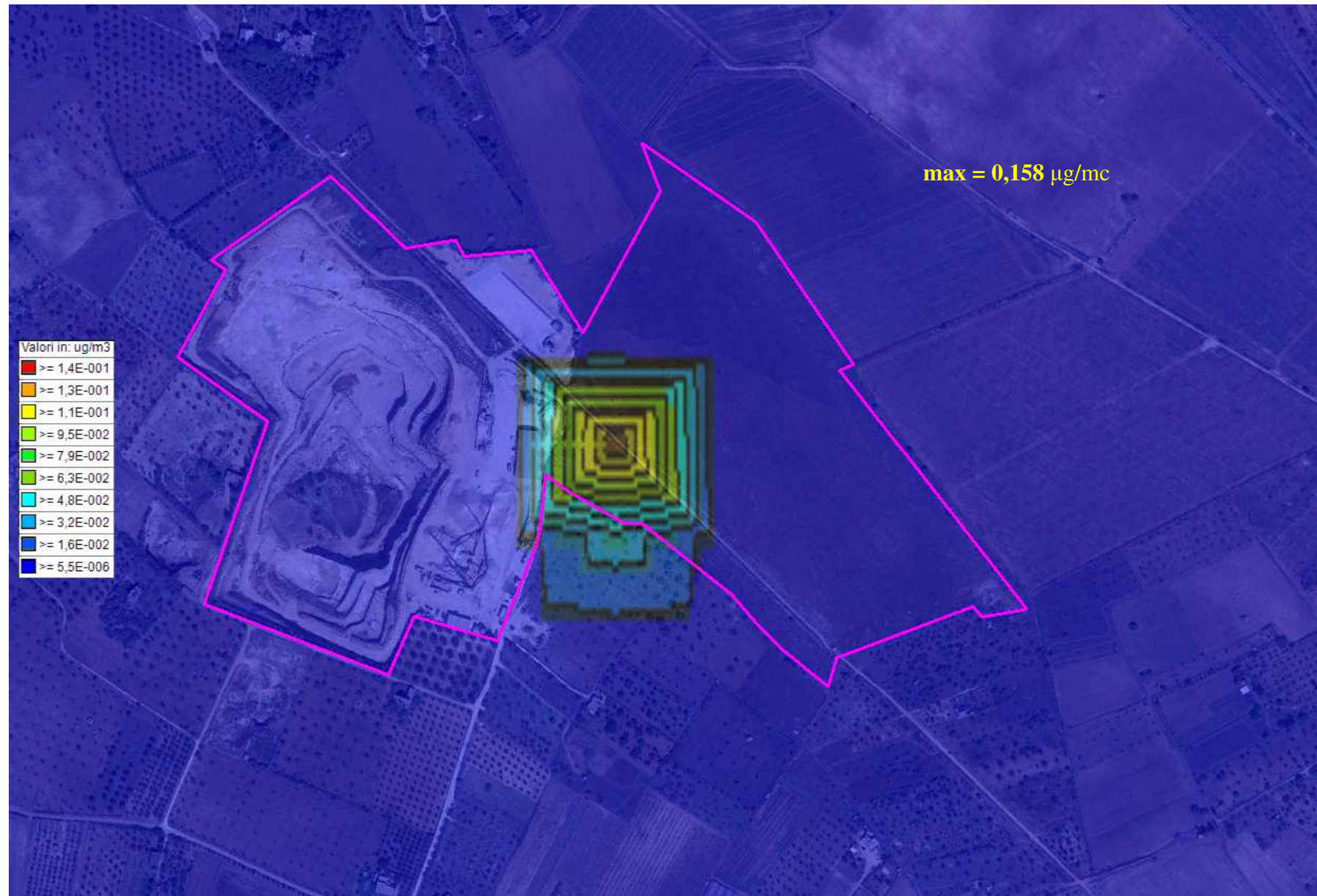
Si riporta la mappa dei valori medi in 1 anno SENZA fondo il cui valore massimo è pari a 0,187 µg/mc.



AREA 1 + AREA 2

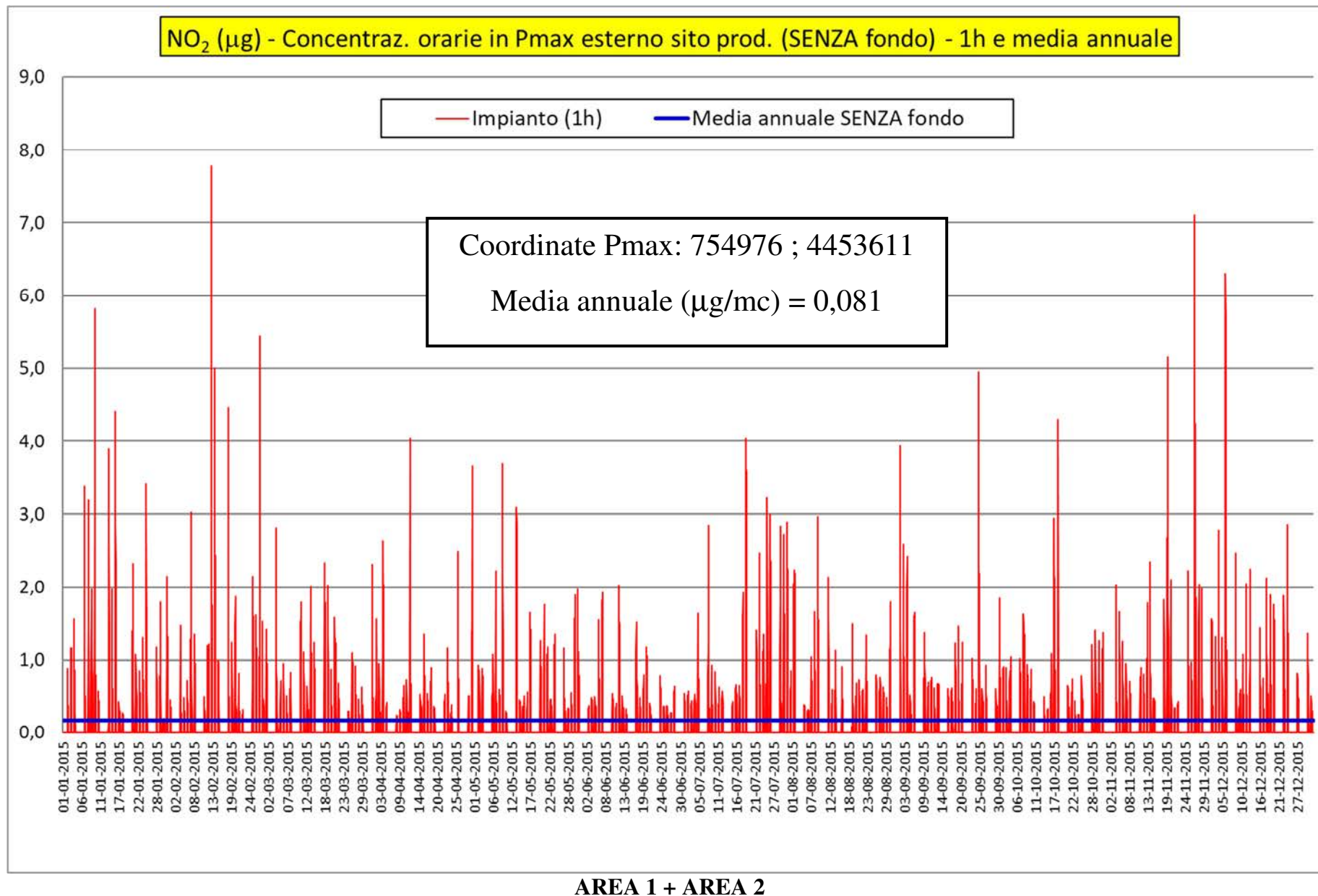


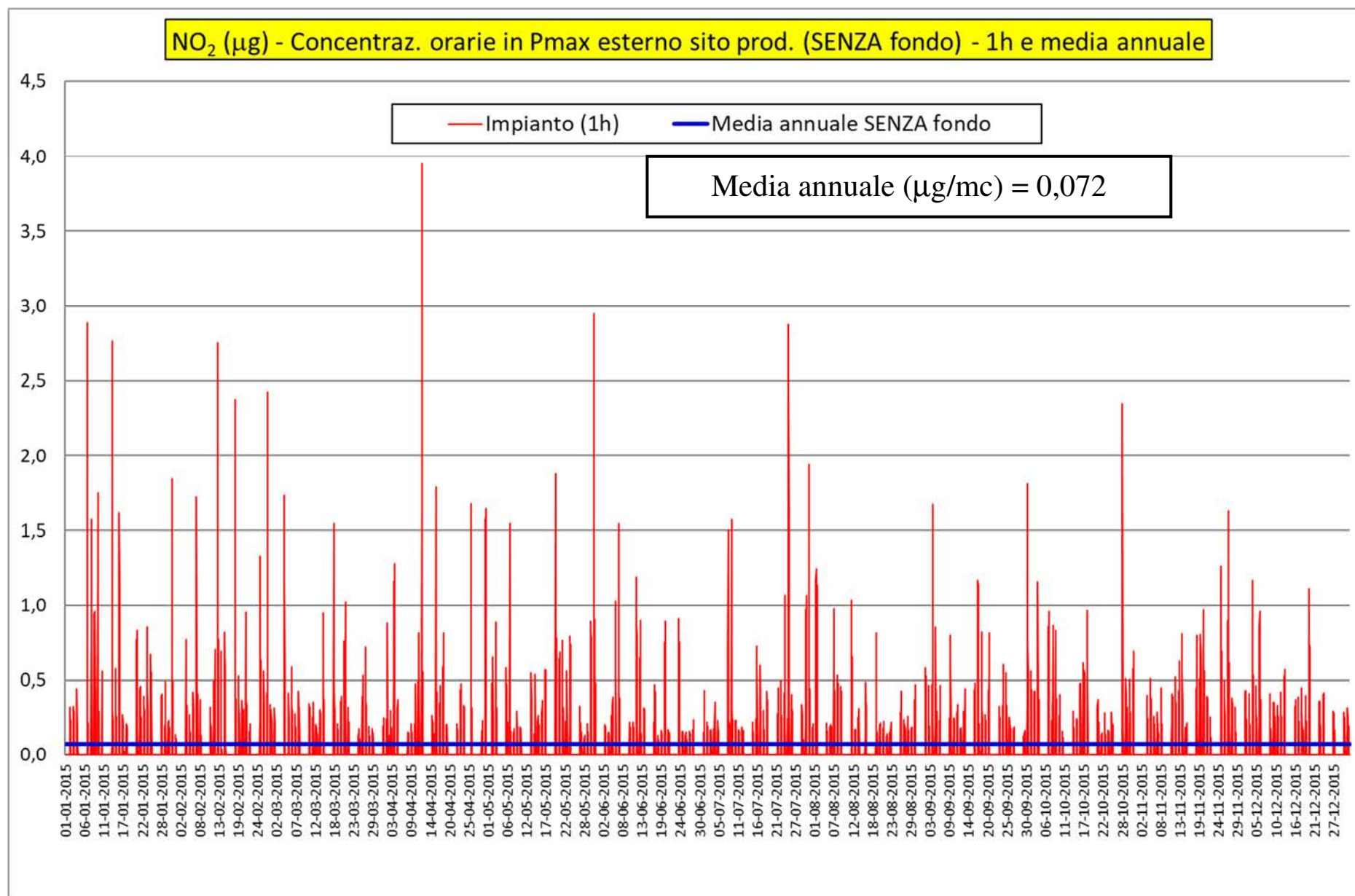
Solo AREA 1



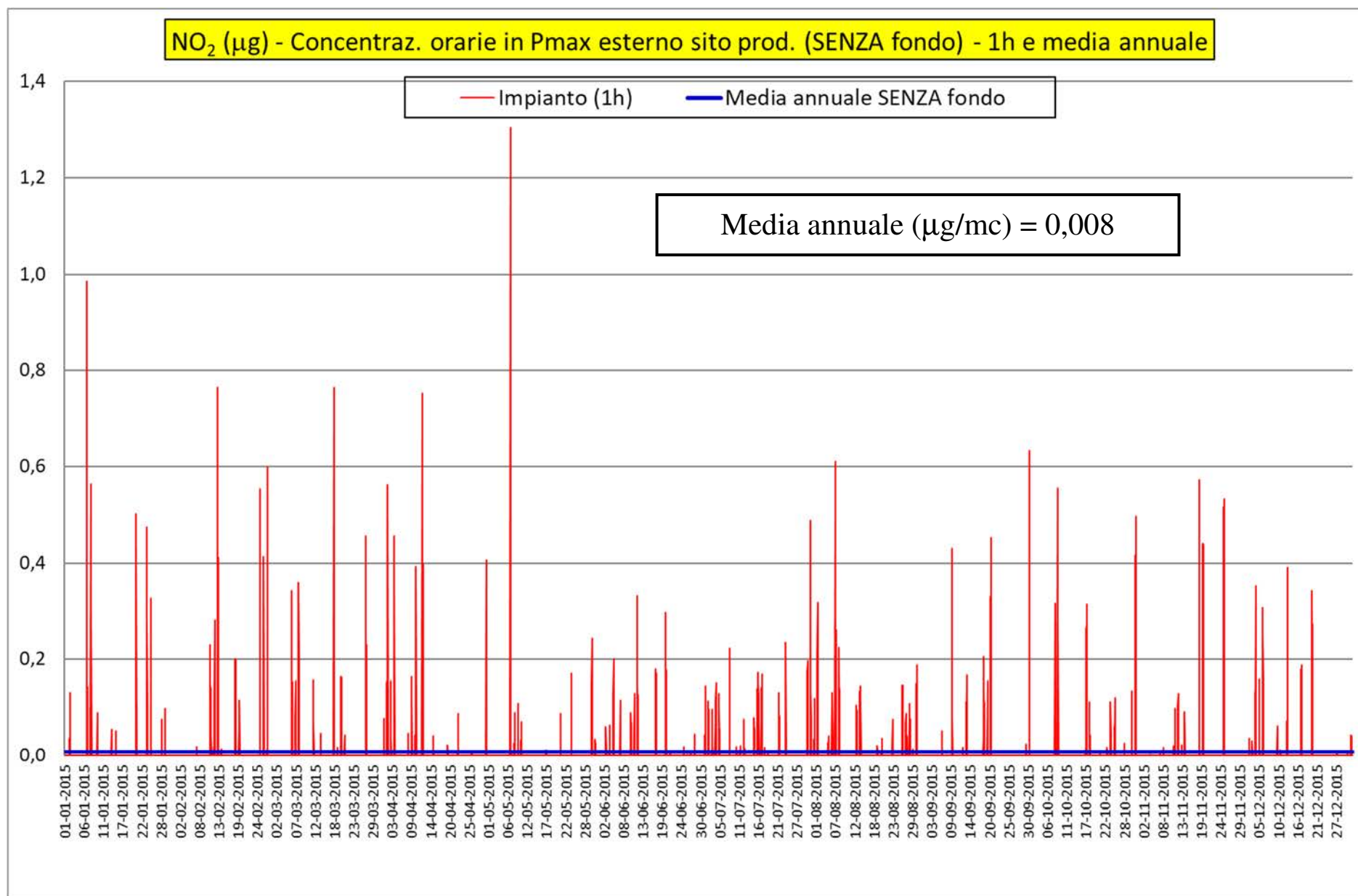
Solo AREA 2

9.2.4 NO₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo) – Media annuale





Solo AREA 1



Solo AREA 2

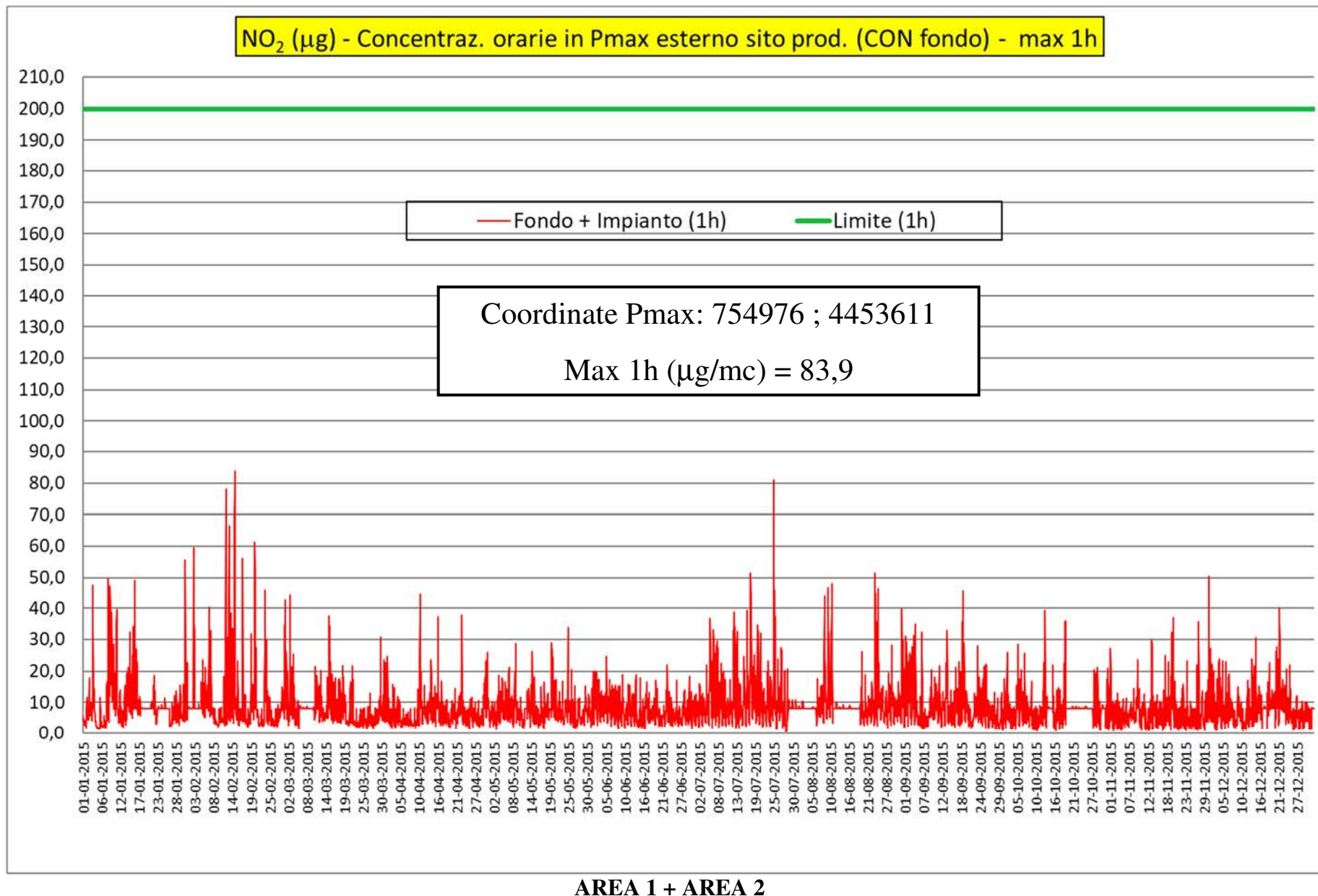
9.2.5 NO₂ - Concentrazione massima 1 ora CON fondo

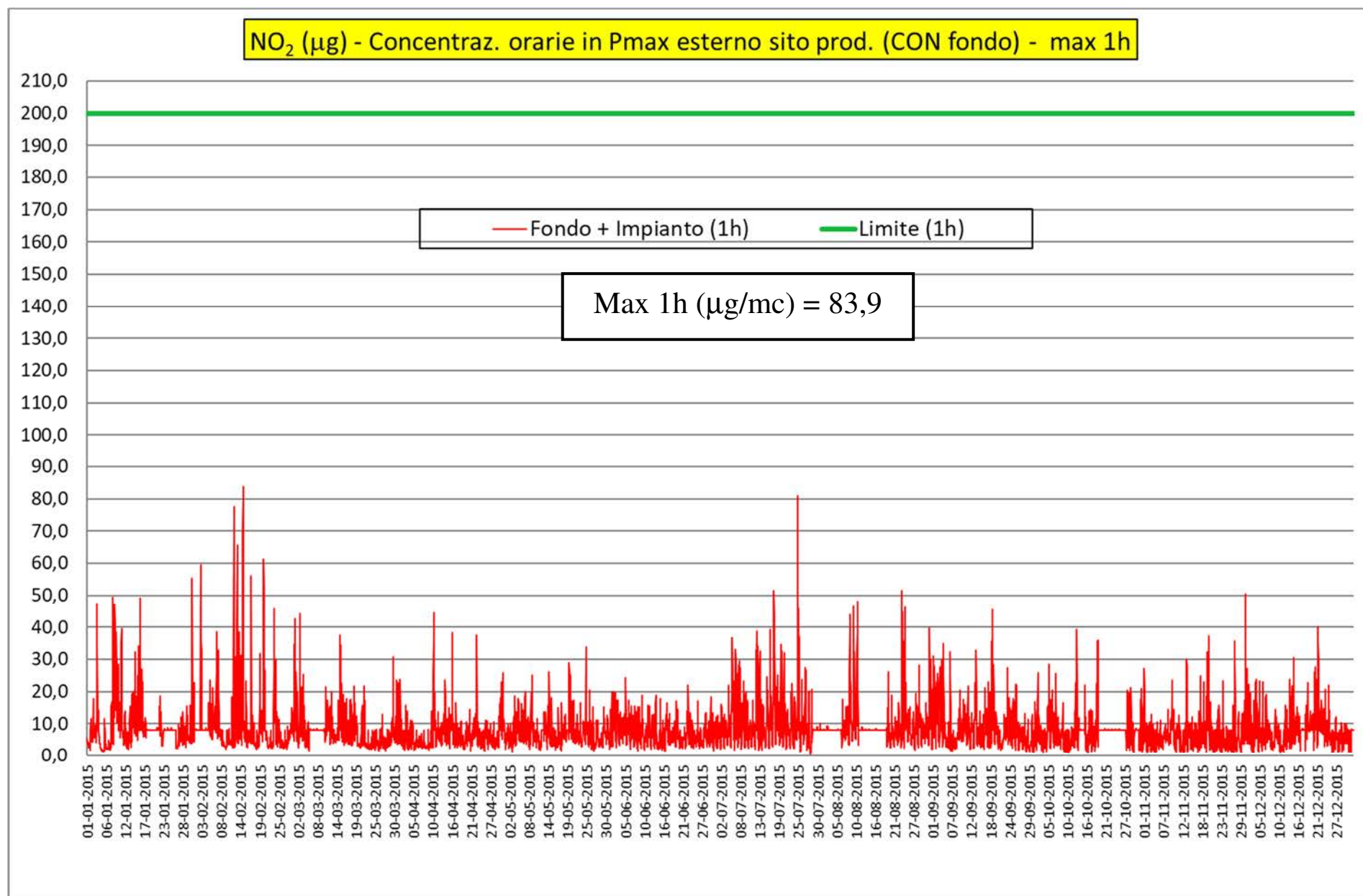
Per quanto riguarda il valore massimo su media di 1 ora CON fondo, il valore massimo risulta essere costante su tutto il dominio di calcolo ed uguale a 83,9 µg/mc (effetti di AREA 1 + AREA 2). Essendo il limite di legge pari a 200 µg/mc (da non superare più di 18 volte per anno civile), dato che tale valore non viene mai superato, ne consegue che **tale limite è rispettato e non ci sono superamenti di esso.**

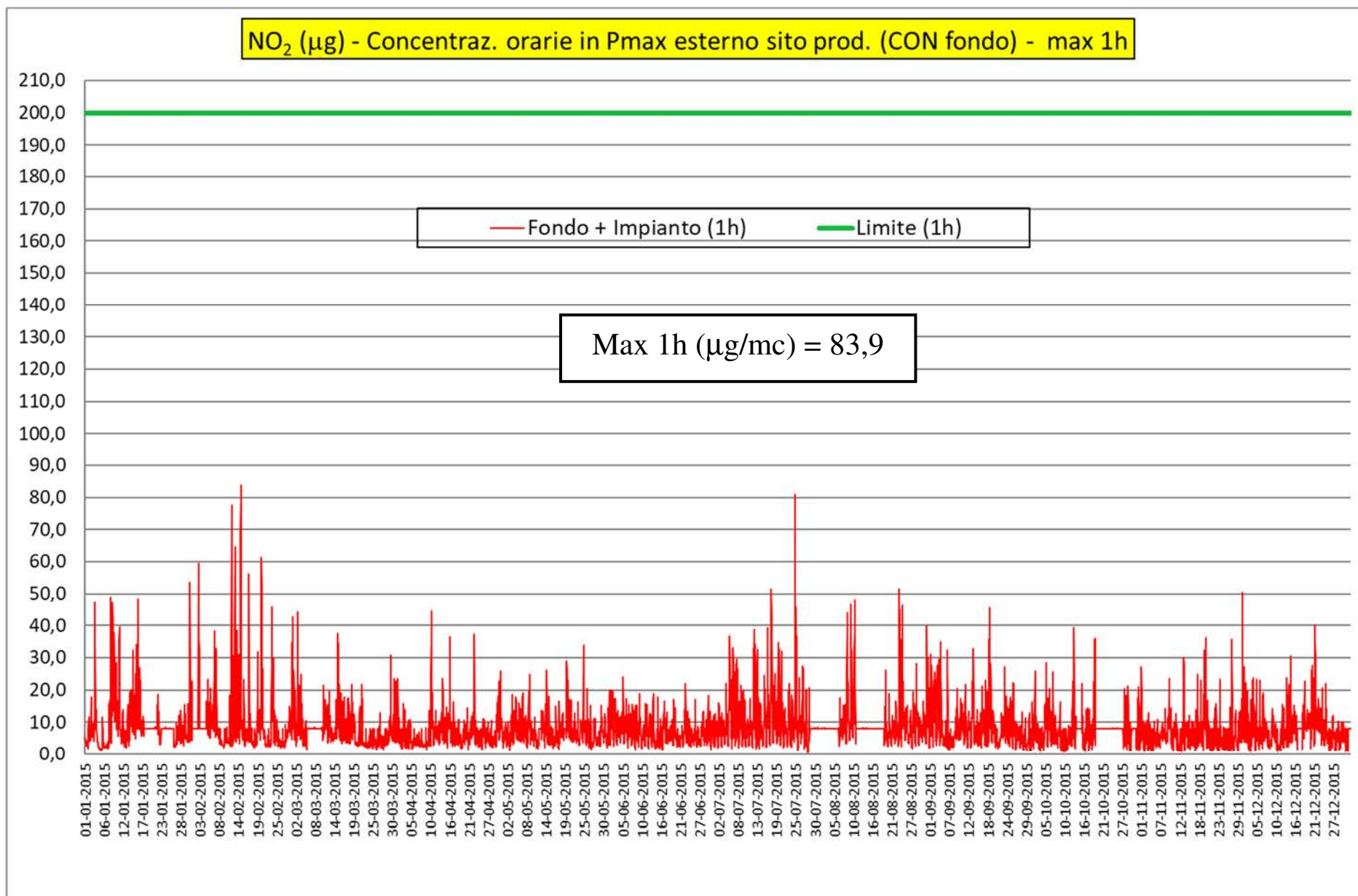
Considerando gli effetti della sola AREA 1 il valore massimo, costante su tutto il dominio, è pari a 83,9 µg/mc

Considerando gli effetti della sola AREA 2 il valore massimo, costante su tutto il dominio, è pari a 83,9 µg/mc

9.2.6 NO₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (CON fondo) – Massimo 1 ora



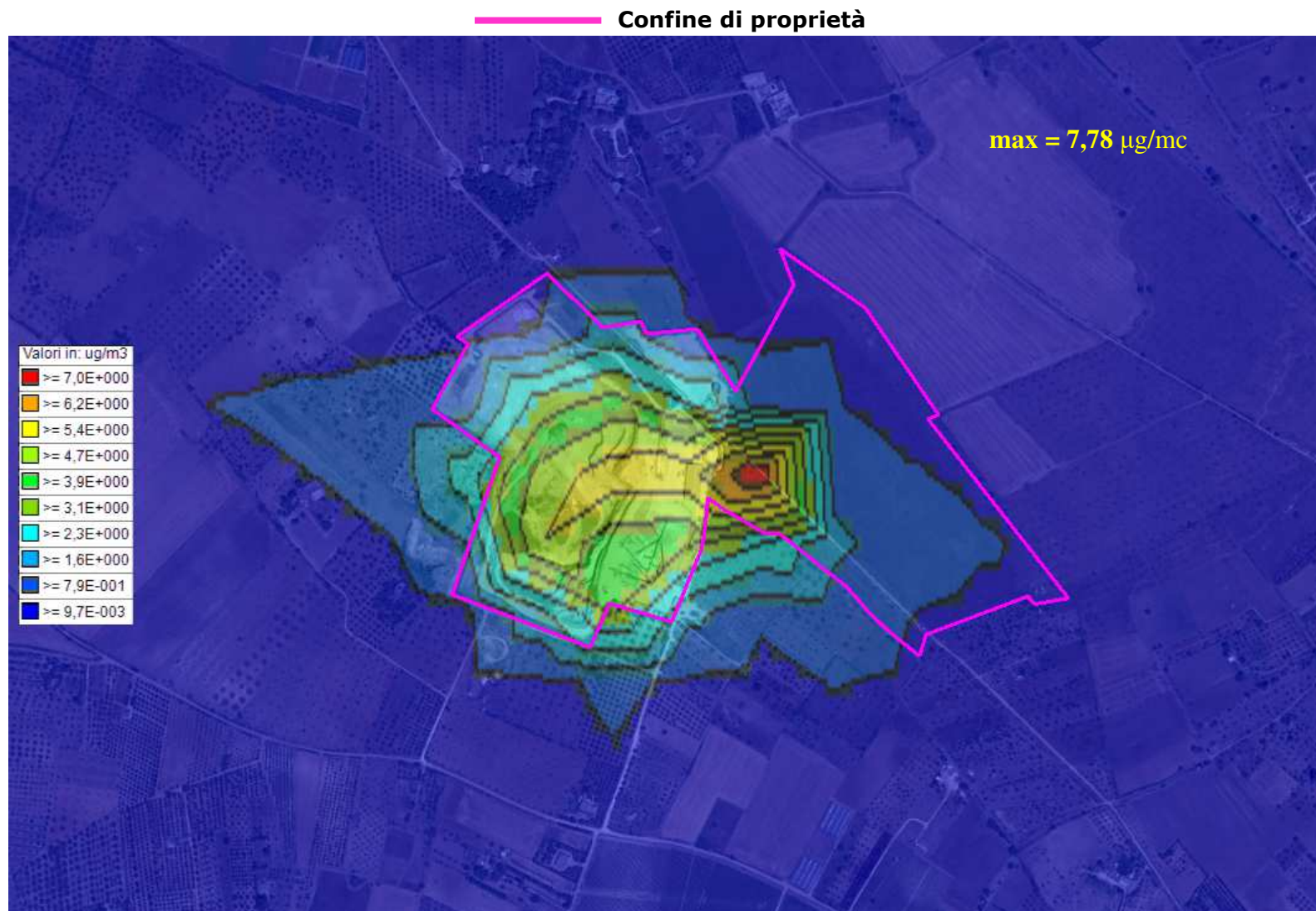




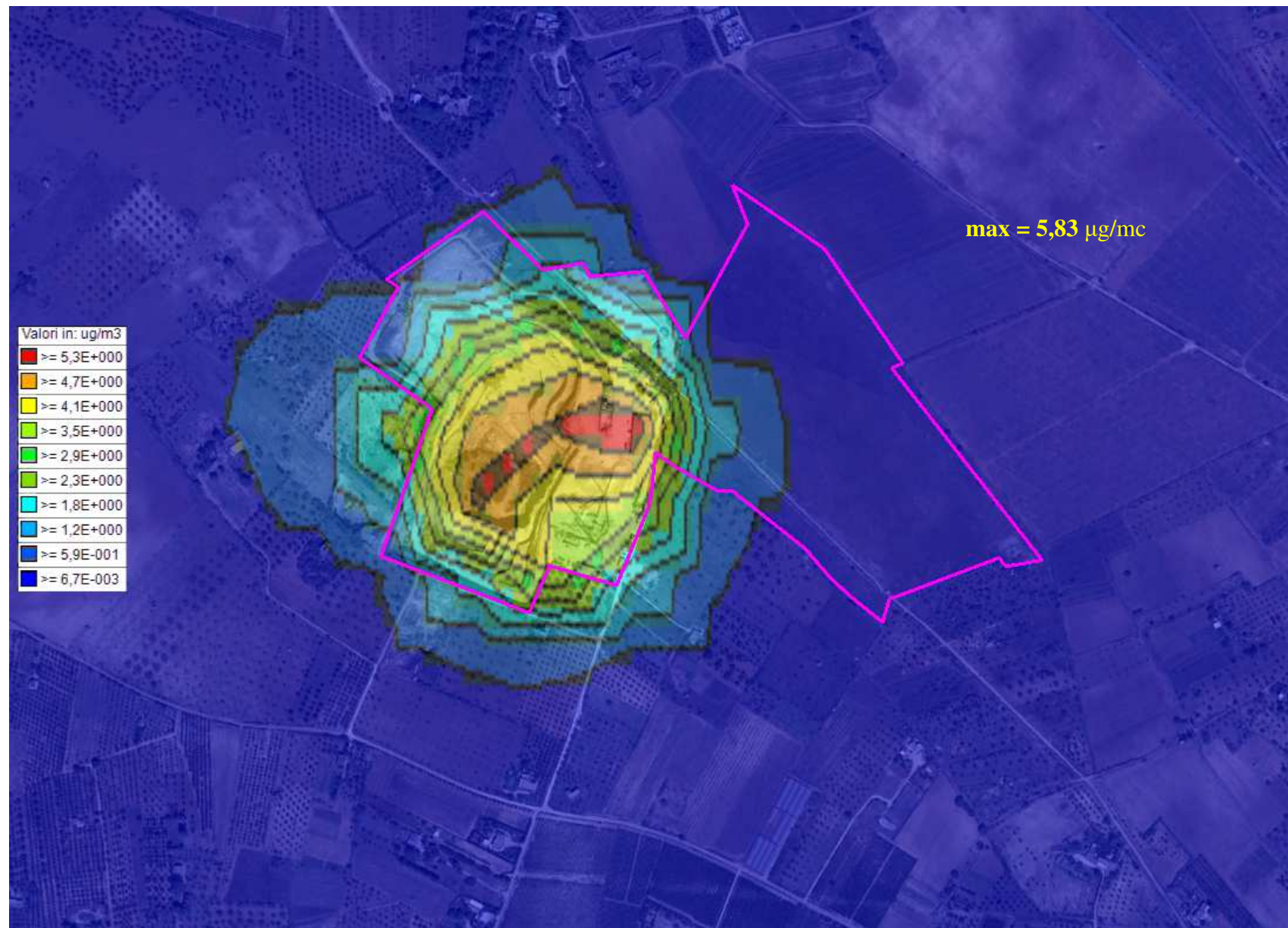
Solo AREA 2

9.2.7 NO₂ - Concentrazione massima 1 ora SENZA fondo

Si riporta la mappa dei valori massimi su media di 1 ora SENZA fondo.



AREA 1 + AREA 2

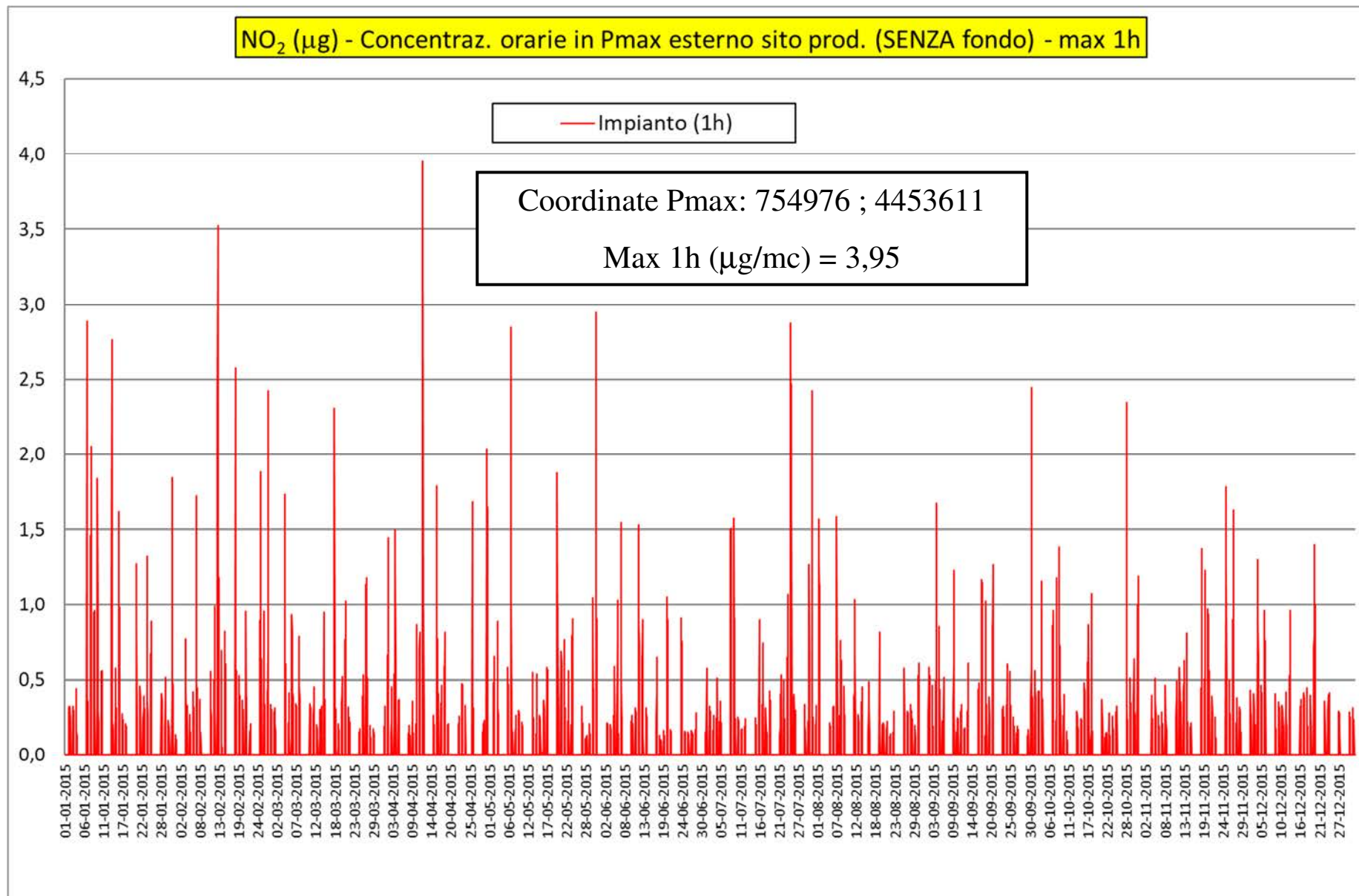


Solo AREA 1

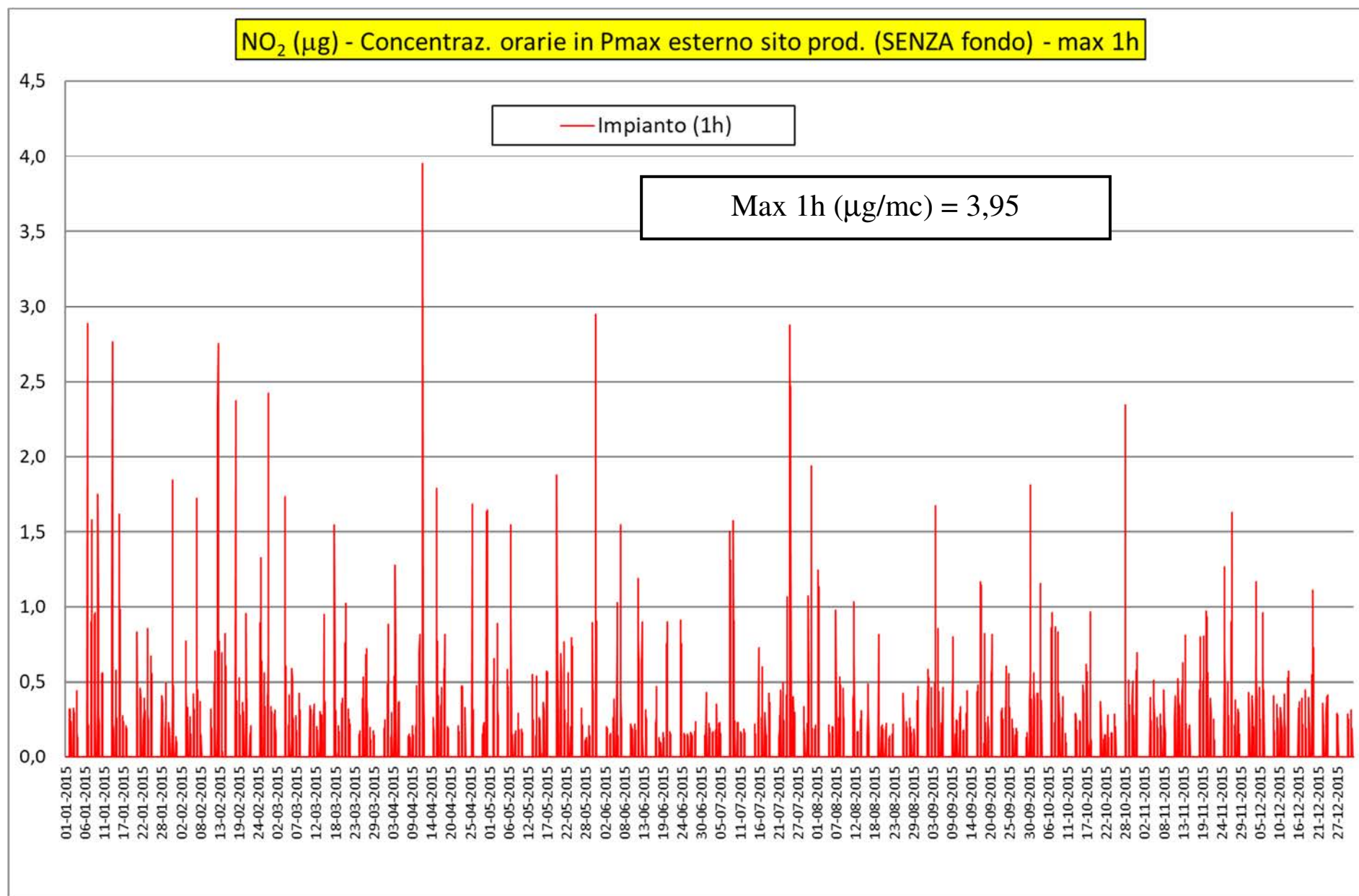


Solo AREA 2

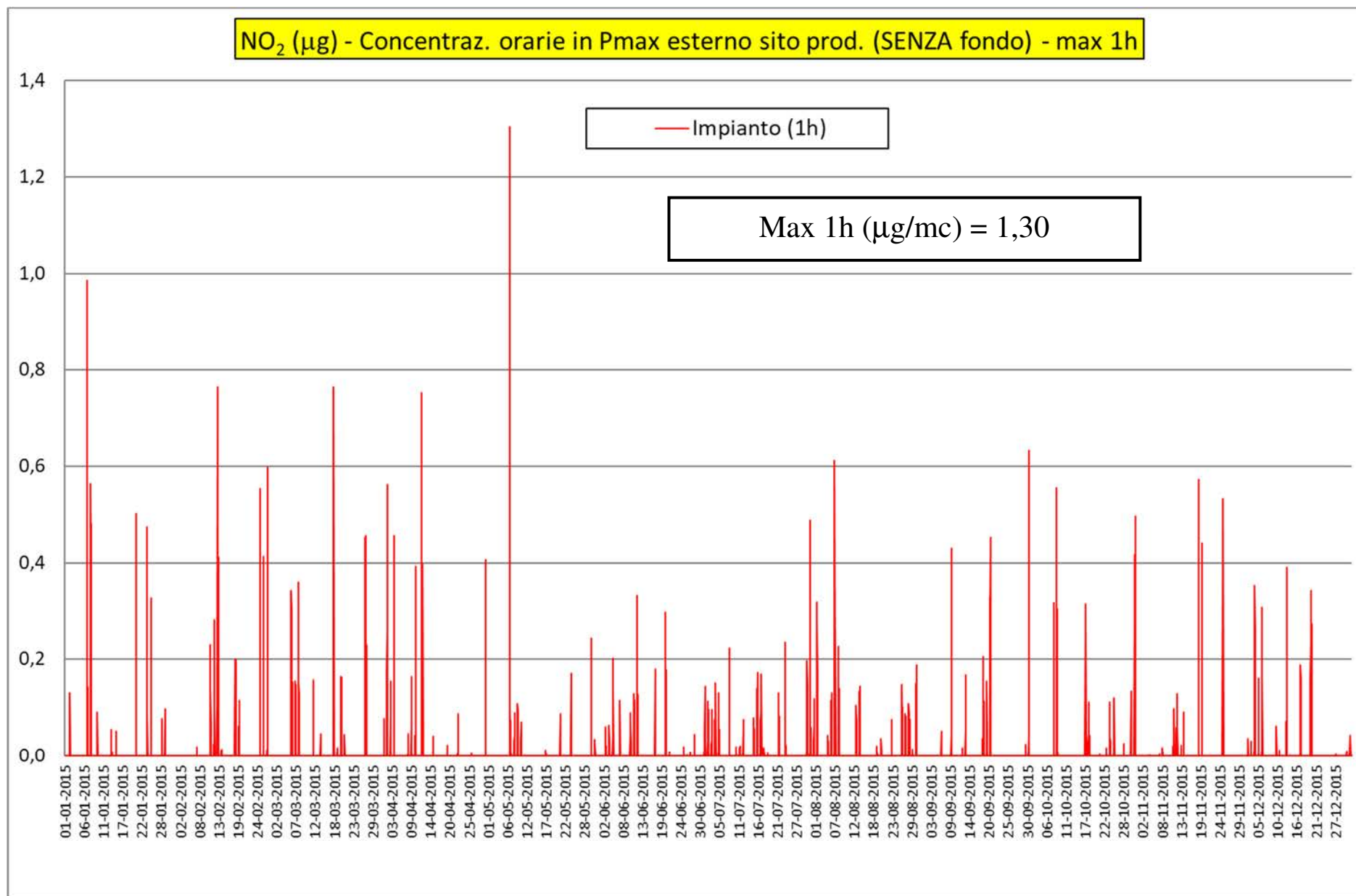
9.2.8 NO₂ - Diagramma orario nel punto di massimo all'esterno del sito produttivo (SENZA fondo) – Massimo 1 ora



AREA 1 + AREA 2



Solo AREA 1



Solo AREA 2

10 Riassunto dei risultati calcolati su TUTTO IL DOMINIO

Inquinante	Periodo di mediazione	Concentraz./Superam. (SOLO fondo)	Concentrazione (SOLO ATTIVITÀ, SENZA fondo)	Concentraz./Superam. (ATTIVITÀ CON fondo)	Valori limite D.Lgs. 155/2010	Verifica valore limite
PM10	Media Anno civile	26,1 (mg/mc)	2,59 (mg/mc)	28,7 (mg/mc)	40 (mg/mc)	SI
	Max 24 ore	101,4 (mg/mc)	11,7 (mg/mc)	103 (mg/mc)	50 (mg/mc)	SI
		10,0 (superam./anno)		18 (superam./anno)	35 (max. superam./anno)	
PM2,5	Media Anno civile	17,7 (mg/mc)	0,687 (mg/mc)	18,4 (mg/mc)	25 (mg/mc)	SI
NO ₂	Media Anno civile	8,0 (mg/mc)	0,187 (mg/mc)	8,23 (mg/mc)	40 (mg/mc)	SI
	Max 1 ora	83,9 (mg/mc)	7,78 (mg/mc)	83,9 (mg/mc)	200 (mg/mc)	SI
		0 (superam./anno)		0 (superam./anno)	18 (max. superam./anno)	

Per quanto riguarda le emissioni di PTS, effettuando il calcolo come descritto nel paragrafo “TIPOLOGIA DI EMISSIONI”:

$$PTS (mg/m^3) = \frac{PM10_{24h,FONDO+IMPIANTO} (\mu g)}{1000 \cdot 0,7} = 0,147$$

che è inferiore al limite di 5 mg/Nm³ previsto dal D.Lgs. 152/2006.

Considerando i suddetti risultati si prevede la compatibilità ambientale delle emissioni di emissioni di PTS, PM10, PM2,5 e NO2 del sito produttivo in tutto il dominio di calcolo.

11 Riassunto dei risultati calcolati nel PUNTO DI MASSIMA RICADUTA ESTERNO AL SITO PRODUTTIVO

Inquinante	Periodo di mediazione	Concentraz./Superam. (SOLO fondo)	Concentrazione (SOLO ATTIVITÀ, SENZA fondo)	Concentraz./Superam. (ATTIVITÀ CON fondo)	Valori limite D.Lgs. 155/2010	Verifica valore limite
PM10	Media Anno civile	26,1 (mg/mc)	1,021 (mg/mc)	27,1 (mg/mc)	40 (mg/mc)	SI
	Max 24 ore	101,4 (mg/mc)	6,64 (mg/mc)	102,0 (mg/mc)	50 (mg/mc)	SI
		10 (superam./anno)		14 (superam./anno)	35 (max. superam./anno)	
PM2,5	Media Anno civile	17,7 (mg/mc)	0,261 (mg/mc)	17,9 (mg/mc)	25 (mg/mc)	SI
NO ₂	Media Anno civile	8,0 (mg/mc)	0,081 (mg/mc)	8,2 (mg/mc)	40 (mg/mc)	SI
	Max 1 ora	83,9 (mg/mc)	3,95 (mg/mc)	83,9 (mg/mc)	200 (mg/mc)	SI
		0 (superam./anno)		0 (superam./anno)	18 (max. superam./anno)	

Per quanto riguarda le emissioni di PTS, effettuando il calcolo come descritto nel paragrafo “TIPOLOGIA DI EMISSIONI”:

$$PTS (mg/m^3) = \frac{PM10_{MAX,24h,FONDO+IMPIANTO} (\mu g)}{1000 \cdot 0,7} = 0,146$$

che è inferiore al limite di 5 mg/Nm³ previsto dal D.Lgs. 152/2006.

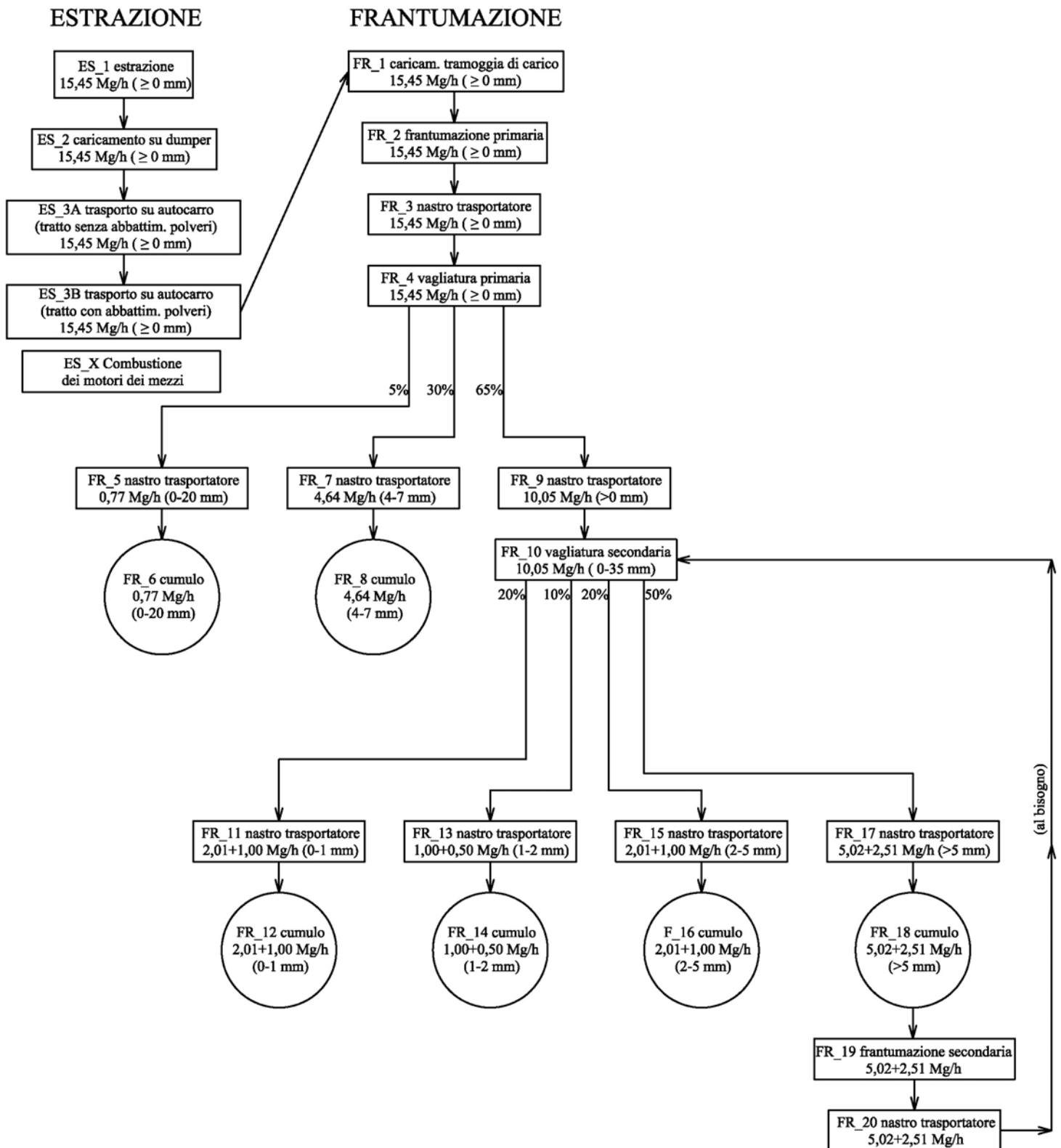
Considerando i suddetti risultati si prevede la compatibilità ambientale delle emissioni di PTS, PM10, PM2,5 e NO₂ del sito produttivo nel punto di massima ricaduta all'esterno dello stesso.

12 CONCLUSIONI

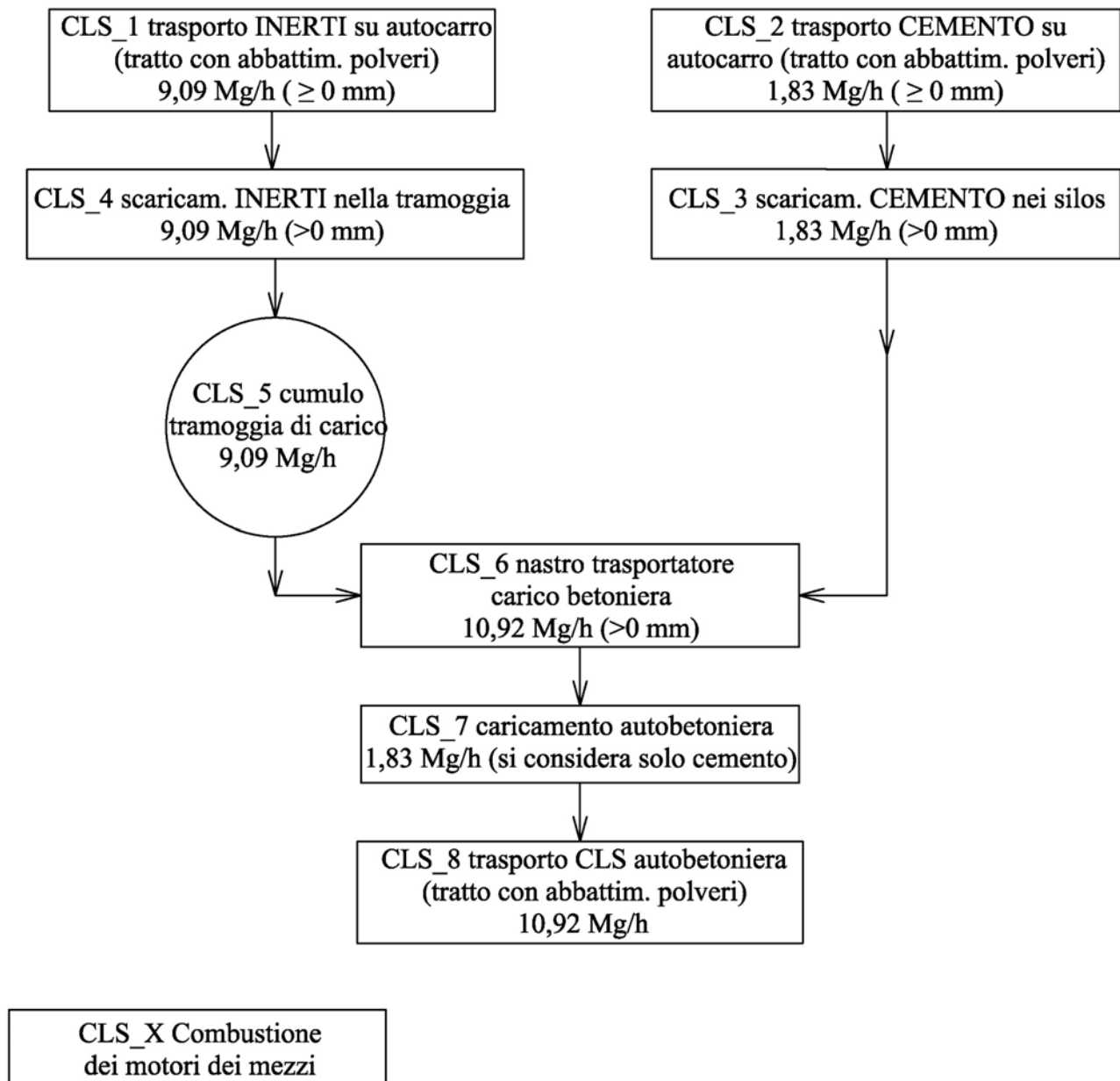
Sulla base dei risultati ottenuti si deduce che le emissioni degli inquinanti analizzati provenienti dall'attività in esame rispetteranno la normativa vigente in materia di qualità dell'aria (D.Lgs. 152/2006 e D.Lgs. 155/2010), per cui **si prevede la compatibilità ambientale delle emissioni di PTS, PM10, PM2,5 e NO₂ del sito produttivo in oggetto.**

ALLEGATI

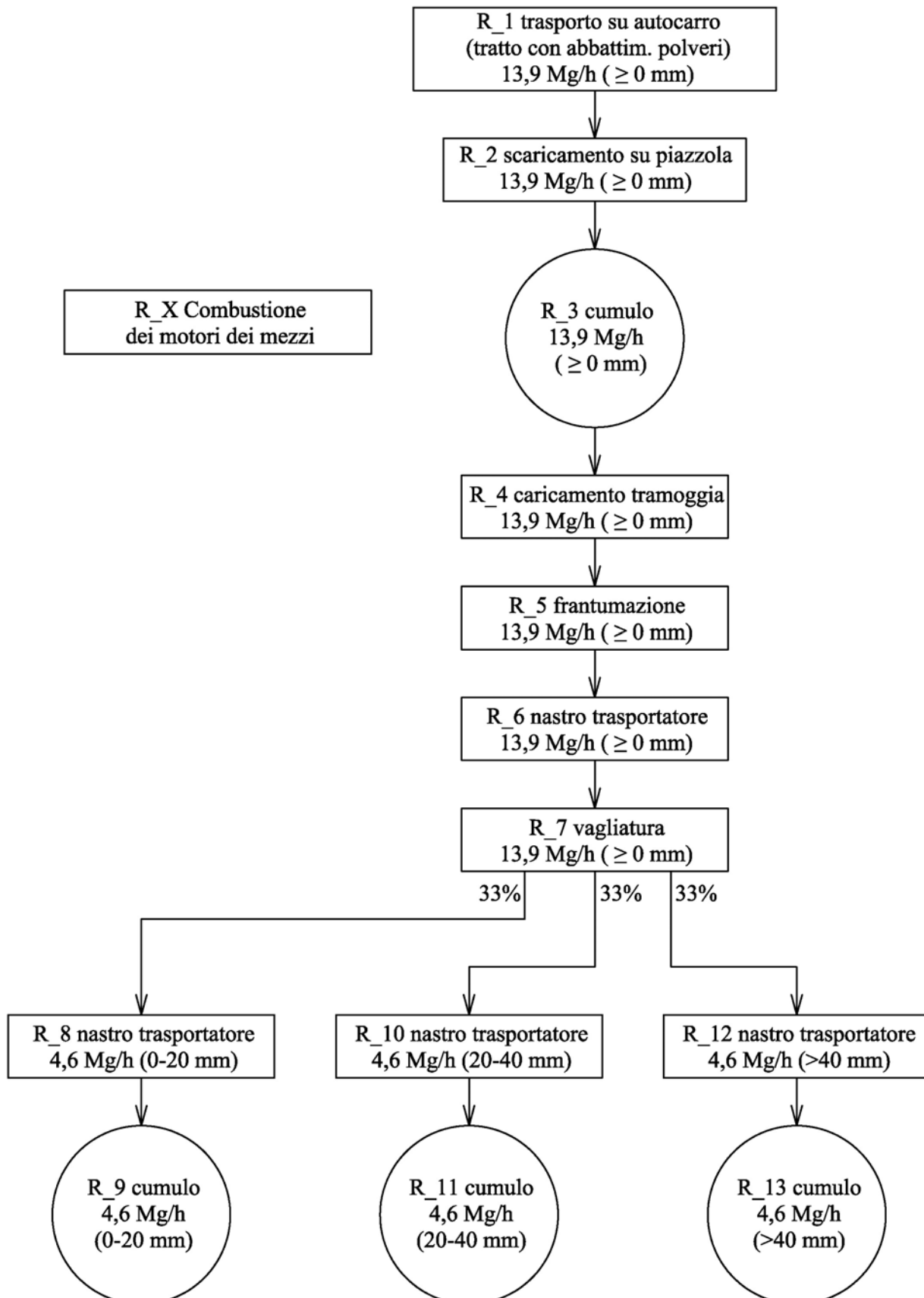
ALLEGATO 1 – SCHEMA A BLOCCHI



IMP. CALCESTRUZZI



RECUPERO INERTI



ALLEGATO 2 – FORNITURA DATI METEO

MAIND		Modellistica ambientale	
Maind S.r.l. Milano	P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano	tel. +39 (0)2 2367490	Informazioni: info@maindsupport.it
	C.F. e P.IVA 09596850157	fax. +39 (0)2 45409619	Website: www.maind.it

Report fornitura dati meteorologici in formato MMS CALPUFF

Località Nardò (LE)
Coordinate (40.195031°E , 17.996567°N)
Periodo Anno 2015

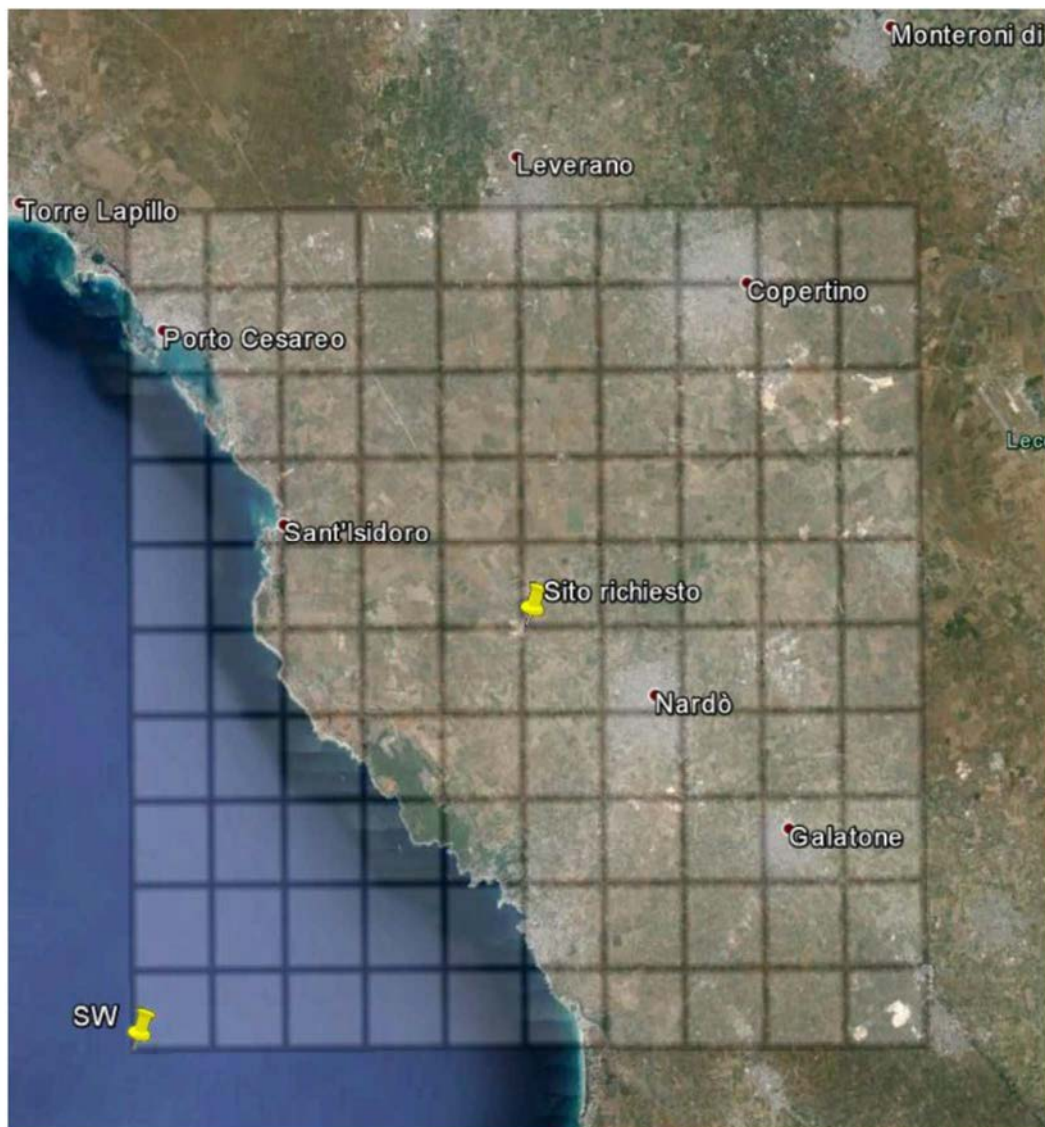
Caratteristiche del dominio richiesto:

Origine SW x = 745753.00 m E - y = 4443159.00 m N UTM fuso 33 – WGS84

Dimensioni orizzontali totali 20 km x 20 km

Risoluzione orizzontale (dimensioni griglia) dx = dy = 2000 m

Risoluzione verticale (quota livelli verticali) 0-20-50-90-110-290-410-990-2010-2990-4010 m sul livello del suolo



MAIND		Modellistica ambientale	
Maind S.r.l. Milano	P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano	tel. +39 (0)2 2367490	Informazioni: info@maindsupport.it
	C.F. e P.IVA 09596850157	fax. +39 (0)2 45409619	Website: www.maind.it

I dati forniti sono stati ricostruiti per l'area descritta attraverso un'elaborazione "mass consistent" effettuata con il modello meteorologico CALMET con risoluzione 2000 m dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO presenti sul territorio nazionale; nella figura seguente vengono riportate le stazioni SYNOP ICAO più prossime all'area richiesta



MAIND			
Modellistica ambientale			
Maind S.r.l. Milano	P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano	tel. +39 (0)2 2367490	Informazioni: info@maindsupport.it
	C.F. e P.IVA 09596850157	fax. +39 (0)2 45409619	Website: www.maind.it

I dati forniti sono stati ricostruiti per l'area descritta attraverso un'elaborazione "mass consistent" sul dominio tridimensionale effettuata con il modello meteorologico CALMET con le risoluzioni (orizzontali e verticali) indicate nella pagina precedente, dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO (International Civil Aviation Organization) di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale (vedere i file "elenco stazione superficie ICAO.pdf" e "elenco stazione radiosondaggi ICAO.pdf" allegati alla fornitura).

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1); il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l'interazione tra i vari strati orizzontali viene definita attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l'influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilometrici (es: nel primo strato verticale adiacente al terreno che va da 0 a 20 metri sul suolo in genere viene azzerato il peso del profilo verticale rispetto a quello delle stazioni di superficie mentre negli strati verticali superiori al primo viene gradatamente aumentato il peso dei dati profilometrici rispetto a quelli di superficie, estrapolati in quota utilizzando la teoria della similarità di Monin-Obuchov, fino ad azzerare il peso di questi ultimi dopo alcune centinaia di metri dal suolo).

Sul campo meteo (STEP 1) così definito vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale in questo modo vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo. Il reinserimento avviene attraverso un procedimento di "back interpolation" delle osservabili all'interno di un preciso raggio di influenza nell'intorno della stazione.

Per informazioni più dettagliate sul funzionamento del preprocessore CALMET si deve fare riferimento alla documentazione originale del modello al seguente link
(http://www.src.com/calpuff/download/MMS_Files/MMS2006_Volume2_CALMET_Preprocessors.pdf)

Poiché il peso di ognuna di queste stazioni usate nella ricostruzione del campo meteo è inversamente proporzionale alla distanza quadratica delle stazioni dai recettori del dominio, nelle immagini seguenti vengono riportate le stazioni SYNOP-ICAO di superficie (prima immagine) e profilometriche (seconda immagine) più vicine/significativa per il dominio di calcolo richiesto

NOTA sul trattamento delle calme di vento

Per CALPUFF (quindi MMSCalpuff) le calme di vento sono una situazione meteorologica NORMALE. Nel modello CALPUFF, i puff emessi dalle sorgenti sono soggetti a due fenomeni

- 1) l'allargamento dovuto al tempo di permanenza in atmosfera con conseguente diluizione interna dell'inquinante
- 2) al trasporto dovuto al movimento atmosferico

questi due aspetti sono trattati separatamente nel modello a puff quindi nelle ore di calma di vento il puff non viene trasportato ma continua ad essere sottoposto all'allargamento ed alla diluizione (quindi ad una variazione di concentrazione) esattamente come quando si trova in movimento; in sostanza la concentrazione dell'inquinante risulta essere indipendente dalla velocità ma proporzionale alle sigma diffusive

$$C_{puff} \sim Q/(\sigma_y \sigma_z)$$

Questo aspetto non è verificato nei gaussiani perché questo tipo di modellistica non separa il trasporto dalla diffusione in questo modo la formula risultante della concentrazione risulta inversamente proporzionale alla velocità del vento

$$C_{gaus} \sim Q/(u \sigma_y \sigma_z)$$

quindi quando $u=0$ la concentrazione diverge

Per maggiori informazioni tecniche si rimanda alla documentazione ufficiale del modello CALPUFF
http://www.src.com/calpuff/download/CALMET_UsersGuide.pdf
http://www.src.com/calpuff/download/CALPUFF_UsersGuide.pdf

MAIND		Modellistica ambientale	
Maind S.r.l. Milano	P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano	tel. +39 (0)2 2367490	Informazioni: info@maindsupport.it
	C.F. e P.IVA 09596850157	fax. +39 (0)2 45409619	Website: www.maind.it

Si definisce calma di vento dal punto di vista strumentale una situazione in cui non è possibile misurare con un ragionevole intervallo di confidenza il valore della velocità del vento e della sua direzione.

Dal punto di vista strumentale quindi questo limite è definito dalle caratteristiche dell'anemometro; è tipicamente accettato un valore soglia di 0.5 m/s della velocità del vento misurata accompagnato da una varianza sulla direzione del vento superiore al 50-60 %

Per quanto riguarda la gestione modellistica della calma di vento ci sono diverse interpretazioni dipendenti dai modelli utilizzati:

- per CALPUFF la calma di vento è rappresentata dal valore identicamente nullo della velocità del vento (vedere spiegazione precedente)
- per i modelli AERMOD – ISC) di EPA la calma di vento è rappresentata da tutte le situazioni con velocità del vento inferiore a 1 m/s; le situazioni orarie di calma di vento vengono escluse dalla simulazione.
- per MMS WinDimula il valore soglia di default è rappresentato dalla velocità del vento inferiore a 0.5 m/s (modificabile dall'utente); al di sotto di tale soglia le ore di calma vengono trattate attraverso il modello di vento debole di Cirillo Poli derivato dallo schema di trattamento delle calme utilizzato in CALPUFF.

ALLEGATO 3 – RAPPORTO DEI DATI METEOROLOGICI LOCALI

MAIND

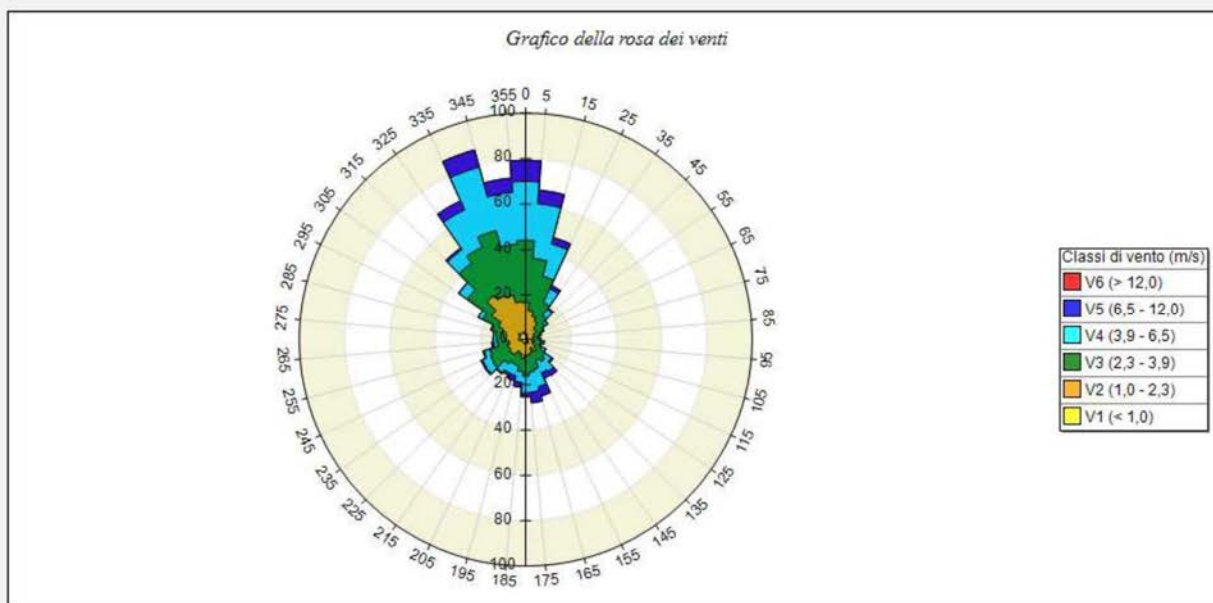
Modellistica ambientale

Rapporto generato dal software **MMS Calpuff** prodotto da Maind S.r.l. (23/06/2021)

Informazioni di base

Elemento	Valore
Tipologia dati meteorologici	CALMET 3D file meteorologico
Nome del file	D:\LAVORO_Calimera\AUA-Emissioni-CALPUFF-CET\00000_Lavori\2021-05-19_Cava_MCM_Nardò_CAVA-REC_INERTI_CALPUFF\0_CALPUFF\MCM.CPFRUN\NARDÒ_2015_3d_fuso-33.3dmet
Periodo dei dati	01/01/2015 00:00:00 <-> 01/01/2016 00:00:00
Ore totali	8761
Valore limite per determinare le calme di vento	0,5 (m/s)
Rosa dei venti fattore di normalizzazione	1000
Calmet File Dataset	Version: 2.1
Meteorological Grid	origine: 745076,0 X(m); 4443711,0 Y(m) 33N ; numero punti: 10 x 10; dimensione cella: 2000,0 DX(m) x 2000,0 DY(m)
Punto selezionato nel dominio	5,5 (I,J); 754076,0 X(m); 4452711,0 Y(m); 38 Q(m)
File con i dati utilizzati	C:\MMSCALPUFFRUN\meteoata.txt

Rosa dei venti



SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	2,74	14,04	27,28	25,91	9,25	0,00	79,22	3,99
5,0 - 15,0	2,40	10,62	23,17	24,20	5,94	0,00	66,32	3,93
15,0 - 25,0	1,83	8,79	18,61	14,73	2,85	0,00	46,80	3,61
25,0 - 35,0	0,91	7,88	9,59	6,74	1,60	0,00	26,71	3,39
35,0 - 45,0	0,80	4,91	7,31	3,54	0,80	0,00	17,35	3,13
45,0 - 55,0	1,03	4,79	4,57	1,37	0,23	0,00	11,99	2,55
55,0 - 65,0	0,46	3,54	4,57	0,34	0,00	0,00	8,90	2,41
65,0 - 75,0	0,91	2,74	2,85	0,68	0,00	0,00	7,19	2,39
75,0 - 85,0	1,14	1,83	1,83	1,14	0,00	0,00	5,94	2,53
85,0 - 95,0	0,68	2,17	3,20	0,57	0,00	0,00	6,62	2,47
95,0 - 105,0	0,68	3,20	2,97	1,26	0,11	0,00	8,22	2,64
105,0 - 115,0	0,80	2,17	3,42	0,57	0,11	0,00	7,08	2,50
115,0 - 125,0	0,68	2,97	4,11	1,94	0,11	0,00	9,82	2,88
125,0 - 135,0	1,37	3,77	5,37	3,42	0,80	0,00	14,73	3,16
135,0 - 145,0	1,94	4,68	5,25	5,37	2,17	0,00	19,41	3,58
145,0 - 155,0	0,91	3,31	6,05	6,05	2,63	0,00	18,95	4,07
155,0 - 165,0	0,57	5,71	7,31	7,99	4,22	0,00	25,80	4,11
165,0 - 175,0	2,05	5,02	7,53	8,79	4,68	0,00	28,08	4,08
175,0 - 185,0	1,60	5,25	9,36	7,42	1,60	0,00	25,23	3,55
185,0 - 195,0	1,83	6,74	5,71	4,79	2,05	0,11	21,23	3,37
195,0 - 205,0	1,94	4,57	5,48	4,57	2,17	0,11	18,84	3,61
205,0 - 215,0	1,60	4,45	5,71	4,57	1,14	0,11	17,58	3,33
215,0 - 225,0	1,71	6,51	4,91	4,79	0,57	0,00	18,49	3,05
225,0 - 235,0	1,60	6,96	9,13	3,65	0,68	0,00	22,03	2,88

SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
235,0 - 245,0	1,48	6,51	9,13	4,00	0,68	0,00	21,80	2,95
245,0 - 255,0	1,83	6,51	8,11	2,51	0,57	0,00	19,52	2,82
255,0 - 265,0	1,94	5,37	5,14	1,71	0,91	0,00	15,07	2,76
265,0 - 275,0	3,20	5,82	3,88	1,37	0,11	0,00	14,38	2,09
275,0 - 285,0	2,97	6,85	3,31	1,14	0,11	0,00	14,38	2,01
285,0 - 295,0	3,08	7,76	4,57	0,46	0,00	0,00	15,87	1,90
295,0 - 305,0	2,51	10,73	7,65	2,17	0,00	0,00	23,06	2,25
305,0 - 315,0	4,00	14,38	13,13	4,45	0,23	0,00	36,19	2,42
315,0 - 325,0	2,97	21,12	17,47	7,31	0,91	0,00	49,77	2,66
325,0 - 335,0	2,85	18,95	23,52	18,15	4,34	0,00	67,81	3,34
335,0 - 345,0	3,42	17,24	29,45	28,88	7,76	0,00	86,76	3,77
345,0 - 355,0	2,28	14,84	25,46	22,83	6,28	0,00	71,69	3,69
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme	31,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,16	0,00
Totale	95,89	262,67	336,07	239,38	65,64	0,34	1000,00	0,00

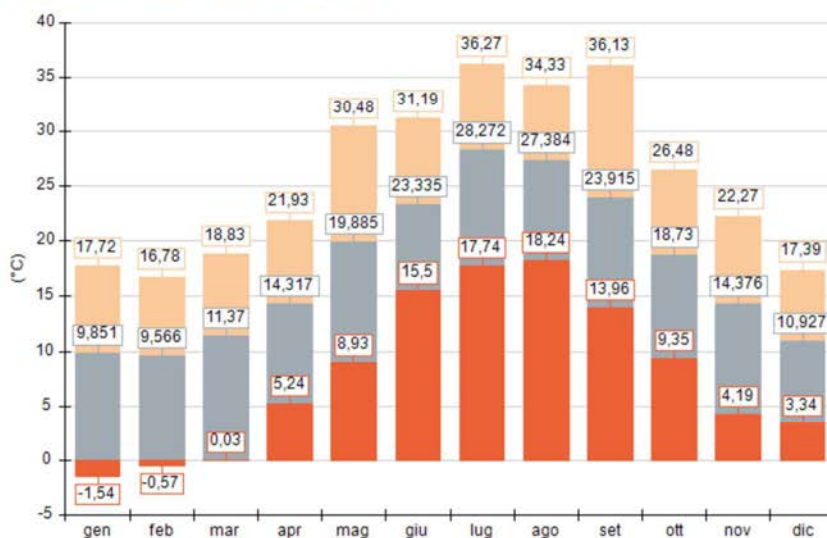
Statistiche Velocità del vento (m/s)

Param.	Valore
Min.	0,04
Med.	3,23
Max.	12,76
Moda	2,58
5° Perc.	0,68
25° Perc.	1,81
50° Perc.	2,93
75° Perc.	4,27
95° Perc.	6,87
% Calme	3,12

Temperatura (°C)

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-1,54	17,71	36,27
Primavera	0,03	15,20	30,48
Estate	15,50	26,36	36,27
Autunno	4,19	19,00	36,13
Inverno	-1,54	10,13	17,72
gen	-1,54	9,85	17,72
feb	-0,57	9,57	16,78
mar	0,03	11,37	18,83
apr	5,24	14,32	21,93
mag	8,93	19,88	30,48
giu	15,50	23,34	31,19
lug	17,74	28,27	36,27
ago	18,24	27,38	34,33
set	13,96	23,92	36,13
ott	9,35	18,73	26,48
nov	4,19	14,38	22,27
dic	3,34	10,93	17,39

Temperatura minima, media massima (°C)

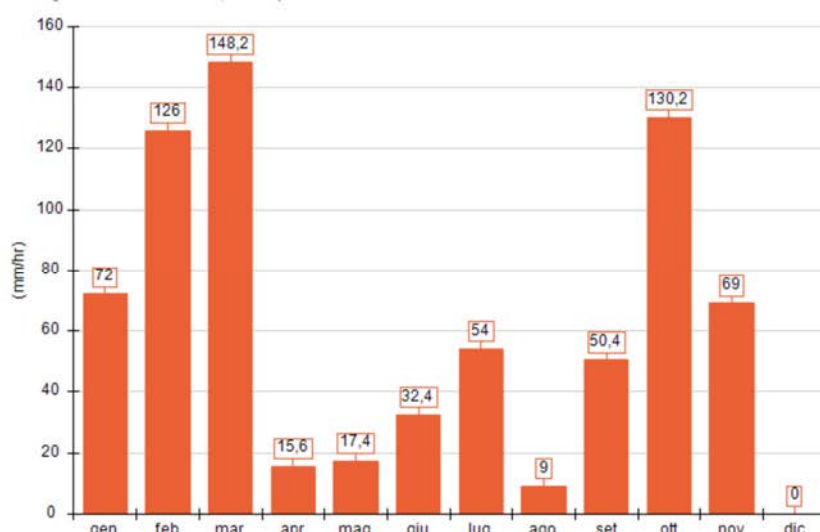


Precipitazione (mm/hr)

Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0,08	3,80	724,20
Primavera	0,08	2,80	181,20
Estate	0,04	3,00	95,40
Autunno	0,11	3,80	249,60
Inverno	0,09	2,00	198,00
gen	0,10	0,90	72,00
feb	0,19	2,00	126,00
mar	0,20	2,10	148,20
apr	0,02	0,40	15,60
mag	0,02	2,80	17,40
giu	0,05	1,90	32,40
lug	0,07	3,00	54,00
ago	0,01	0,40	9,00
set	0,07	1,80	50,40
ott	0,18	3,80	130,20
nov	0,10	2,50	69,00

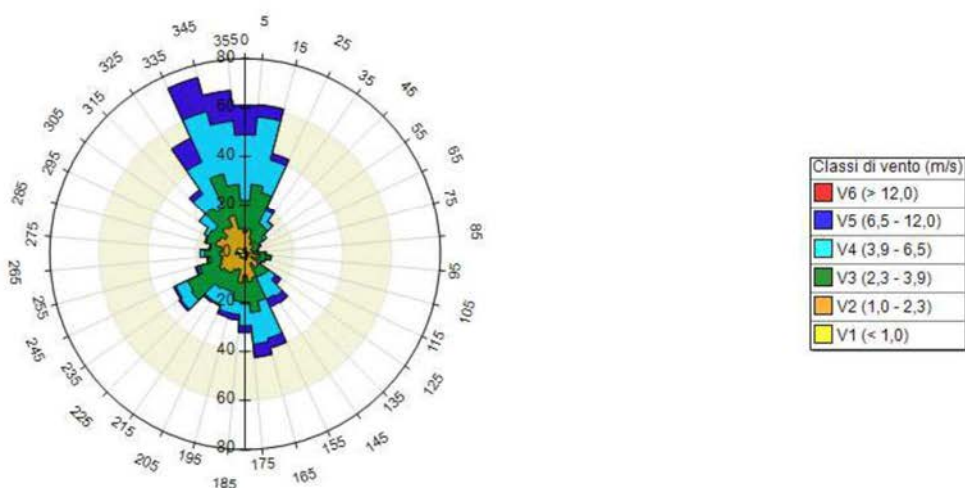
Periodo	Media	Massima	Cumulata
dic	0,00	0,00	0,00

Precipitazione cumulata (mm/hr)



Rose dei venti stagionali

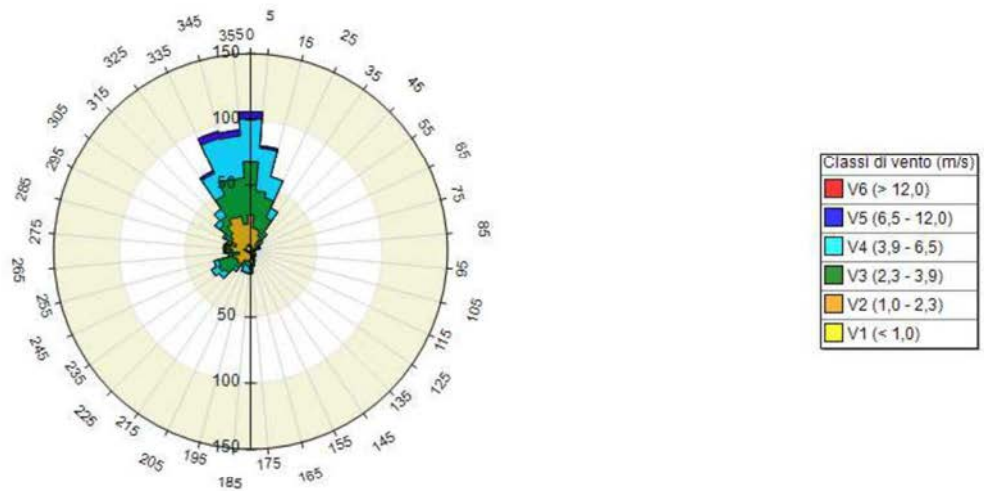
Grafico della rosa dei venti: Primavera



SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	0,90	7,62	13,44	26,88	12,10	0,00	60,93	4,75
5,0 - 15,0	2,24	7,62	18,82	27,78	4,93	0,00	61,38	4,08
15,0 - 25,0	0,45	5,82	19,71	13,89	2,69	0,00	42,56	3,84
25,0 - 35,0	0,45	3,58	9,41	6,27	1,34	0,00	21,06	3,65
35,0 - 45,0	0,90	4,93	7,17	2,69	0,45	0,00	16,13	2,91
45,0 - 55,0	0,45	3,58	5,38	1,34	0,00	0,00	10,75	2,71
55,0 - 65,0	0,45	2,24	4,03	0,45	0,00	0,00	7,17	2,71
65,0 - 75,0	1,34	1,34	3,14	0,00	0,00	0,00	5,82	2,21
75,0 - 85,0	1,34	2,24	0,90	0,45	0,00	0,00	4,93	2,24
85,0 - 95,0	0,00	3,14	4,93	0,45	0,00	0,00	8,51	2,62
95,0 - 105,0	0,90	5,38	4,48	0,00	0,00	0,00	10,75	2,07
105,0 - 115,0	1,34	3,58	3,58	0,00	0,00	0,00	8,51	2,07
115,0 - 125,0	0,45	2,24	3,14	1,34	0,45	0,00	7,62	2,96
125,0 - 135,0	1,79	4,93	4,93	3,58	2,69	0,00	17,92	3,69
135,0 - 145,0	1,79	5,38	4,03	10,30	3,14	0,00	24,64	4,06
145,0 - 155,0	0,90	3,58	6,27	9,86	3,58	0,00	24,19	4,35
155,0 - 165,0	1,34	8,96	9,86	15,68	4,03	0,00	39,87	3,98
165,0 - 175,0	2,69	8,96	12,54	12,99	5,38	0,00	42,56	3,84
175,0 - 185,0	1,79	7,17	11,65	8,96	2,69	0,00	32,26	3,60
185,0 - 195,0	2,24	9,86	7,62	5,38	2,24	0,00	27,33	3,03
195,0 - 205,0	1,79	4,93	9,86	8,51	1,79	0,00	26,88	3,44
205,0 - 215,0	2,24	5,38	8,96	6,72	0,45	0,00	23,75	3,15
215,0 - 225,0	1,79	8,06	7,62	5,82	0,90	0,00	24,19	3,08
225,0 - 235,0	2,69	7,62	16,58	5,38	0,90	0,00	33,15	2,97
235,0 - 245,0	1,79	9,86	14,34	5,38	0,90	0,00	32,26	2,87

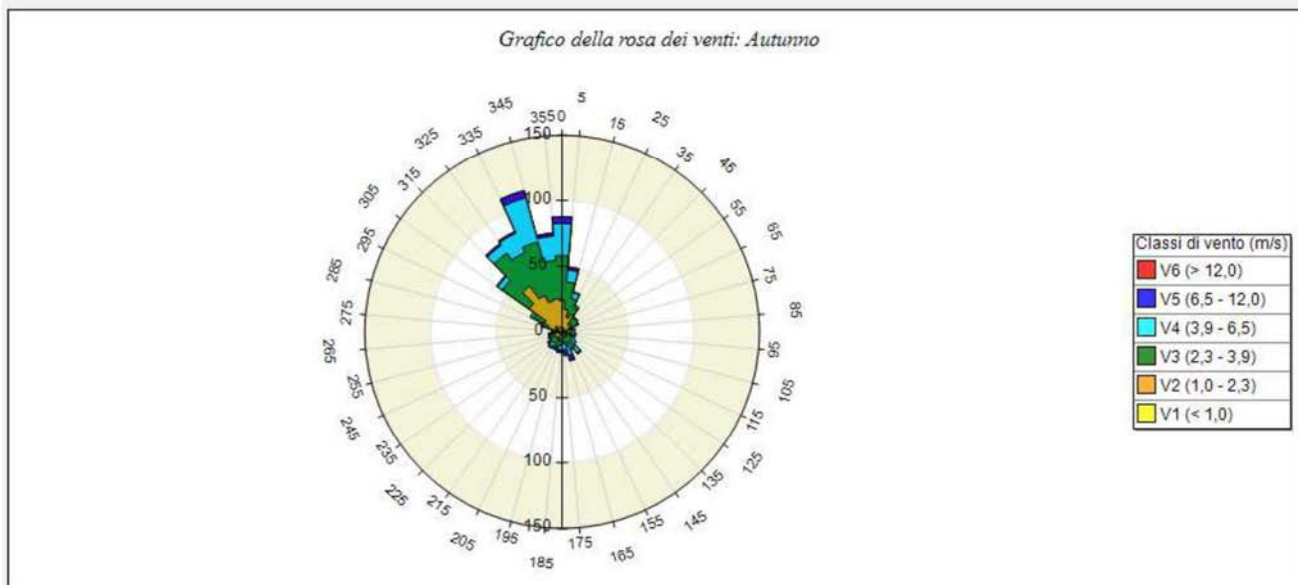
SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
245,0 - 255,0	2,24	8,06	8,96	0,90	0,90	0,00	21,06	2,59
255,0 - 265,0	2,24	7,17	4,93	0,90	0,45	0,00	15,68	2,30
265,0 - 275,0	4,03	6,27	6,27	1,79	0,00	0,00	18,37	2,14
275,0 - 285,0	2,69	6,72	4,93	0,45	0,00	0,00	14,78	1,86
285,0 - 295,0	3,58	8,96	4,03	0,45	0,00	0,00	17,03	1,83
295,0 - 305,0	3,58	8,06	4,93	1,79	0,00	0,00	18,37	2,08
305,0 - 315,0	3,14	6,72	5,82	7,17	0,00	0,00	22,85	2,92
315,0 - 325,0	1,79	11,20	9,86	7,17	2,24	0,00	32,26	3,14
325,0 - 335,0	0,90	11,20	8,51	21,06	10,75	0,00	52,42	4,27
335,0 - 345,0	1,79	14,34	17,92	26,43	14,34	0,00	74,82	4,43
345,0 - 355,0	2,24	8,06	18,37	25,99	12,54	0,00	67,20	4,43
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme	30,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,02	0,00
Totale	92,29	234,77	306,90	274,19	91,85	0,00	1000,00	0,00

Grafico della rosa dei venti: Estate



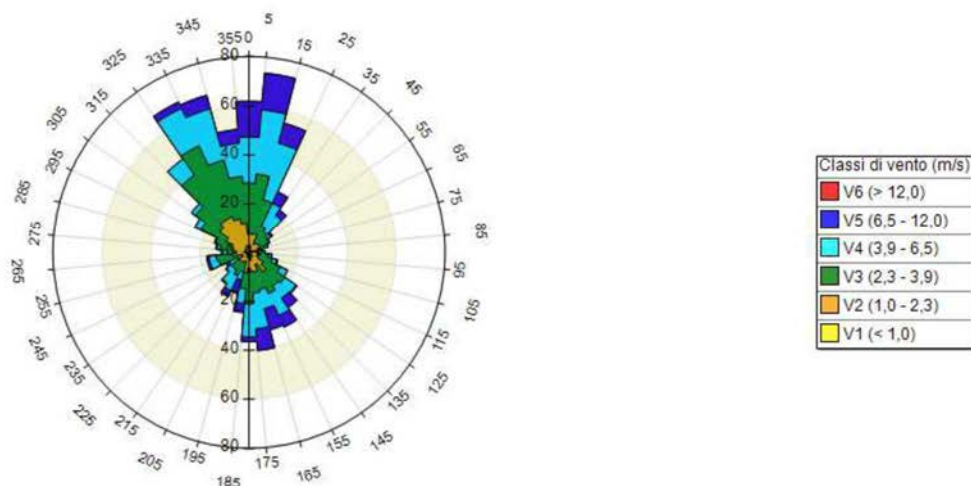
SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	4,48	22,85	40,32	33,15	5,38	0,00	106,18	3,52
5,0 - 15,0	1,34	16,13	28,23	33,15	1,79	0,00	80,65	3,67
15,0 - 25,0	3,14	13,44	25,09	16,58	0,00	0,00	58,24	3,19
25,0 - 35,0	0,90	11,65	15,23	8,06	0,00	0,00	35,84	2,99
35,0 - 45,0	0,45	4,93	9,86	2,24	0,00	0,00	17,47	2,72
45,0 - 55,0	0,00	5,38	3,14	2,69	0,00	0,00	11,20	2,80
55,0 - 65,0	0,45	1,79	3,58	0,00	0,00	0,00	5,82	2,26
65,0 - 75,0	0,00	4,48	2,69	0,45	0,00	0,00	7,62	2,42
75,0 - 85,0	0,90	2,24	0,45	0,45	0,00	0,00	4,03	1,74
85,0 - 95,0	0,45	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	2,24	2,09
95,0 - 105,0	0,45	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	2,24	2,41
105,0 - 115,0	0,90	0,45	0,90	0,00	0,00	0,00	2,24	2,04
115,0 - 125,0	0,90	2,69	0,00	0,45	0,00	0,00	4,03	1,84
125,0 - 135,0	1,34	2,69	0,00	0,45	0,00	0,00	4,48	1,63
135,0 - 145,0	1,34	3,58	0,45	0,00	0,00	0,00	5,38	1,40
145,0 - 155,0	0,90	1,34	0,90	0,00	0,00	0,00	3,14	1,74
155,0 - 165,0	0,00	2,69	3,58	1,79	0,00	0,00	8,06	2,76
165,0 - 175,0	1,79	3,58	4,48	1,79	0,00	0,00	11,65	2,48
175,0 - 185,0	1,79	4,48	7,62	2,24	0,90	0,00	17,03	2,85
185,0 - 195,0	1,79	5,82	4,03	4,93	0,45	0,00	17,03	3,00
195,0 - 205,0	1,34	6,72	3,14	4,93	0,45	0,00	16,58	2,93
205,0 - 215,0	1,79	6,27	1,79	2,69	0,00	0,00	12,54	2,37
215,0 - 225,0	1,34	10,75	3,58	3,14	0,00	0,00	18,82	2,36
225,0 - 235,0	1,79	10,75	11,20	5,38	0,00	0,00	29,12	2,67
235,0 - 245,0	1,34	10,30	15,23	5,82	0,00	0,00	32,71	2,80
245,0 - 255,0	2,69	11,20	11,20	3,58	0,00	0,00	28,67	2,56
255,0 - 265,0	1,34	7,17	5,82	2,24	0,45	0,00	17,03	2,60
265,0 - 275,0	3,14	10,75	4,93	1,34	0,00	0,00	20,16	1,95
275,0 - 285,0	5,38	12,10	1,79	1,34	0,00	0,00	20,61	1,65
285,0 - 295,0	3,14	8,51	4,03	0,00	0,00	0,00	15,68	1,68
295,0 - 305,0	3,58	12,54	5,38	1,79	0,00	0,00	23,30	1,99
305,0 - 315,0	4,48	14,34	9,86	4,48	0,00	0,00	33,15	2,31
315,0 - 325,0	4,48	20,16	7,62	6,72	0,00	0,00	38,98	2,40
325,0 - 335,0	4,03	24,19	18,37	18,37	2,24	0,00	67,20	3,10
335,0 - 345,0	5,38	21,95	29,12	32,71	5,38	0,00	94,53	3,61
345,0 - 355,0	2,69	17,92	34,95	32,71	4,48	0,00	92,74	3,64
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
Calme	33,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,60	0,00
Totale	104,84	317,65	320,34	235,66	21,51	0,00	1000,00	0,00

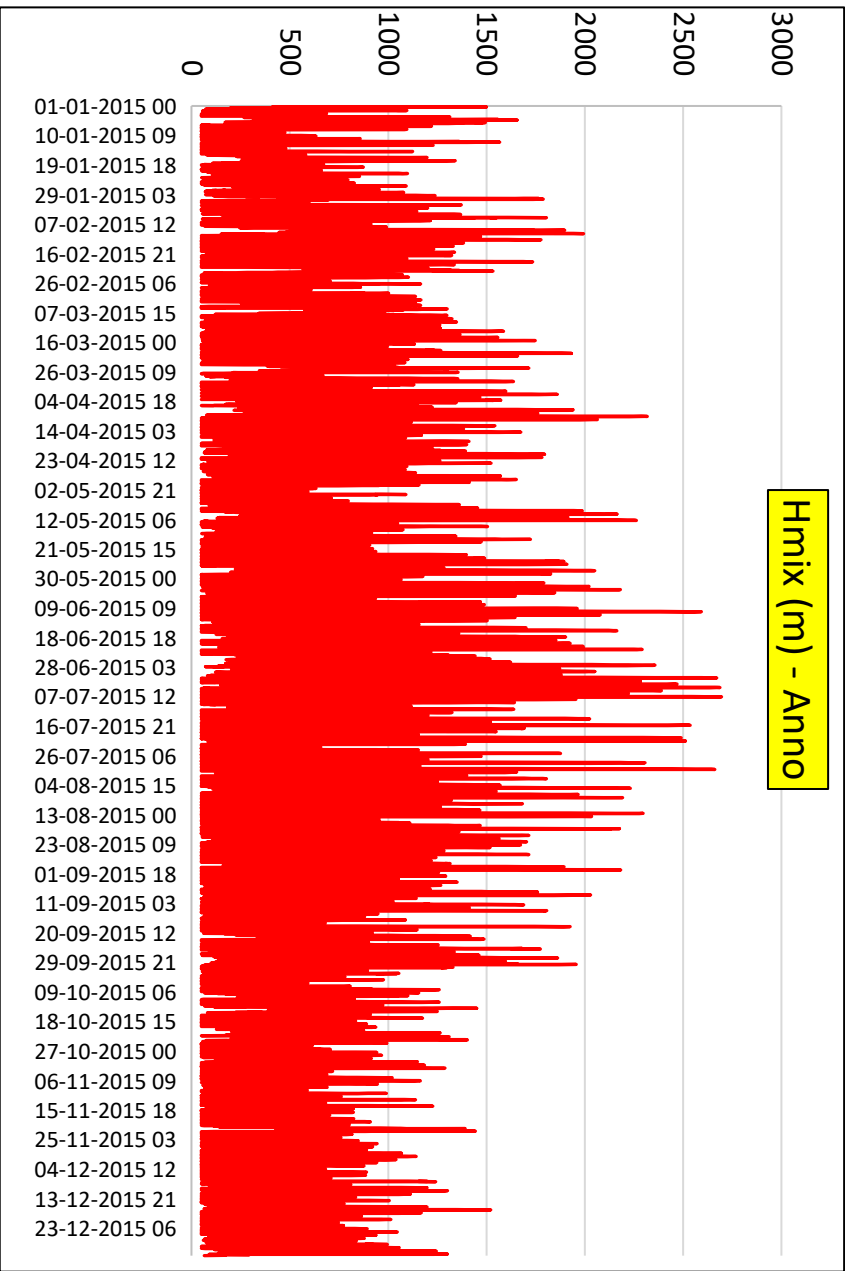
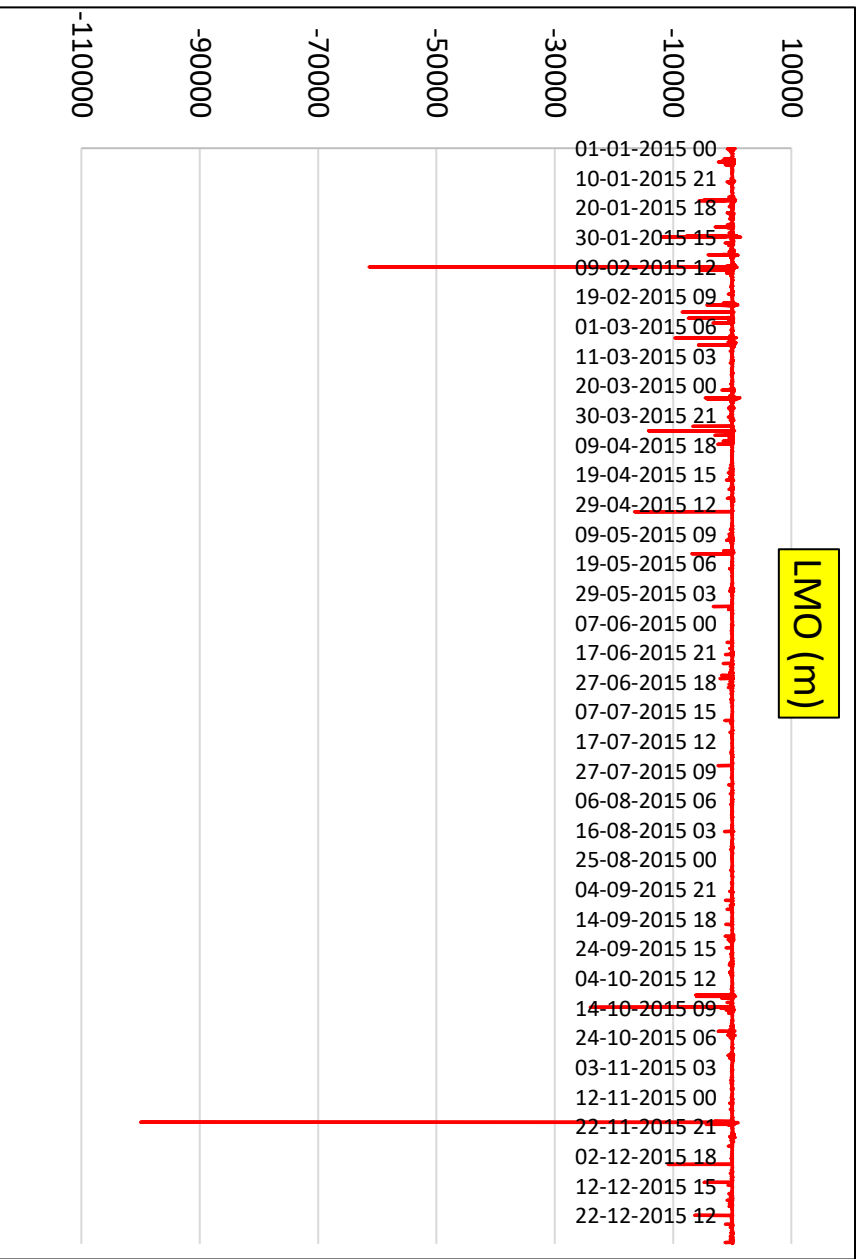


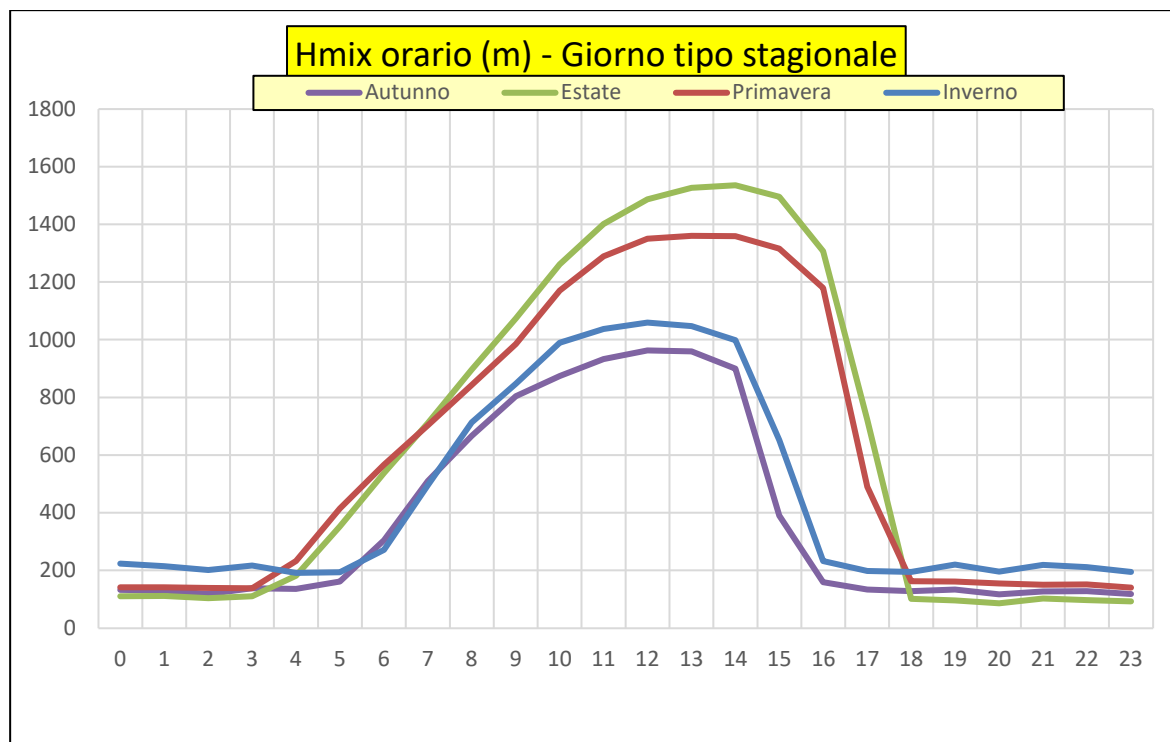
SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	3,70	19,91	34,26	24,54	5,09	0,00	87,50	3,48
5,0 - 15,0	3,24	13,89	20,83	9,26	2,31	0,00	49,54	3,13
15,0 - 25,0	1,85	9,72	14,81	4,63	0,46	0,00	31,48	2,82
25,0 - 35,0	2,31	12,50	5,56	1,85	0,00	0,00	22,22	2,23
35,0 - 45,0	1,85	5,09	6,48	0,93	0,00	0,00	14,35	2,18
45,0 - 55,0	2,78	6,48	5,09	0,00	0,00	0,00	14,35	1,93
55,0 - 65,0	0,93	5,09	6,94	0,46	0,00	0,00	13,43	2,36
65,0 - 75,0	0,93	2,78	2,78	0,93	0,00	0,00	7,41	2,43
75,0 - 85,0	1,39	2,31	3,70	2,31	0,00	0,00	9,72	2,88
85,0 - 95,0	0,93	2,78	3,70	1,85	0,00	0,00	9,26	2,64
95,0 - 105,0	0,93	2,31	3,24	3,70	0,46	0,00	10,65	3,43
105,0 - 115,0	0,00	2,31	2,78	0,46	0,00	0,00	5,56	2,66
115,0 - 125,0	0,46	3,70	3,70	2,78	0,00	0,00	10,65	3,00
125,0 - 135,0	1,39	1,39	6,02	4,17	0,00	0,00	12,96	3,32
135,0 - 145,0	2,31	2,31	9,72	5,09	0,93	0,00	20,37	3,24
145,0 - 155,0	0,46	4,17	4,17	4,63	1,85	0,00	15,28	3,77
155,0 - 165,0	0,00	3,70	8,33	6,48	4,17	0,00	22,69	4,38
165,0 - 175,0	0,46	2,78	4,17	6,02	4,63	0,00	18,06	4,67
175,0 - 185,0	0,93	4,63	3,70	5,09	0,93	0,00	15,28	3,56
185,0 - 195,0	1,39	4,63	4,63	2,78	2,31	0,00	15,74	3,64
195,0 - 205,0	2,31	5,09	4,17	1,39	1,39	0,00	14,35	2,87
205,0 - 215,0	2,31	1,39	6,02	2,31	1,85	0,00	13,89	3,34
215,0 - 225,0	2,31	3,70	4,17	3,70	0,93	0,00	14,81	3,17
225,0 - 235,0	1,39	4,63	4,63	1,39	1,39	0,00	13,43	3,00
235,0 - 245,0	1,85	3,70	4,17	0,93	0,46	0,00	11,11	2,67
245,0 - 255,0	1,85	4,17	2,31	1,85	0,46	0,00	10,65	2,67
255,0 - 265,0	2,78	1,85	2,78	0,93	1,85	0,00	10,19	3,22
265,0 - 275,0	3,70	2,78	0,46	0,46	0,00	0,00	7,41	1,43
275,0 - 285,0	1,85	3,24	1,85	1,39	0,00	0,00	8,33	2,36
285,0 - 295,0	4,63	6,48	4,17	0,93	0,00	0,00	16,20	1,90
295,0 - 305,0	1,85	12,96	9,26	2,31	0,00	0,00	26,39	2,32
305,0 - 315,0	6,48	24,07	25,00	4,17	0,93	0,00	60,65	2,34
315,0 - 325,0	4,17	38,43	30,56	7,41	1,39	0,00	81,94	2,50
325,0 - 335,0	4,17	26,39	36,11	16,20	1,39	0,00	84,26	2,96
335,0 - 345,0	3,70	20,83	46,30	34,72	5,56	0,00	111,11	3,51
345,0 - 355,0	2,31	23,15	29,17	18,52	2,31	0,00	75,46	3,06
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00
Totale	109,26	295,37	365,74	186,57	43,06	0,00	1000,00	0,00

Grafico della rosa dei venti: Inverno



SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	1,87	5,62	21,07	18,73	14,51	0,00	61,80	4,78
5,0 - 15,0	2,81	4,68	24,81	26,22	14,98	0,00	73,50	4,65
15,0 - 25,0	1,87	6,09	14,51	23,88	8,43	0,00	54,78	4,36
25,0 - 35,0	0,00	3,75	7,96	10,77	5,15	0,00	27,62	4,67
35,0 - 45,0	0,00	4,68	5,62	8,43	2,81	0,00	21,54	4,29
45,0 - 55,0	0,94	3,75	4,68	1,40	0,94	0,00	11,70	2,91
55,0 - 65,0	0,00	5,15	3,75	0,47	0,00	0,00	9,36	2,34
65,0 - 75,0	1,40	2,34	2,81	1,40	0,00	0,00	7,96	2,45
75,0 - 85,0	0,94	0,47	2,34	1,40	0,00	0,00	5,15	2,80
85,0 - 95,0	1,40	1,87	3,28	0,00	0,00	0,00	6,55	2,17
95,0 - 105,0	0,47	4,21	3,28	1,40	0,00	0,00	9,36	2,47
105,0 - 115,0	0,94	2,34	6,55	1,87	0,47	0,00	12,17	2,83
115,0 - 125,0	0,94	3,28	9,83	3,28	0,00	0,00	17,32	3,01
125,0 - 135,0	0,94	6,09	10,77	5,62	0,47	0,00	23,88	2,96
135,0 - 145,0	2,34	7,49	7,02	6,09	4,68	0,00	27,62	3,82
145,0 - 155,0	1,40	4,21	13,11	9,83	5,15	0,00	33,71	4,24
155,0 - 165,0	0,94	7,49	7,49	7,96	8,90	0,00	32,77	4,44
165,0 - 175,0	3,28	4,68	8,90	14,51	8,90	0,00	40,26	4,56
175,0 - 185,0	1,87	4,68	14,51	13,58	1,87	0,00	36,52	3,85
185,0 - 195,0	1,87	6,55	6,55	6,09	3,28	0,47	24,81	3,86
195,0 - 205,0	2,34	1,40	4,68	3,28	5,15	0,47	17,32	5,17
205,0 - 215,0	0,00	4,68	6,09	6,55	2,34	0,47	20,13	4,17
215,0 - 225,0	1,40	3,28	4,21	6,55	0,47	0,00	15,92	3,74
225,0 - 235,0	0,47	4,68	3,75	2,34	0,47	0,00	11,70	3,03
235,0 - 245,0	0,94	1,87	2,34	3,75	1,40	0,00	10,30	4,03
245,0 - 255,0	0,47	2,34	9,83	3,75	0,94	0,00	17,32	3,64
255,0 - 265,0	1,40	5,15	7,02	2,81	0,94	0,00	17,32	3,11
265,0 - 275,0	1,87	3,28	3,75	1,87	0,47	0,00	11,24	2,71
275,0 - 285,0	1,87	5,15	4,68	1,40	0,47	0,00	13,58	2,54
285,0 - 295,0	0,94	7,02	6,09	0,47	0,00	0,00	14,51	2,22
295,0 - 305,0	0,94	9,36	11,24	2,81	0,00	0,00	24,34	2,56
305,0 - 315,0	1,87	12,64	12,17	1,87	0,00	0,00	28,56	2,30
315,0 - 325,0	1,40	14,98	22,47	7,96	0,00	0,00	46,82	2,84
325,0 - 335,0	2,34	14,04	31,84	16,85	2,81	0,00	67,88	3,34
335,0 - 345,0	2,81	11,70	24,81	21,54	5,62	0,00	66,48	3,70
345,0 - 355,0	1,87	10,30	19,19	13,58	5,62	0,00	50,56	3,73
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme	27,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,62	0,00
Totale	76,78	201,31	353,00	260,30	107,21	1,40	1000,00	0,00





ALLEGATO 4 – CERTIFICATO ANALISI

GRANULOMETRICA

Chimica Analitica reflui, rifiuti, emissioni in atmosfera, acque, alimenti, amianto, bevande, terreni, controllo di qualità e quality assurance per le industrie.
Consulenza Industriale Problematiche su reflui e rifiuti, impianti di depurazione, emissioni gassose, igiene del lavoro, valutazione dei rischi, micro clima
Modellistica Ambientale ricadute inquinanti in atmosfera, impatti acustici



**Studio
Consulenze
Ambientali**

Lab. Qualificato presso il Ministero della Salute per analisi Amianto aerodisperso – DGPREV 0015136-P-23/06/2011

Impatti Acustici Ambientali Legge 447/95 – Elenco Prov. Lecce T.C.A. A.D. n. 242 del 02/12/10 e n. 274 del 28/11/11

Rapporto di Prova N. 210525-22

Committente:	Ing. Leo Tommasi; Via Dalmazia, 45 – 73021 Calimera (LE)		
Richiedente/produttore:	M.C.M. S.r.l. SP per Avetrana - 73048 Nardò (LE)		
Campione:	Superficie o strada non pavimentata		
Località:	Località Grotta, SP per Avetrana - 73048 Nardò (LE)		
Punto prelievo:	A cura del Campionatore		
Prelevato da:	Ing. Leo Tommasi	In data:	25/05/2021
Consegnato da:	Ing. Leo Tommasi	In data:	25/05/2021
Data inizio analisi:	26/05/2021	Data fine analisi:	26/05/2021
Metodi:	Campionamento eseguito secondo le modalità indicate da EPA-42 Appendice C.1. Analisi eseguita secondo le modalità indicate da EPA-42 Appendice C.2.		

Parametri fisico-meccanici

(Massa totale del campione essiccato a 105 °C: 924,66 g)

Nr.	Parametro	Distribuzione
	Umidità	0,54 %
1	$\varnothing > 4,000 \text{ mm}$	Ghiaia
2	$4,00 \text{ mm} > \varnothing > 1,000 \text{ mm}$	Ghiaia molto fine + sabbia molto grossa
3	$1,000 \text{ mm} > \varnothing > 0,106 \text{ mm}$	Sabbia da molto grossa a fine
4	$0,106 > \varnothing > 0,075 \text{ mm}$	Sabbia molto fine
5	$0,075 > \varnothing > 0,038 \text{ mm}$	Limo
6	$\varnothing < 0,038 \text{ mm}$	Argilla

*metodo EPA-42 Appendice C.2.

Diagramma S.I.S.S.	ASTM E 11-70	
	Luce netta mm	Mesh
Ghiaia sabbiosa	4,000	5
	1,000	18
	0,300	50
	0,106	140
	0,075	200
	0,038	400

Valutazione ai fini EPA-42:

La percentuale di silt (limo), così come definita dall'EPA-42 appendice C.2. (somma delle granulometriche di limo e argilla), si attesta alla percentuale del 2,1 %.

Galatina, 28 Maggio 2021

Dott. Chim. **Manuele Murri**



Dott. Chim. **Piero De Francesco**



CERTIFICATO VALIDO A TUTTI GLI EFFETTI DI LEGGE ai sensi dell'art.16 R.D. 1-3-1928 n°842 – artt.16 e 18 Legge 19-7-1957 n°679 D.M. 25-3-1986.
I dati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono al solo campione provato in laboratorio così come ricevuto. La denominazione o qualsiasi altro riferimento del campione sono dichiarati dal cliente. Per i dati forniti dal cliente che possano influenzare la validità dei risultati, il laboratorio declina ogni responsabilità.
La riproduzione parziale deve essere autorizzata con approvazione scritta dal ns. Laboratorio.
Studio Consulenze Ambientali del Dott. M. Murri - Via A. De Gasperi, n. 1 - 73013 Galatina (Le)
Tel./Fax: 0836/563120; Sito web: www.studioconsulenzeambientali.it - E-mail: studioconsulenze2010@gmail.com