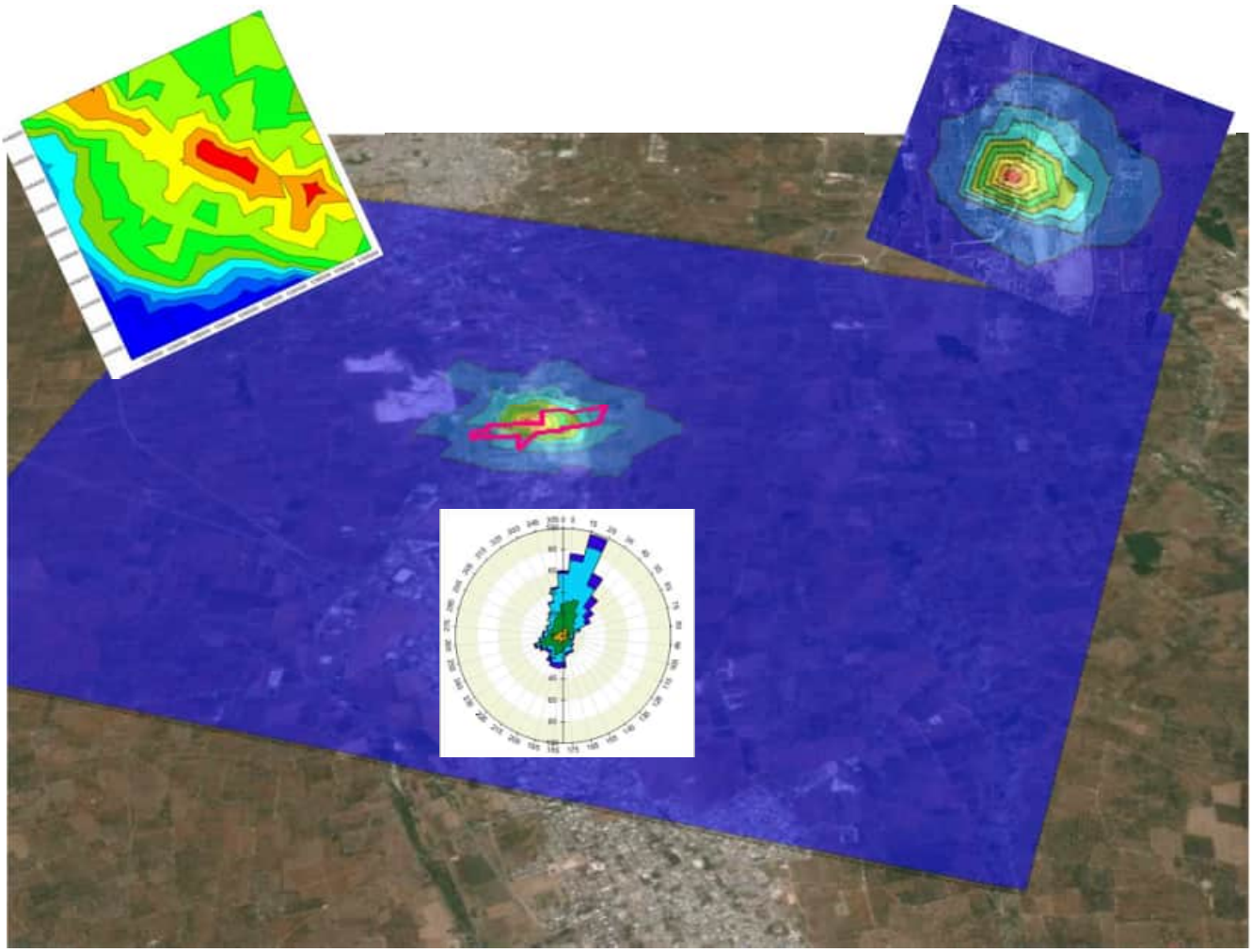
Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

A.P.A.C. associazione provinciale acustici LECCE socio fondatore

ALL M	**VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ATMOSFERICO CON MODELLO TRIDIMENSIONALE CALPUFF** **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI RECUPERO RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI ALL'INTERNO DELLA CAVA DI CALCARE SITA NEL COMUNE DI COPERTINO, LOCALITA' "MOLLONE"**



COMMITTENTE: DELL'ANNA MUIA RAFFAELE VIA GALATINA, KM 3 COPERTINO (LE) P.IVA 00173450750	IL TECNICO ING. LEO TOMMASI DATA: SETTEMBRE 2026

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

INDICE

1 PREMESSA 5
2 UBICAZIONE 6
2.1 POSIZIONAMENTO RISPETTO AI CENTRI ABITATI 7
3 DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ 8
4 TIPOLOGIA DI EMISSIONI 9
5 VALUTAZIONE QUANTITATIVA DELLE EMISSIONI 10
5.1 PREMESSA 10
5.2 IPOTESI E DATI DI CALCOLO 11
5.3 AREE EMISSIVE CONSIDERATE 13
5.4 ATTIVITÀ: ESTRAZIONE DI CALCARE 14
5.4.1 ES_1 Estrazione di calcare 14
5.4.2 ES_2 Caricamento del materiale estratto su autocarro 15
5.4.3 ES_3 Trasporto del calcare su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri) 15
5.4.4 ES_X Combustione dei motori dei mezzi 17
5.4.5 Riassunto dei risultati 18
5.5 ATTIVITÀ: FRANTUMAZIONE DI CALCARE 19
5.5.1 FR_1 Caricamento tramoggia di carico 21
5.5.2 FR_2 Sgrossatore 21
5.5.3 FR_3 Convogliatore 22
5.5.4 FR_4 Frantumazione primaria 22
5.5.5 FR_5 Nastro trasportatore ≥ 0 mm 23
5.5.6 FR_6 Vagliatura (vaglio con copertura) 23
5.5.7 FR_7 Convogliatore 0-18 mm 23
5.5.8 FR_8 Convogliatore 40-70 mm 24
5.5.9 FR_9 Nastro trasportatore ≥ 120 mm 24
5.5.10 FR_10 Convogliatore 60-120 mm 25
5.5.11 FR_11 Cumulo 60-120 mm 25
5.5.12 FR_12 Nastro trasportatore 40-70 mm 27
5.5.13 FR_13 Frantumazione secondaria (con copertura) 27
5.5.14 FR_14 Nastro trasportatore ≥ 0 mm 28
5.5.15 FR_15 Vagliatura ≥ 0 (con copertura) 28
5.5.16 FR_16 Convogliatore > 20 mm 28
5.5.17 FR_17 Convogliatore 10-20 mm 29
5.5.18 FR_18 Convogliatore 0-4 mm 29
5.5.19 19 Convogliatore 2-8 mm 30
5.5.20 20 Convogliatore 8-14 mm 30
5.5.21 FR_21 Nastro trasportatore <60 mm (materiale bagnato) 30

5.5.22 FR_22 Vagliatura < 60 mm (con copertura) 31
5.5.23 FR_23 Convogliatore 0-24 mm 31
5.5.24 FR_24 Nastro trasportatore 40-70 mm 32
5.5.25 FR_25 Convogliatore > 120 mm 32
5.5.26 FR_26 Nastro trasportatore 60-120 mm 33
5.5.27 FR_27 Cumulo ≥ 0 mm 33
5.5.28 Riassunto dei risultati 34
5.6 ATTIVITÀ: RECUPERO RIFIUTI INERTI 35
5.6.1 R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (tratto CON abbattimento polveri) 36
5.6.2 R_2 Scaricamento rifiuti su piazzola 38
5.6.3 R_3 Cumulo rifiuti 38
5.6.4 R_4 Caricamento tramoggia del mulino 38
5.6.5 R_5 Frantumazione (materiale bagnato) 39
5.6.6 R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato) 39
5.6.7 R_7 Vagliatura (materiale bagnato) 40
5.6.8 R_8 Nastro trasportatore 0-20 mm (materiale bagnato) 40
5.6.9 R_9 Cumulo 0-20 mm 41
5.6.10 R_10 Nastro trasportatore 20-40 mm (materiale bagnato) 41
5.6.11 R_11 Cumulo 20-40 mm 42
5.6.12 R_12 Nastro trasportatore >40 mm (materiale bagnato) 42
5.6.13 R_13 Cumulo >40 mm 43
5.6.14 R_X Combustione dei motori dei mezzi 43
5.6.15 Riassunto dei risultati 45
5.7 AREA EMISSIVE ED EMISSIONI ORARIE 46
6 SIMULAZIONE DELLA RICADUTA DEGLI INQUINANTI 47
6.1 MODELLO CALPUFF 47
6.2 CALME DI VENTO 48
6.3 DATI METEOROLOGICI 49
6.4 DOMINIO DI CALCOLO E DOMINIO DI SALVATAGGIO DEI RISULTATI 50
6.5 GEOMORFOLOGIA 51
6.6 INQUINANTI 52
6.7 DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE 53
6.7.1 AREA EMISSIVA 1: Tipologia 53
6.7.2 AREA EMISSIVA 1: Quantità 53
6.7.3 AREA EMISSIVA 1: Altre caratteristiche 54
6.7.4 AREA EMISSIVA 2: Tipologia 55
6.7.5 AREA EMISSIVA 2: Quantità 55
6.7.6 AREA EMISSIVA 2: Altre caratteristiche 56
6.7.7 AREA EMISSIVA 3: Tipologia 56

6.7.8 AREA EMISSIVA 3: Quantità 56
6.7.9 AREA EMISSIVA 3: Altre caratteristiche 57
6.8 RICETTORI DISCRETI 58
7 LIMITI DI LEGGE 58
8 CONCENTRAZIONI DI FONDO 59
8.1 PM10 (SOLO FONDO) 60
8.2 PM2,5 (SOLO FONDO) 63
8.3 NO_2 (SOLO FONDO) 64
9 RISULTATI SIMULAZIONE AREE EMISSIVE 1, 2 E 3 67
9.1 PM10 – Limite 24h 68
9.1.1 PM10 – Concentrazione media 24h - 90,4° percentile SENZA fondo 68
9.1.2 PM10 –Percentile 90,4 - Concentrazioni medie 24h nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo 69
9.2 PM10 – Limite media annuale 70
9.2.1 PM10 – Concentrazione media 24h SENZA fondo 70
9.2.2 PM10 – Media annuale nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo 71
9.3 PM2,5 – Limite media annuale 72
9.3.1 PM2,5 - Concentrazione 24h SENZA fondo 72
9.3.2 PM2,5 – Media annuale nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo 73
9.4 NO2 – Limite orario 74
9.4.1 NO2 – Concentrazione 1h – 99,8° percentile SENZA fondo 74
9.4.2 NO2 – Percentile 99,8 - Concentrazioni 1h nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo 75
9.5 NO2 – Limite media annuale 76
9.5.1 NO2 - Concentrazione 24h SENZA fondo 76
9.5.2 NO2 – Media annuale nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo 77
10 Riassunto dei risultati calcolati nel PUNTO DI MASSIMA RICADUTA ESTERNO AL SITO PRODUTTIVO 78
11 CONCLUSIONI 79
ALLEGATO 1 – SCHEMA A BLOCCHI 81
ALLEGATO 2 – FORNITURA DATI METEO 83
ALLEGATO 3 – RAPPORTO DEI DATI METEOROLOGICI LOCALI 86
ALLEGATO 4 – CERTIFICATO ANALISI GRANULOMETRICA 94

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

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 NO_2 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.

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

2 UBICAZIONE

Il sito produttivo in oggetto sarà ubicato totalmente nel Comune di Copertino e confina lungo il lato est con il Comune di Lequile, le coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS84 UTM 33N sono (all'incirca centro sito):

- 789024.1 Est
- 4441242.8 Nord.

Si riporta nelle figure seguenti l'ubicazione del sito produttivo su foto satellitare.



Figura 1

2.1 POSIZIONAMENTO RISPETTO AI CENTRI ABITATI

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

- circa 3000 m dal centro abitato di **Copertino** (in direzione NO);

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



Figura 2

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

3 DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ

Il sito produttivo attualmente consiste in:

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

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto di recupero di rifiuti inerti non pericolosi da demolizione sul fondo della cava, come riportato nella figura seguente, in un'area in cui l'attività estrattiva è stata conclusa.

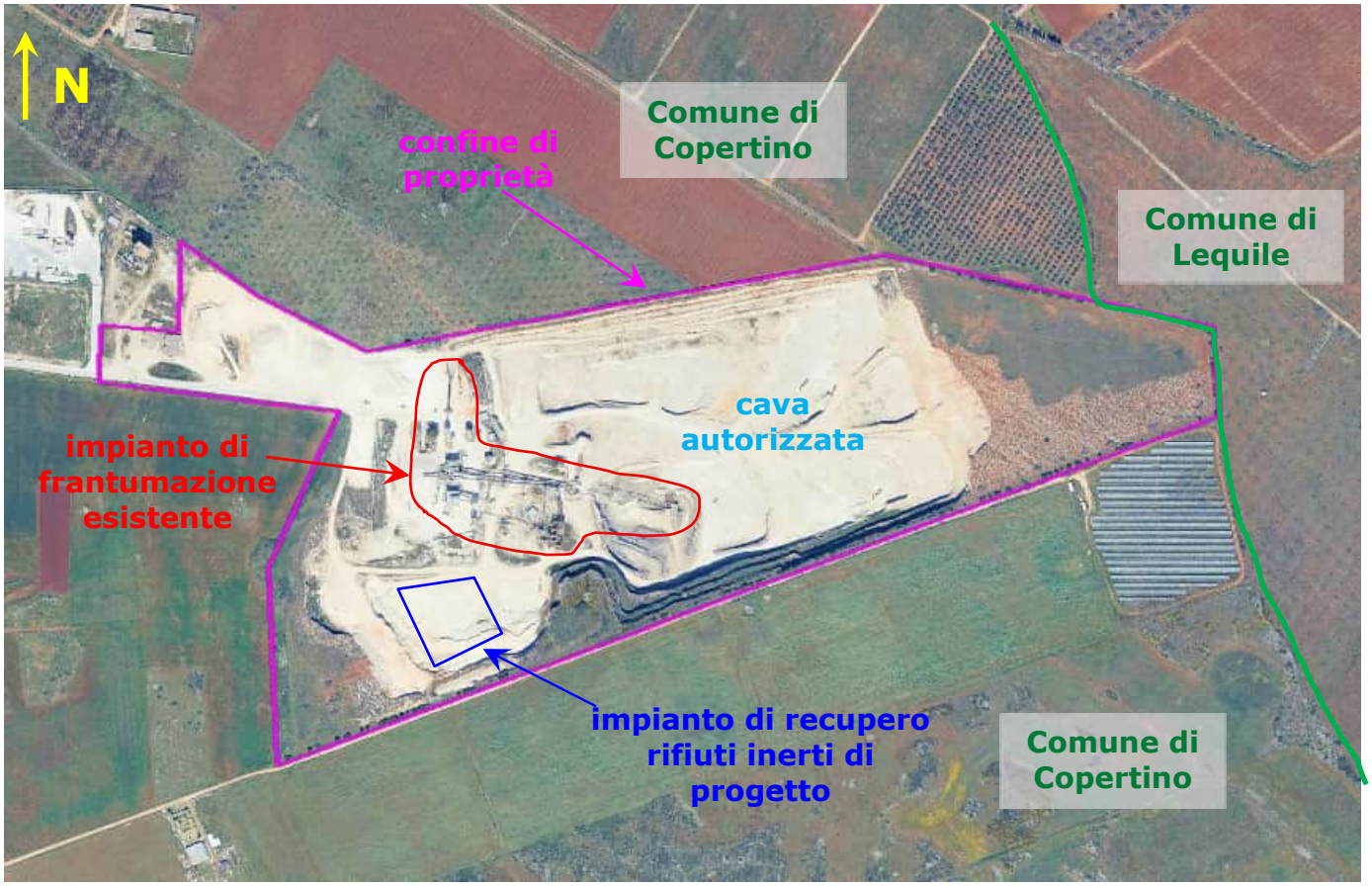


Figura 3

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;
- NO_2;

Per quanto riguarda le emissioni **polveri PM10, PM2,5** e di **NO_2,** 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 NO_2, generate dai mezzi, effettuato utilizzando i fattori emissivi di CORINAIR;
3) la simulazione della ricaduta di PM10, PM2,5 e NO_2 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 NO_2 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 NO_2, 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:

Rimozione del cappellaccio

- Il cappellaccio, con spessore pari a pochi centimetri essendo la roccia affiorante, è stato rimosso in passato subito dopo l'autorizzazione dell'attività per cui non sarà presa in considerazione tale fase lavorativa.

Attività estrattiva e frantumazione

- densità del calcare estratto (Mg/m³) = 1,7
- tonnellate orarie di calcare estratto = 45,59 Mg/h

  E' stato calcolato il valore medio dei metri cubi di calcare estratti negli anni 2022 - 2024 pari a 47200 mc all'anno, considerando 220 giorni lavorativi/anno e 8 ore/giorno di lavoro si ottiene il valore pari a 26,82 mc/h = 45,59 Mg/h.
- peso dell'autocarro a vuoto (Mg) = 18
- peso del carico trasportabile dall'autocarro (Mg) = 30
- per il materiale avente granulometria elevata (> 0 mm) si è utilizzato il fattore di emissione con abbattimento indipendentemente dal fatto che sia bagnato o meno.
- contenuto % di silt del materiale lungo il percorso = 2,49 (come da certificato di analisi n. 260528-40 del 10/06/2026 rilasciato dal laboratorio Studio Consulenze Ambientali riportato nell'ALLEGATO 4);
- il calcolo delle emissioni dovute all'attività estrattiva sarà effettuato ipotizzando (caso peggiore) che tutte le fasi avverranno al piano campagna, anche se in realtà essendo la cava sarà scavata parzialmente in aree al di sotto dei fronti di cava che costituiranno una barriera alle emissioni stesse.

Impianto di recupero di rifiuti inerti non pericolosi

- densità dei rifiuti da recuperare (Mg/m³) = 1,8
- quantità oraria di inerti recuperati (Mg/h) = 56,8

Tale valore è stato ottenuto considerando che il progetto prevede una quantità trattabile massima annua di rifiuti pari a 100.000 ton, che si prevedono 220 giorni lavorativi all'anno ed 8 ore lavorative al giorno:

100.000 Mg/anno / 220 giorni/anno / 8 h/giorno = 56,8 Mg/h

- peso dell'autocarro a vuoto (Mg) = 17
- peso del carico trasportabile dall'autocarro (Mg) = 23

- contenuto % di silt del materiale lungo il percorso = 2,49 come riportato in precedenza.

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 Polluant Emission Factors non hanno sviluppato la valutazione dell'emissione di PM2,5 esse sono state assunte pari al 50% delle emissioni di PM10.
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.

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

5.3 AREE EMISSIVE CONSIDERATE

Nelle simulazioni con CALPUFF saranno considerate n. 3 aree emissive distinte:

- AREA EMISSIVA 1: ESTRAZIONE DI CALCARE
- AREA EMISSIVA 2: FRANTUMAZIONE DEL CALCARE
- AREA EMISSIVA 3: IMPIANTO DI RECUPERO DI RIFIUTI INERTI

Sarà quindi effettuata n. 1 simulazione contenente le emissioni contemporanee delle n. 3 suddette aree.

5.4 ATTIVITÀ: ESTRAZIONE DI CALCARE

Per questa attività sono stati identificati i seguenti processi (vedi ALLEGATO 1 con schema a blocchi) 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_3 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 – NO2	CORINAIR (Part B, 1.A.3.b)

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:

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

$EF_{PM2,5(kg/h)}$ = $1{,}95 \cdot 10^{-4}$ 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 45,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 17,78 g/h di PM10
- 8,89 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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 45,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 54,71 g/h di PM10
- 27,35 g/h di PM2,5

5.4.3 ES_3 Trasporto del calcare su autocarro su strada sterrata /tratto con abbattimento polveri)

Il calcare estratto viene trasportato su autocarro 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:

$$EF(kg/km) = k_i \cdot (s/12)^{a}_{i} \cdot (W/3)^{b}_{i}$$

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 Mg
- lunghezza del percorso L = 500 m = 0,5 km
- numero di viaggi/ora = materiale estratto/ora (45,59 Mg/ora) / carico dell'autocarro (30 Mg) = 1,52 viaggi/h
- q.ta media di acqua utilizzata (l/m²) = 1
- intervallo di tempo tra due applicazioni di acqua (h) = 4

Si ottiene un'efficienza di abbattimento C = 98,35%

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 7,59 g/h di PM10
- 0,76 g/h di PM2,5

5.4.4 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 = 500 m
- numero di viaggi/ora = 1,52

per cui si ottiene il percorso orario:

$$P_h\,(m) = 1{,}52 \cdot 600 = 760$$

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

$$P_h'\,(m) = 2 \cdot P = 2 \cdot 760 = 1520$$

Per considerare le emissioni associate ai periodi in cui i mezzi fanno manovre da fermi P_h' è stato cautelativamente aumentato a 1600 m = 1,6 km = percorso orario.

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,57 g/h di PM10
- 0,57 g/h di PM2,5
- 14,46 g/h di NOX

5.4.5 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	**17,78**	**8,89**	**---**
ES_2 Caricamento del materiale estratto su autocarro	**54,71**	**27,35**	**---**
ES_ Trasporto del calcare estratto su tratto su strada sterrata (senza abbattimento polveri)	**0,00**	**0,00**	**---**
ES_3 Trasporto del calcare estratto su tratto su strada sterrata (con abbattimento polveri)	**7,59**	**0,76**	**---**
ES_X Combustione dei motori dei mezzi	**0,57**	**0,57**	**14,46**
TOTALE	**80,66**	**37,58**	**14,46**

5.5 ATTIVITÀ: FRANTUMAZIONE DI CALCARE

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

Attività	Emissioni	Metodo di calcolo
FR_1 Caricamento tramoggia di carico	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_X Frantumazione (con copertura/umidificazione)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_X Nastro trasportatore (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_2 Sgrossatore (con carenatura)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_3 Convogliatore >60 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_4 Frantumazione primaria (con copertura)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_5 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_6 Vagliatura (con copertura)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_7 Convogliatore 0-18 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_8 Convogliatore 40-70 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_9 Nastro trasportatore >120 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_10 Convogliatore 60-120 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_11 Cumulo materiale 60-120 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_12 Nastro trasportatore 40-70 mm (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_13 Frantumazione secondaria ≥ 0 (con copertura/umidificazione)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_14 Nastro trasportatore ≥ 0 (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_15 Vagliatura ≥ 0 (con copertura)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_16 Convogliatore >20 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_17 Convogliatore 10-20 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_18 Convogliatore 0-4 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42

Attività	Emissioni	Metodo di calcolo
FR_19 Convogliatore 2-8 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_20 Convogliatore 8-14 mm (carenato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_21 Nastro trasportatore <60 mm (con umidificazione)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_22 Vagliatura ≥ 0 (con copertura)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_23 Convogliatore 0-24 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_24 Nastro trasportatore 40-70 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_25 Convogliatore >120 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_26 Nastro trasportatore 60-120 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
FR_27 Cumulo materiale 60-120 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42

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

5.5.1 FR_1 Caricamento tramoggia di carico

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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 45,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

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

5.5.2 FR_2 Sgrossatore

Il materiale (bagnato) entra direttamente nello sgrossatore che separa il materiale in 2 fazioni.

Per quanto riguarda la sgrossatura non è disponibile il fattore di emissione specifico, 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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 45,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 16,87 g/h di PM10
- 1,14 g/h di PM2,5

5.5.3 FR_3 Convogliatore

All'uscita dello sgrossatore il 70% del materiale viene inoltrato in un convogliatore.

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 (convogliatore chiuso, 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 essendo la quantità "lavorata" pari a 31,91 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,73 g/h di PM10
- 0,37 g/h di PM2,5

5.5.4 FR_4 Frantumazione primaria

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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 31,91 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 11,81 g/h di PM10
- 0,80 g/h di PM2,5

5.5.5 FR_5 Nastro trasportatore ≥ 0 mm

All'uscita della frantumazione primaria il materiale viene inoltrato sul 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:

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

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

Nel caso in esame mediamente si movimentano 31,91 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,73 g/h di PM10
- 0,37 g/h di PM2,5

5.5.6 FR_6 Vagliatura (vaglio con copertura)

Il materiale (bagnato) presente sul nastro trasportatore giunge al vaglio 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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 31,91 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 11,81 g/h di PM10
- 0,80 g/h di PM2,5

5.5.7 FR_7 Convogliatore 0-18 mm

All'uscita del vaglio circa il 30% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che infine lo trasporta in un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 30% di 31,91 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,22 g/h di PM10
- 0,11 g/h di PM2,5

5.5.8 FR_8 Convogliatore 40-70 mm

All'uscita del vaglio circa il 30% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che infine lo trasporta in un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 30% di 31,91 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,22 g/h di PM10
- 0,11 g/h di PM2,5

5.5.9 FR_9 Nastro trasportatore ≥ 120 mm

All'uscita del vaglio circa il 30% del materiale viene inoltrato sul nastro trasportatore, dopo aver subito la bagnatura, che infine lo trasporta in un silos chiuso.

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 di grossa 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 movimenta il 30% di 31,91 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,22 g/h di PM10
- 0,11 g/h di PM2,5

5.5.10 FR_10 Convogliatore 60-120 mm

All'uscita del vaglio circa il 10% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che infine lo trasporta in corrispondenza di un cumulo.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 10% di 31,91 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,07 g/h di PM10
- 0,04 g/h di PM2,5

5.5.11 FR_11 Cumulo 60-120 mm

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) =	3,1913636		
volume (m^3/h) =	1,8772727		
altezza del cumulo H (m) =	4		
numero di movimentazioni orarie *movh* =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5	0,05	
diametro base del cono D (m) =	1,3		
lunghezza del lato del cono (m)	4,1		
superficie laterale del cono (m^2)	8,5		
superficie del cumulo movimentata *a* (m^2)	0,4		
rapporto H/Ddi base =	3,0	il cumulo è ALTO	
$EF_{iPM10}(kg/m^2)$ =	7,9E-06	$EF_{iPM2,5}(kg/m^2)$ =	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

5.5.12 FR_12 Nastro trasportatore 40-70 mm

Il materiale proveniente dalla fase "FR_8 convogliatore" e dalla fase "FR_24 nastro trasportatore" giunge in un silos chiuso all'uscita del quale, dopo aver subito la bagnatura, viene immesso su un 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 di grossa 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 16,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,38 g/h di PM10
- 0,19 g/h di PM2,5

5.5.13 FR_13 Frantumazione secondaria (con copertura)

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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 16,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 6,14 g/h di PM10
- 0,41 g/h di PM2,5

5.5.14 FR_14 Nastro trasportatore ≥ 0 mm

Il materiale viene immesso sul nastro trasportatore che è 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:

$EF_{PM10}(kg/h) = 2{,}3 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg (nastro trasportatore carenato, 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 essendo la quantità "lavorata" pari a 16,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,38 g/h di PM10
- 0,19 g/h di PM2,5

5.5.15 FR_15 Vagliatura ≥ 0 (con copertura)

Il materiale all'uscita dal nastro trasportatore viene immesso sul vaglio che è dotato di copertura/carenatura per cui si utilizza il fattore emissivo con abbattimento.

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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 16,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 6,14 g/h di PM10
- 0,41 g/h di PM2,5

5.5.16 FR_16 Convogliatore > 20 mm

All'uscita del vaglio circa il 20% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che lo trasporta in corrispondenza di un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 20% di 16,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,08 g/h di PM10
- 0,04 g/h di PM2,5

5.5.17 FR_17 Convogliatore 10-20 mm

All'uscita del vaglio circa il 20% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che lo trasporta in corrispondenza di un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 20% di 16,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,08 g/h di PM10
- 0,04 g/h di PM2,5

5.5.18 FR_18 Convogliatore 0-4 mm

All'uscita del vaglio circa il 20% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che lo trasporta in corrispondenza di un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 20% di 16,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,08 g/h di PM10
- 0,04 g/h di PM2,5

5.5.19 19 Convogliatore 2-8 mm

All'uscita del vaglio circa il 20% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che lo trasporta in corrispondenza di un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 20% di 16,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,08 g/h di PM10
- 0,04 g/h di PM2,5

5.5.20 20 Convogliatore 8-14 mm

All'uscita del vaglio circa il 20% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che lo trasporta in corrispondenza di un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 20% di 16,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,08 g/h di PM10
- 0,04 g/h di PM2,5

5.5.21 FR_21 Nastro trasportatore <60 mm (materiale bagnato)

All'uscita della fase "FR_2 Sgrossatore" circa il 30% del materiale, dopo aver subito la bagnatura, viene immesso su un 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 bagnato, 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 essendo la quantità "lavorata" pari a 15,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

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

5.5.22 FR_22 Vagliatura < 60 mm (con copertura)

Il materiale all'uscita dal nastro trasportatore viene immesso sul vaglio che è dotato di copertura/carenatura per cui si utilizza il fattore emissivo con abbattimento.

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:

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

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

Nel caso in esame essendo la quantità "lavorata" pari a 15,59 Mg/h si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 5,77 g/h di PM10
- 0,39 g/h di PM2,5

5.5.23 FR_23 Convogliatore 0-24 mm

All'uscita del vaglio circa il 50% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che lo trasporta in corrispondenza di un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 50% di 15,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,18 g/h di PM10
- 0,09 g/h di PM2,5

5.5.24 FR_24 Nastro trasportatore 40-70 mm

All'uscita del vaglio circa il 45% del materiale viene inoltrato sul nastro trasportatore che trasporta in un silos chiuso da cui parte successivamente la fase "FR_12 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 di grossa 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 movimenta il 45% di 15,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,16 g/h di PM10
- 0,08 g/h di PM2,5

5.5.25 FR_25 Convogliatore > 120 mm

All'uscita del vaglio circa il 3% del materiale viene inoltrato in un convogliatore che lo trasporta in corrispondenza di un silos chiuso.

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 (convogliatore chiuso, 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 movimenta il 3% di 15,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

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

5.5.26 FR_26 Nastro trasportatore 60-120 mm

All'uscita del vaglio circa il 2% del materiale viene inoltrato sul nastro trasportatore che infine lo trasporta in corrispondenza di un cumulo.

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 di grossa 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 movimenta il 2% di 15,59 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

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

5.5.27 FR_27 Cumulo ≥ 0 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	0,3118418		
volume (m^3/h) =	0,1834364		
altezza del cumulo H (m) =	4		
numero di movimentazioni orarie *movh* =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5	0,05	
diametro base del cono D (m) =	0,4		
lunghezza del lato del cono (m)	4,0		
superficie laterale del cono (m^2)	2,6		
superficie del cumulo movimentata *a* (m^2)	0,1		
rapporto H/Ddi base =	9,6	il cumulo è ALTO	
EFi$_{PM10}$(kg/m^2) =	7,9E-06	EFi$_{PM2,5}$(kg/m^2) =	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

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

5.5.28 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 di carico	**0,36**	**0,18**	---
FR_X Frantumazione (con copertura/umidificazione)	**0,00**	**0,00**	---
FR_X Nastro trasportatore (materiale bagnato)	**0,00**	**0,00**	---
FR_2 Sgrossatore (con carenatura)	**16,87**	**1,14**	---
FR_3 Convogliatore >60 mm (carenato)	**0,73**	**0,37**	---
FR_4 Frantumazione primaria (con copertura)	**11,81**	**0,80**	---
FR_5 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	**0,73**	**0,37**	---
FR_6 Vagliatura (con copertura)	**11,81**	**0,80**	---
FR_7 Convogliatore 0-18 mm (carenato)	**0,22**	**0,11**	---
FR_8 Convogliatore 40-70 mm (carenato)	**0,22**	**0,11**	---
FR_9 Nastro trasportatore >120 mm	**0,22**	**0,11**	---
FR_10 Convogliatore 60-120 mm (carenato)	**0,07**	**0,04**	---
FR_11 Cumulo materiale 60-120 mm	**0,01**	**0,00**	---
FR_12 Nastro trasportatore 40-70 mm (materiale bagnato)	**0,38**	**0,19**	---
FR_13 Frantumazione secondaria ≥ 0 (con copertura/umidificazione)	**6,14**	**0,41**	---
FR_14 Nastro trasportatore ≥ 0 (carenato)	**0,38**	**0,19**	---
FR_15 Vagliatura ≥ 0 (con copertura)	**6,14**	**0,41**	---
FR_16 Convogliatore >20 mm (carenato)	**0,08**	**0,04**	---
FR_17 Convogliatore 10-20 mm (carenato)	**0,08**	**0,04**	---
FR_18 Convogliatore 0-4 mm (carenato)	**0,08**	**0,04**	---
FR_19 Convogliatore 2-8 mm (carenato)	**0,08**	**0,04**	---
FR_20 Convogliatore 8-14 mm (carenato)	**0,08**	**0,04**	---
FR_21 Nastro trasportatore <60 mm (con umidificazione)	**0,36**	**0,18**	---
FR_22 Vagliatura ≥ 0 (con copertura)	**5,77**	**0,39**	---
FR_23 Convogliatore 0-24 mm	**0,18**	**0,09**	---
FR_24 Nastro trasportatore 40-70 mm	**0,16**	**0,08**	---
FR_25 Convogliatore >120 mm	**0,01**	**0,01**	---
FR_26 Nastro trasportatore 60-120 mm	**0,01**	**0,00**	---
FR_27 Cumulo materiale 60-120 mm	**0,00**	**0,00**	---
TOTALE	**62,97**	**6,17**	**0,00**

5.6 ATTIVITÀ: RECUPERO 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 senza abbattimento polveri)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (tratto con abbattimento polveri)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_2 Scaricamento rifiuti su piazzola	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_3 Erosione cumulo rifiuti	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_4 Caricamento tramoggia del mulino	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_5 Frantumazione (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_7 Vagliatura (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_8 Nastro trasportatore 0-20 mm (materiale bagnato)	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_9 Cumulo 0-20 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_10 Nastro trasportatore 20-40 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_11 Cumulo 20-40 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_12 Nastro trasportatore >40 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_13 Cumulo >40 mm	PM2,5 – PM10	US-EPA AP-42
R_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 R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (tratto CON abbattimento polveri)

I rifiuti inerti sono trasportati su autocarro fino alla piazzola di stoccaggio lungo un percorso bagnato per l'abbattimento delle emissioni. In tali condizioni si considerano le emissioni con abbattimento.

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 bagna mento (%)

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 = 23,4 Mg
  - da cui si ottiene W = 28,7 Mg
- lunghezza del percorso L = 300 m = 0,3 km
- numero di viaggi/ora = materiale trattato/ora (56,8 Mg/ora) / carico del veicolo (23,4 Mg) = 2,43 viaggi/h
- q.tà media di acqua utilizzata (l/m²) = 1
- intervallo di tempo tra due applicazioni di acqua (h) = 4

Si ottiene un'efficienza di abbattimento C = 97,36 %

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 10,92 g/h di PM10
- 1,09 g/h di PM2,5

5.6.2 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:

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

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

Nel caso in esame mediamente si movimentano 56,8 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 28,41 g/h di PM10
- 14,20 g/h di PM2,5

5.6.3 R_3 Cumulo rifiuti

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	56,81818		
volume (m^3/h) =	31,56566		
altezza del cumulo H (m) =	3		
numero di movimentazioni orarie *movh* =	10		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	30	0,3	
diametro base del cono D (m) =	6,3		
lunghezza del lato del cono (m)	4,4		
superficie laterale del cono (m^2)	43,5		
superficie del cumulo movimentata *a* (m^2)	13,0		
rapporto H/Ddi base =	0,5	il cumulo è ALTO	
EFiPM10(kg/m^2) =	7,9E-06	EFiPM2,5(kg/m^2) =	1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	1,03	emissione oraria PM2,5(g/h) =	0,16

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

- 1,03 g/h di PM10
- 0,16 g/h di PM2,5

5.6.4 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:

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

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

Nel caso in esame mediamente si movimentano 56,8 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,45 g/h di PM10
- 0,23 g/h di PM2,5

5.6.5 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:

$EF_{PM10}(kg/h)$ = 3,7·10^{-4} 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:

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

Nel caso in esame mediamente si movimentano 56,8 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 21,02 g/h di PM10
- 1,42 g/h di PM2,5

5.6.6 R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato)

All'uscita del frantoio mobile il materiale viene inoltrato su 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:

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

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

Nel caso in esame mediamente si movimentano 56,8 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 1,31 g/h di PM10
- 0,65 g/h di PM2,5

5.6.7 R_7 Vagliatura (materiale bagnato)

Il materiale (bagnato) proveniente dal frantoio mobile tramite nastro trasportatore, giunge al vaglio mobile.

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:

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

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

Nel caso in esame mediamente si movimentano 56,8 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 21,02 g/h di PM10
- 1,42 g/h di PM2,5

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

All'uscita del vaglio circa il 33,3% 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 bagnato)

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

Nel caso in esame mediamente si movimentano 18,4 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,43 g/h di PM10
- 0,22 g/h di PM2,5

5.6.9 R_9 Cumulo 0-20 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	18,75		
volume (m^3/h) =	10,41667		
altezza del cumulo H (m) =	5		
numero di movimentazioni orarie *movh* =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5	0,05	
diametro base del cono D (m) =	2,8		
lunghezza del lato del cono (m)	5,2		
superficie laterale del cono (m^2)	23,0		
superficie del cumulo movimentata *a* (m^2)	1,2		
rapporto H/Ddi base =	1,8	il cumulo è ALTO	
EFi_{PM10}(*kg/m²*) =	7,9E-06	$EFi_{PM2,5}$(*kg/m²*) =	1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,02	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:

- 0,02 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

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

All'uscita del vaglio circa il 33,3% 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 18,4 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,43 g/h di PM10
- 0,22 g/h di PM2,5

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

5.6.11 R_11 Cumulo 20-40 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	18,75		
volume (m^3/h) =	10,41667		
altezza del cumulo H (m) =	5		
numero di movimentazioni orarie *movh* =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5	0,05	
diametro base del cono D (m) =	2,8		
lunghezza del lato del cono (m)	5,2		
superficie laterale del cono (m^2)	23,0		
superficie del cumulo movimentata *a* (m^2)	1,2		
rapporto H/Ddi base =	1,8	il cumulo è ALTO	
EFi_{PM10}(*kg/m²*) =	7,9E-06	$EFi_{PM2,5}$(*kg/m²*) =	1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,02	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:

- 0,02 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.6.12 R_12 Nastro trasportatore >40 mm (materiale bagnato)

All'uscita del vaglio circa il 33,3% 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 18,4 Mg/h, per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,43 g/h di PM10
- 0,22 g/h di PM2,5

5.6.13 R_13 Cumulo >40 mm

Nel caso in esame essendo:

q.tà di materiale (Mg/h) =	18,75		
volume (m^3/h) =	10,41667		
altezza del cumulo H (m) =	5		
numero di movimentazioni orarie *movh* =	2		
movimentazione oraria del cumulo (%) =	5	0,05	
diametro base del cono D (m) =	2,8		
lunghezza del lato del cono (m)	5,2		
superficie laterale del cono (m^2)	23,0		
superficie del cumulo movimentata *a* (m^2)	1,2		
rapporto H/Ddi base =	1,8	il cumulo è ALTO	
EFiPM10(*kg/m²*) =	7,9E-06	EFiPM2,5(*kg/m²*) =	1,3E-06
emissione oraria PM10 (g/h) =	0,02	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:

- 0,02 g/h di PM10
- 0,00 g/h di PM2,5

5.6.14 R_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 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	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

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

Per l'attività STRADA STERRATA per il calcolo delle emissioni dovute ai percorsi sterrati, era stato considerato

- lunghezza del percorso L = 300 m = 0,3 km
- numero di viaggi/ora = materiale trattato/ora (56,8 Mg/ora) / carico del veicolo (23,4 Mg) = 2,4 viaggi/h
- per cui si ottiene il percorso orario:
  - $P_h\ (m) = 2{,}4 \cdot 300 = 720$
- che per tener conto del viaggio di andata e ritorno è stato raddoppiato, considerando quindi nei calcoli un percorso orario effettivo pari a::
  - $P_h'\ (m) = 2 \cdot P_h = 2 \cdot 720 = 1440$

Per considerare le emissioni associate ai periodi in cui i mezzi fanno manovre da fermi P_h' è stato cautelativamente aumentato a 1600 m = 1,6 km

Per cui si ottengono le seguenti emissioni orarie:

- 0,57 g/h di PM10
- 0,57 g/h di PM2,5
- 14,46 g/h di NOX

5.6.15 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 senza abbattimento polveri)	**0,00**	**0,00**	**---**
R_1 Trasporto rifiuti su sterrato dall'ingresso fino alla piazzola (tratto con abbattimento polveri)	**10,92**	**1,09**	**---**
R_2 Scaricamento rifiuti su piazzola	**28,41**	**14,20**	**---**
R_3 Erosione cumulo rifiuti	**1,03**	**0,16**	**---**
R_4 Caricamento tramoggia del mulino	**0,45**	**0,23**	**---**
R_5 Frantumazione (materiale bagnato)	**21,02**	**1,42**	**---**
R_6 Nastro trasportatore (materiale bagnato)	**1,31**	**0,65**	**---**
R_7 Vagliatura (materiale bagnato)	**21,02**	**1,42**	**---**
R_8 Nastro trasportatore 0-20 mm (materiale bagnato)	**0,43**	**0,22**	**---**
R_9 Cumulo 0-20 mm	**0,02**	**0,00**	**---**
R_10 Nastro trasportatore 20-40 mm	**0,43**	**0,22**	**---**
R_11 Cumulo 20-40 mm	**0,02**	**0,00**	**---**
R_12 Nastro trasportatore >40 mm	**0,43**	**0,22**	**---**
R_13 Cumulo >40 mm	**0,02**	**0,00**	**---**
R_X Combustione dei motori dei mezzi	**0,57**	**0,57**	**14,46**
TOTALE	**86,09**	**20,41**	**14,46**

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

5.7 AREA EMISSIVE ED EMISSIONI ORARIE

Come detto precedentemente sarà simulata la presenza contemporanea di n. 3 AREE EMISSIVE (sorgenti areali):

AREA EMISSIVA 1

Nella tabella seguente si riportano le emissioni orarie relative all'AREA EMISSIVA 1:

	Emissioni orarie (g/h)		
	NOX	**PM10**	**PM2,5**
ESTRAZIONE CALCARE	14,46	80,66	37,58
TOTALE	**14,46**	**80,66**	**37,58**

AREA EMISSIVA 2

Nella tabella seguente si riportano le emissioni orarie relative all'AREA EMISSIVA 2:

	Emissioni orarie (g/h)		
	NOX	**PM10**	**PM2,5**
FRANTUMAZIONE	0,00	62,97	6,17
TOTALE	**0,00**	**62,97**	**6,17**

AREA EMISSIVA 3

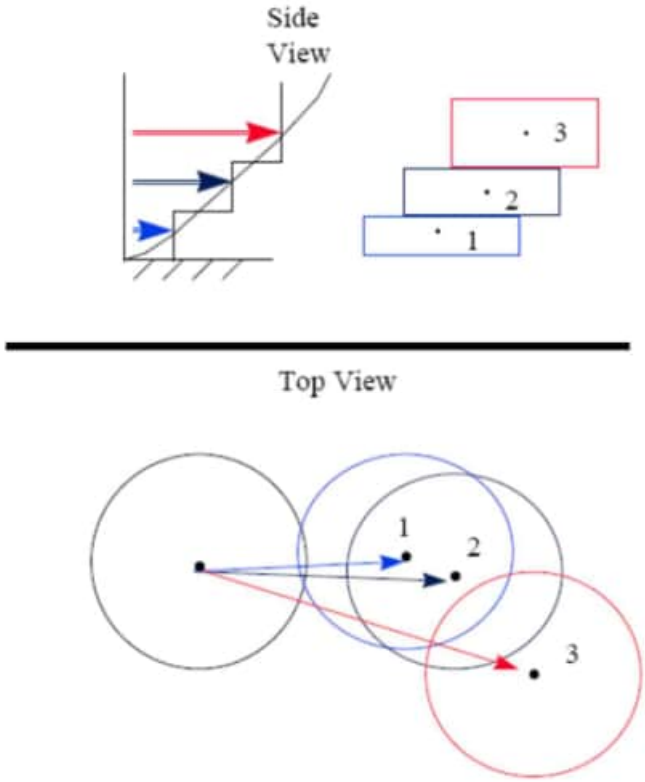
Nella tabella seguente si riportano le emissioni orarie relative all'AREA EMISSIVA 3:

	Emissioni orarie (g/h)		
	NOX	**PM10**	**PM2,5**
RECUPERO INERTI	14,46	86,09	20,41
TOTALE	**14,46**	**86,09**	**20,41**

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 filale (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 01/01/2019 al 31/12/2019 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 dei ogni singola cella) pari a 1000 m x 1000 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

È stato inserito un fattore di *nesting* pari a 1 e per il salvataggio dei risultati è stato utilizzato il dominio con le seguenti caratteristiche:

- ampiezza di una cella nella direzione X: 200 m
- numero di celle nella direzione X: 34
- ampiezza di una cella nella direzione Y: 200 m
- numero di celle nella direzione Y: 34

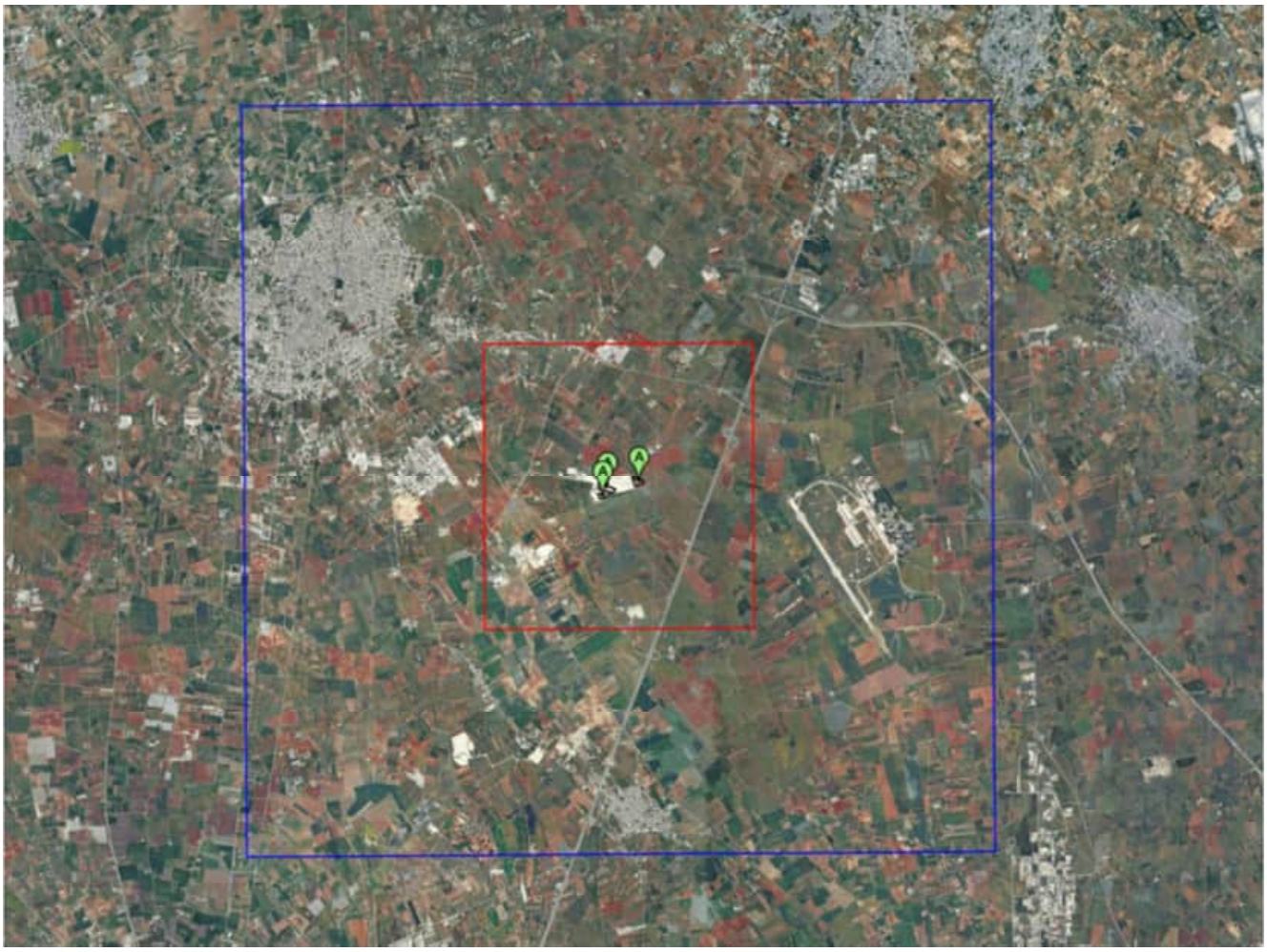
Quindi il dominio di salvataggio ha le seguenti dimensioni totali:

ΔX: 6,8 km

ΔY: 6,8 km

Punto di Origine a SW: 251504; 4457358 (WGS84 UTM 34N)

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).

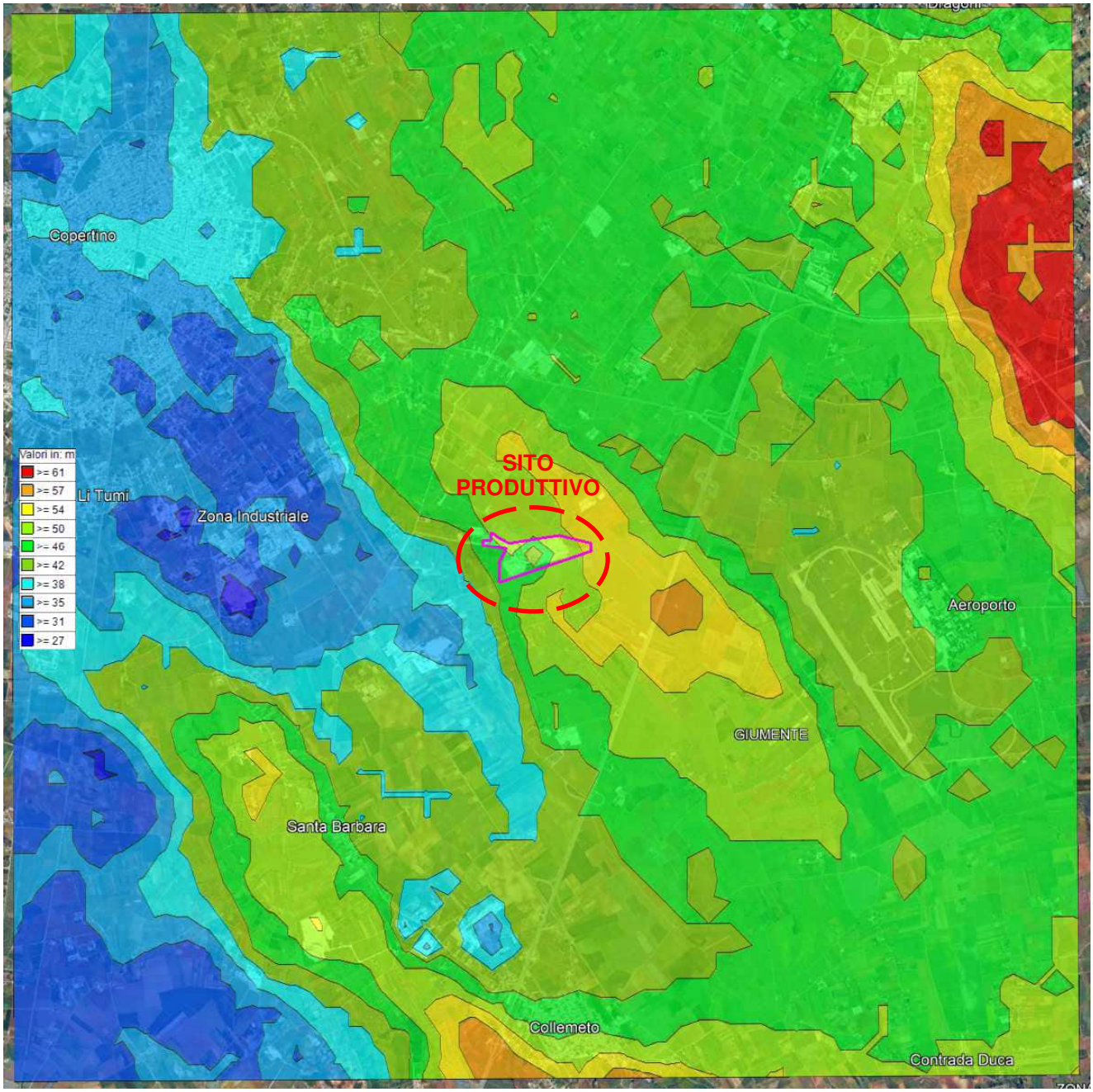


Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

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 NO_2 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 è stato NON attivato il calcolo della deposizione secca e umida delle polveri.

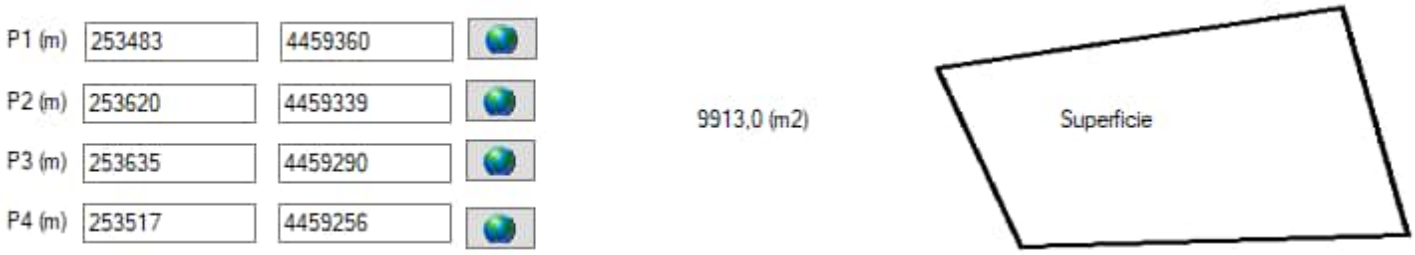
6.7 DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE

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.

Come anticipato in precedenza sono state definite n. 3 differenti sorgenti emissive riportate nei paragrafi seguenti.

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 34N:



la cui superficie emissiva considerata è pari a circa 10000 mq.

6.7.2 AREA EMISSIVA 1: Quantità

Come precedentemente calcolato si prevedono le seguenti emissioni orarie (considerando NO_2 = NOX):

	Emissioni orarie (g/h)		
	NO_2	**PM10**	**PM2,5**
ESTRAZIONE CALCARE	14,46	80,66	37,58
TOTALE	**14,46**	**80,66**	**37,58**

Considerando che la sorgente areale ha una superficie pari a circa 10000 mq, da un punto di vista quantitativo la sorgente areale è stata così definita:

Emissioni della sorgente areale (g/s/m²)		
NO_2	PM10	PM2,5
4,018E-07	2,240E-06	1,044E-06

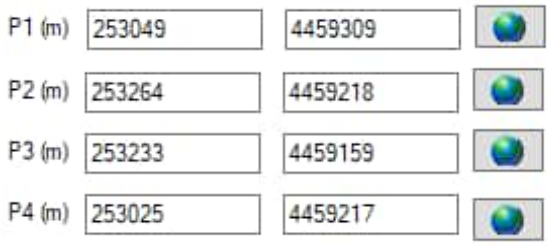
6.7.3 AREA EMISSIVA 1: Altre caratteristiche

Altre caratteristiche della sorgente areale sono le seguenti:

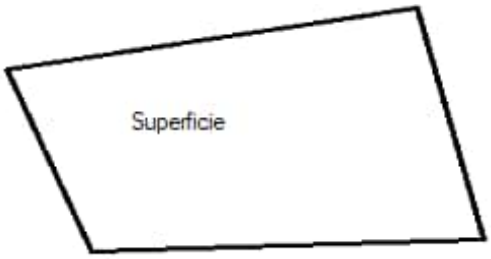
- altezza sul livello del suolo: 0 m
- quota orografica s.l.m. (m): 53 (impostata automaticamente in funzione dell'orografia 3D del modello CALMET)
- sigmaZ (m) = 0
- sorgente attiva 8 ore al giorno: dalle ore 7,00 alle ore 15,00;
- sorgente attiva dal lunedì al venerdì;
- sorgente attiva 12 mesi all'anno (ipotesi cautelativa);

6.7.4 AREA EMISSIVA 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 34N:



18017,0 (m2)



la cui superficie emissiva considerata è pari a circa 18000 mq.

6.7.5 AREA EMISSIVA 2: Quantità

Come precedentemente calcolato si prevedono le seguenti emissioni orarie (considerando NO_2 = NOX):

	Emissioni orarie (g/h)		
	NOX	**PM10**	**PM2,5**
FRANTUMAZIONE	0,00	62,97	6,17
TOTALE	**0,00**	**62,97**	**6,17**

Considerando che la sorgente areale ha una superficie pari a circa 18000 mq, da un punto di vista quantitativo la sorgente areale è stata così definita:

Emissioni della sorgente areale (g/s/m²))		
NO_2	**PM10**	**PM2,5**
0,000E+00	**9,717E-07**	**9,522E-08**

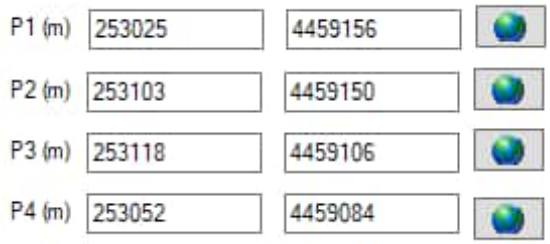
6.7.6 AREA EMISSIVA 2: Altre caratteristiche

Altre caratteristiche della sorgente areale sono le seguenti:

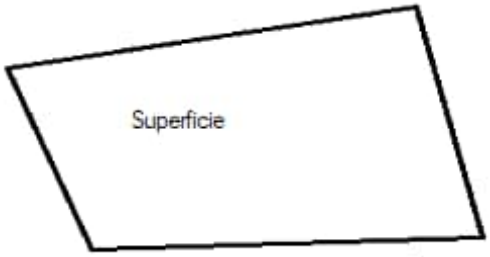
- altezza sul livello del suolo: 0 m
- quota orografica s.l.m. (m): 50 (impostata automaticamente in funzione dell'orografia 3D del modello CALMET)
- sigmaZ (m) = 4,65 (osservando che circa 2/3 dell'impianto sono ubicati tra i 15 m e 20 m al di sotto del piano campagna, tutto l'impianto è stato considerato ubicato a -10 m al si sotto del piano campagna, dividendo 10 per il coefficiente 2,15 si ottiene 4,65)
- 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);

6.7.7 AREA EMISSIVA 3: Tipologia

Nel caso in esame caratterizzato da emissioni che avvengono su una superficie, per l'Area Emissiva 3 è stata scelta una sorgente di tipo **areale** i cui vertici sono i seguenti nel sistema di riferimento WGS84 UTM 34N:



4344,0 (m2)



la cui superficie emissiva considerata è pari a circa 4350 mq.

6.7.8 AREA EMISSIVA 3: Quantità

Come precedentemente calcolato si prevedono le seguenti emissioni orarie (considerando NO_2 = NOX):

	Emissioni orarie (g/h)		
	NOX	**PM10**	**PM2,5**
FRANTUMAZIONE	14,46	86,09	20,41
TOTALE	**14,46**	**86,09**	**20,41**

Considerando che la sorgente areale ha una superficie pari a circa 4350 mq, da un punto di vista quantitativo la sorgente areale è stata così definita:

Emissioni della sorgente areale (g/s/m²))		
NO_2	PM10	PM2,5
9,236E-07	5,497E-06	1,303E-06

6.7.9 AREA EMISSIVA 3: Altre caratteristiche

Altre caratteristiche della sorgente areale sono le seguenti:

- altezza sul livello del suolo: 0 m
- quota orografica s.l.m. (m): 50 (impostata automaticamente in funzione dell'orografia 3D del modello CALMET)
- sigmaZ (m) = 8,37 (osservando che l'impianto di progetto sarà ubicato a 18 m al di sotto del piano campagna, dividendo 18 per il coefficiente 2,15 si ottiene 8,37)
- 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);

6.8 RICETTORI DISCRETI

Non sono stati selezionati ricettori 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 contenente i dati orari storici della rete di monitoraggio di ARPA Puglia di tutto l'anno 2025

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 nell'anno considerato per la centralina selezionata.

Sulla base di quanto appena detto, per tutti gli inquinanti PM10, PM2,5 ed NO_2 è stata selezionata la stazione "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 inquinate.

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

8.1 PM10 (SOLO FONDO)

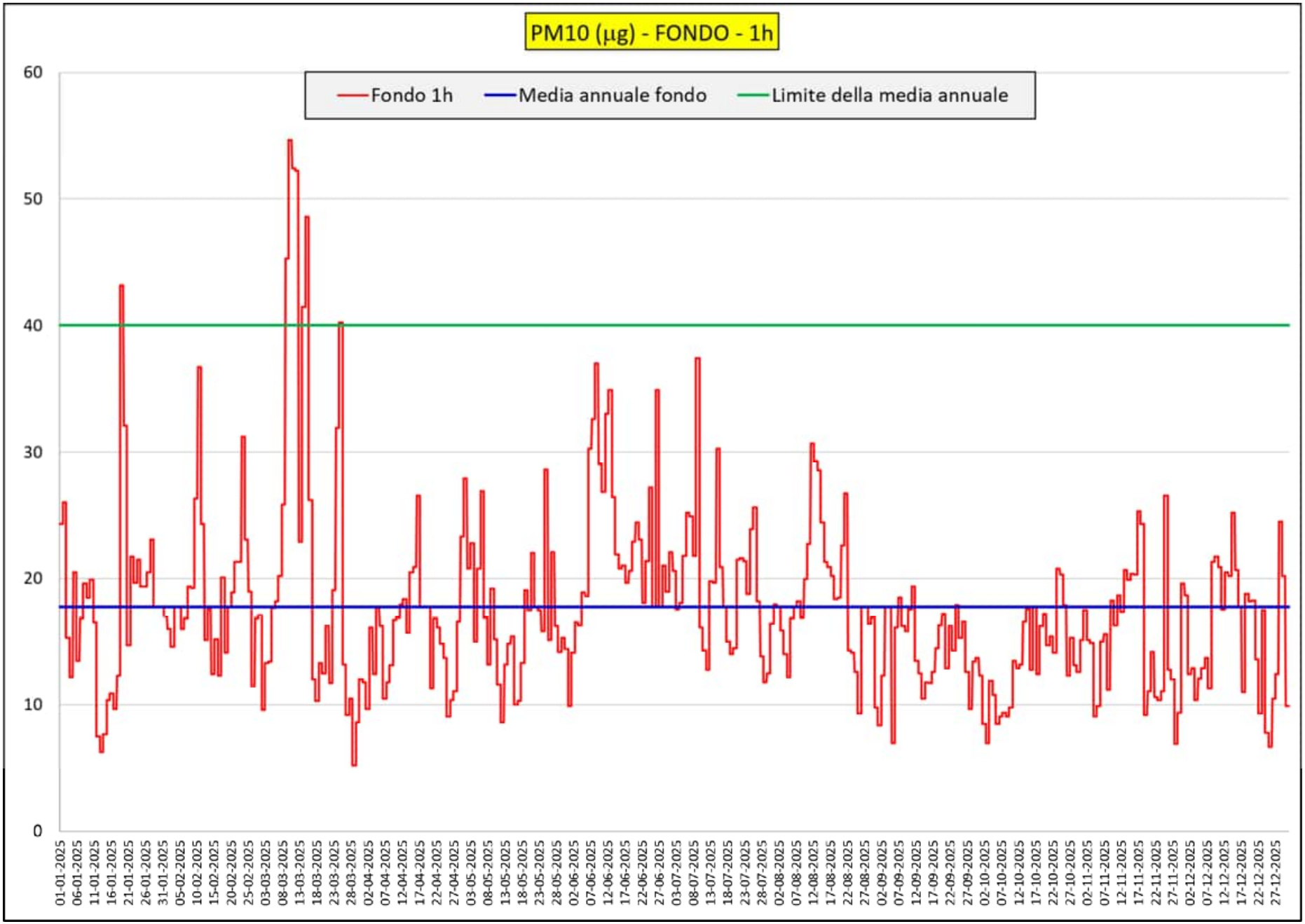
Per il PM10 è stata assunta come stazione di fondo la stazione “S.M. Cerrate” la cui distribuzione oraria (anno 2025), è caratterizzata da:

- media annua = 17,8 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 della media 24 ore = 54,7 µg/mc;
- n. di superamenti del limite (50 µg/mc) della media 24 ore = 3

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 µg/mc, della sua media in 24h e del suo limite pari a 50 µg/mc.

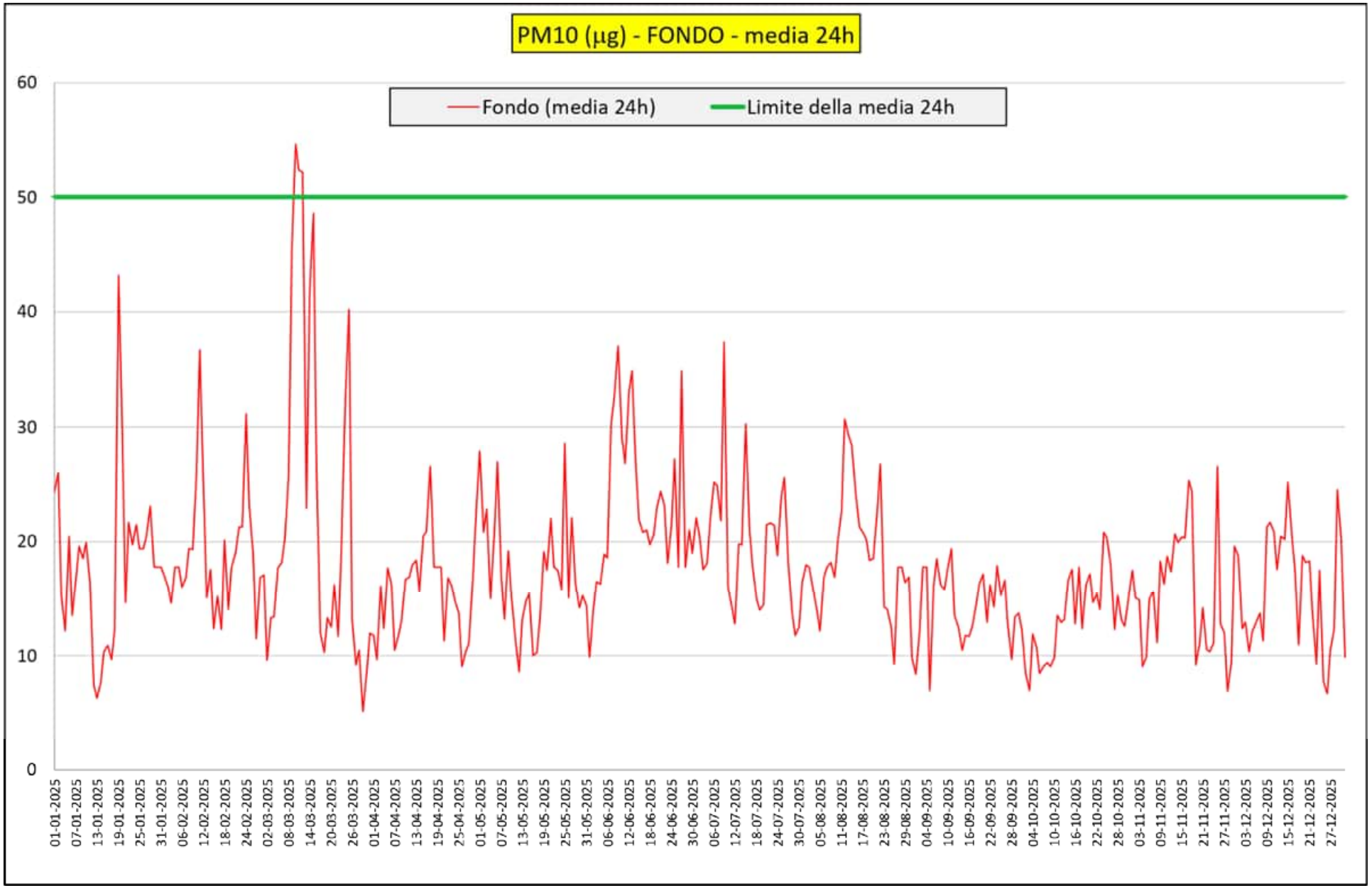
Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it



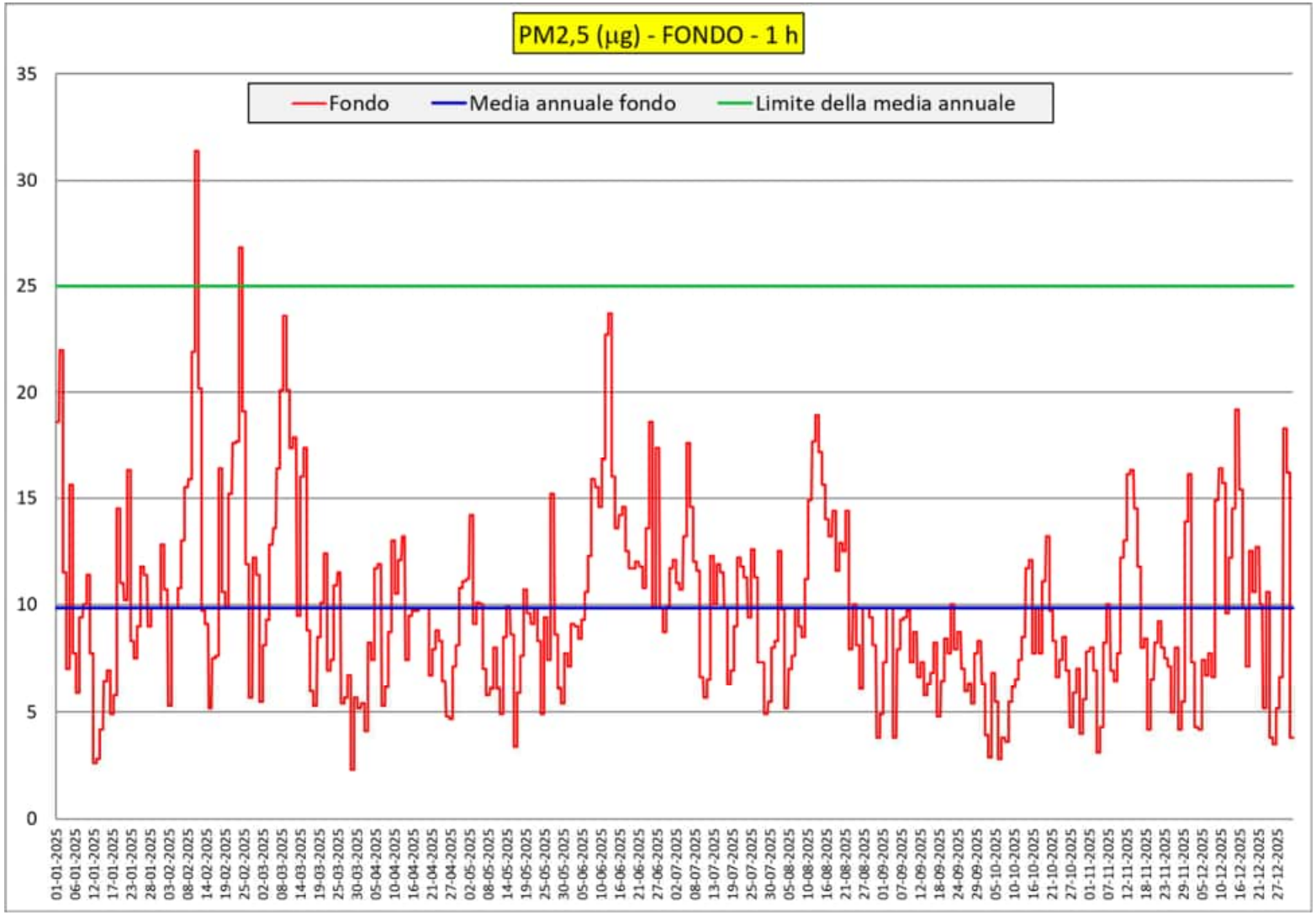
Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

8.2 PM2,5 (SOLO FONDO)

Per il PM2,5 è stata assunta come stazione di fondo la stazione "S.M. Cerrate", la cui media annua 2025 è pari a 9,8 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 PM2,5, della sua media annuale e del suo limite pari a 25 µg/mc.



8.3 NO_2 (SOLO FONDO)

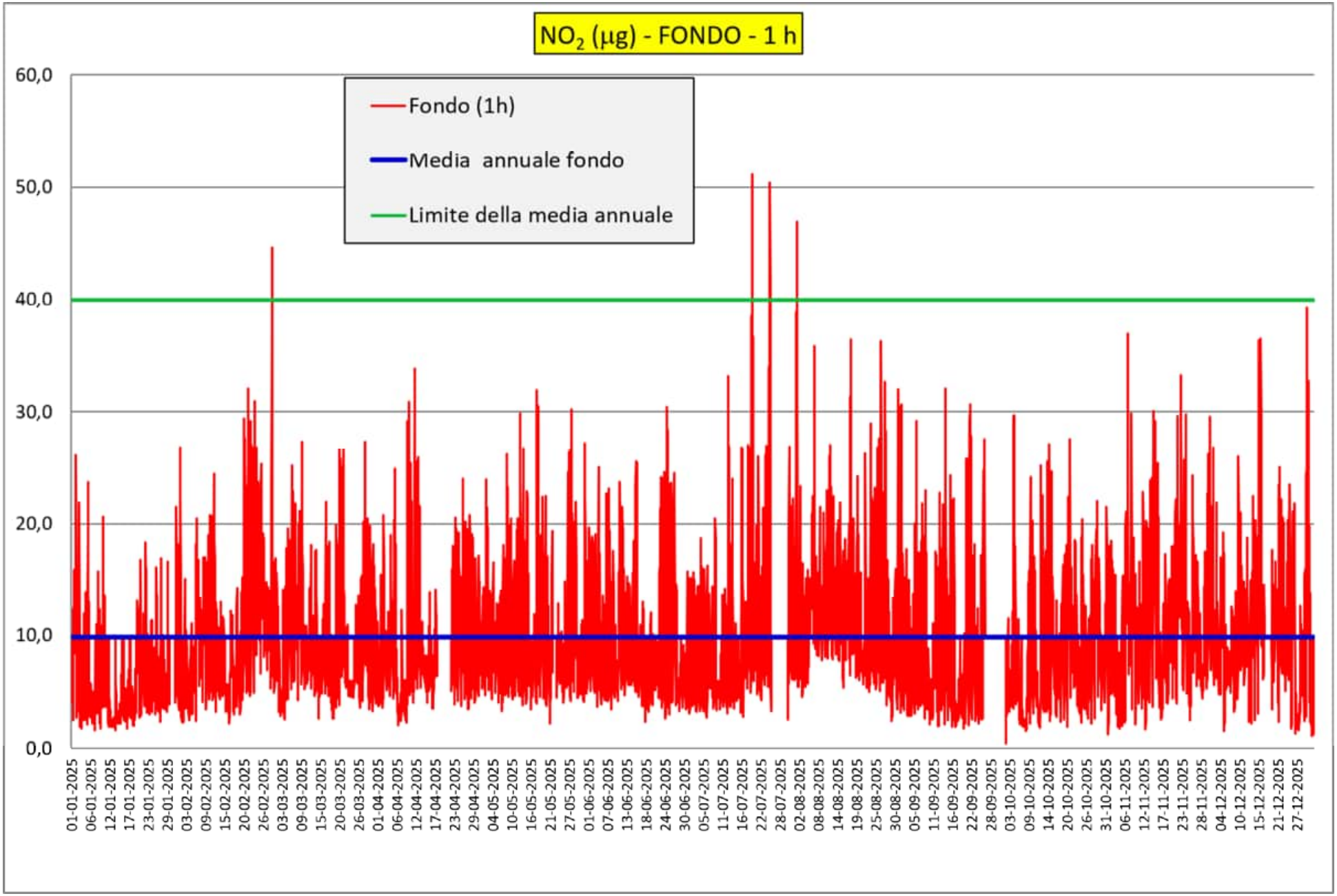
Per il NO_2 è stata assunta come stazione di fondo la stazione "S.M. Cerrate" la cui distribuzione oraria (anno 2025), è caratterizzata da:

- media annua = 9,9 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 = 51,1 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 NO_2, della sua media annuale e del suo limite pari a 40 µg/mc e del limite 1h pari a 200 µg/mc.

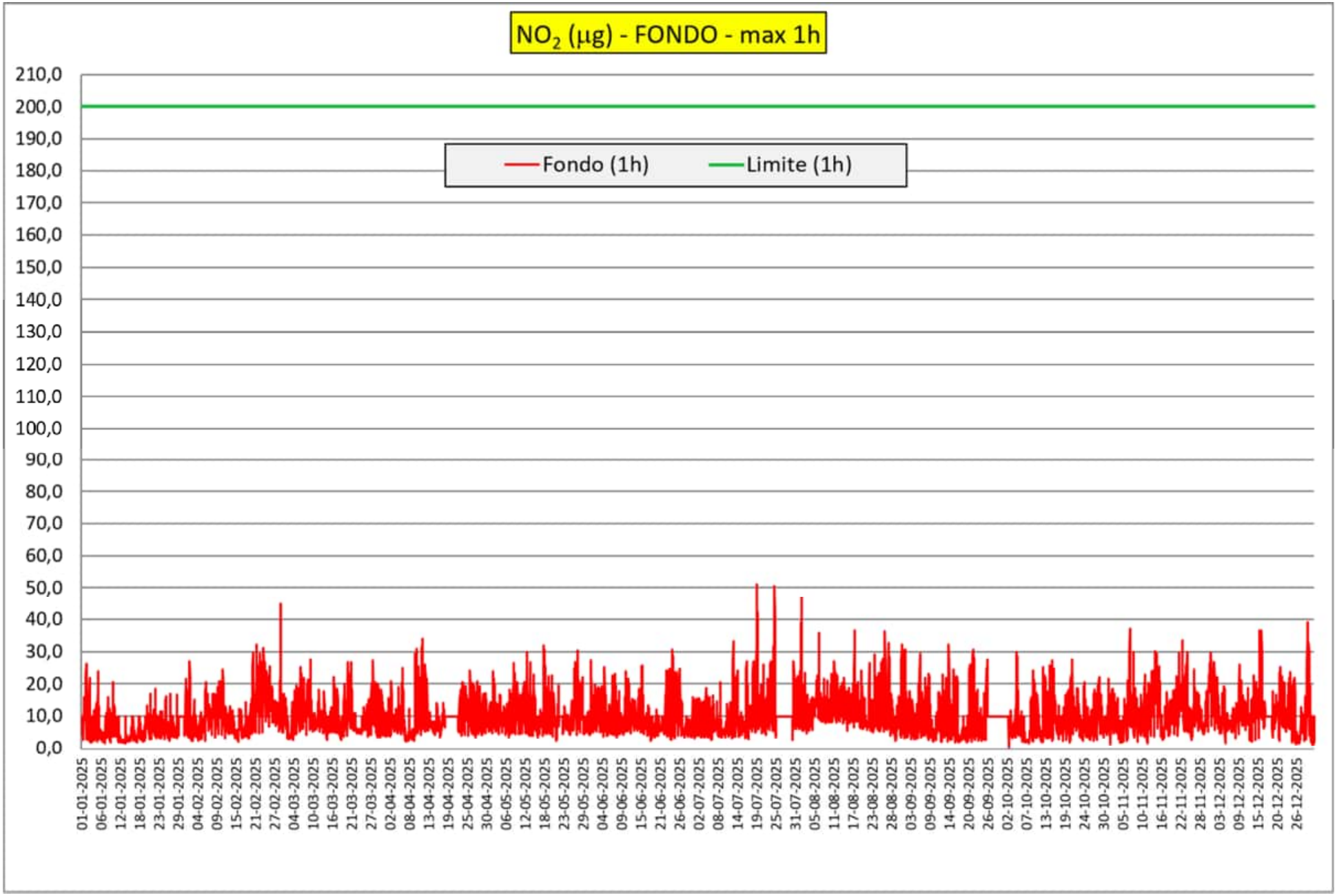
Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it



9 RISULTATI SIMULAZIONE AREE EMISSIVE 1, 2 E 3

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 paragrafi seguenti si riportano i risultati relativi all'attivazione CONTEMPORANEA delle AREE EMISSIVE 1,2 e 3, secondo quanto specificato nei paragrafi precedenti.

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

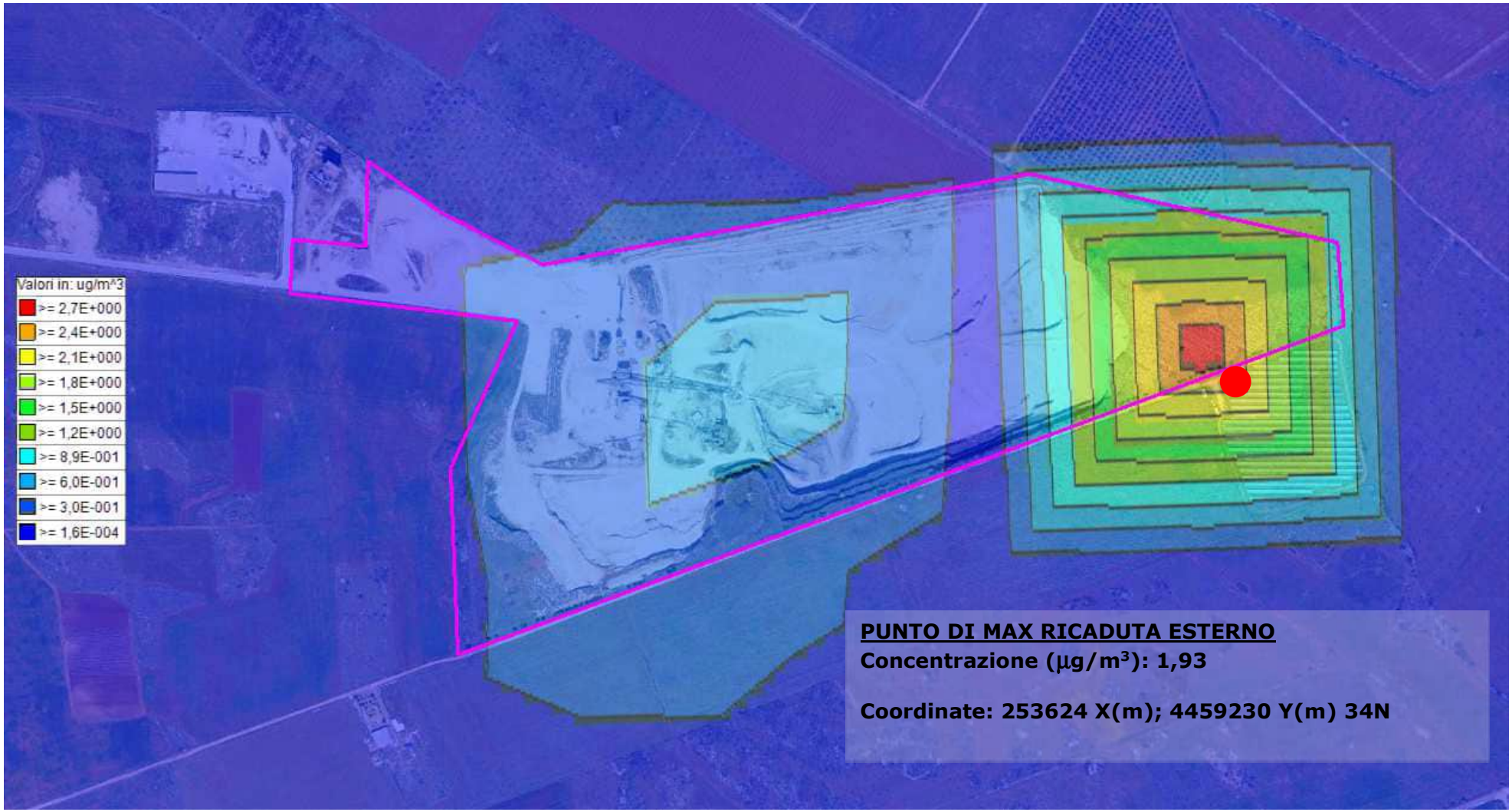
Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.1 PM10 – Limite 24h

9.1.1 PM10 – Concentrazione media 24h - 90,4° percentile SENZA fondo

Confine di proprietà

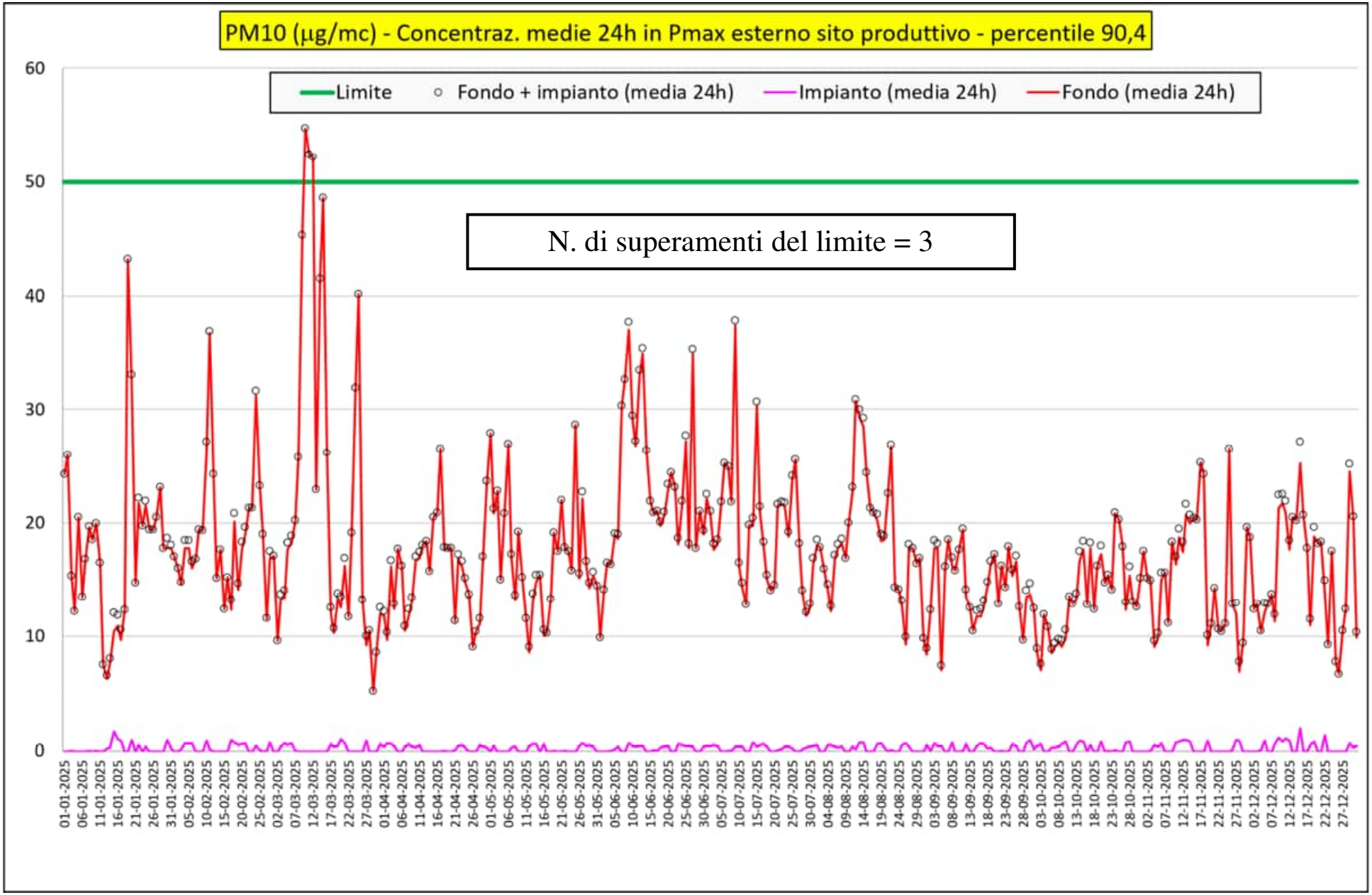
Punto di max ricaduta esterno sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.1.2 PM10 –Percentile 90,4 - Concentrazioni medie 24h nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

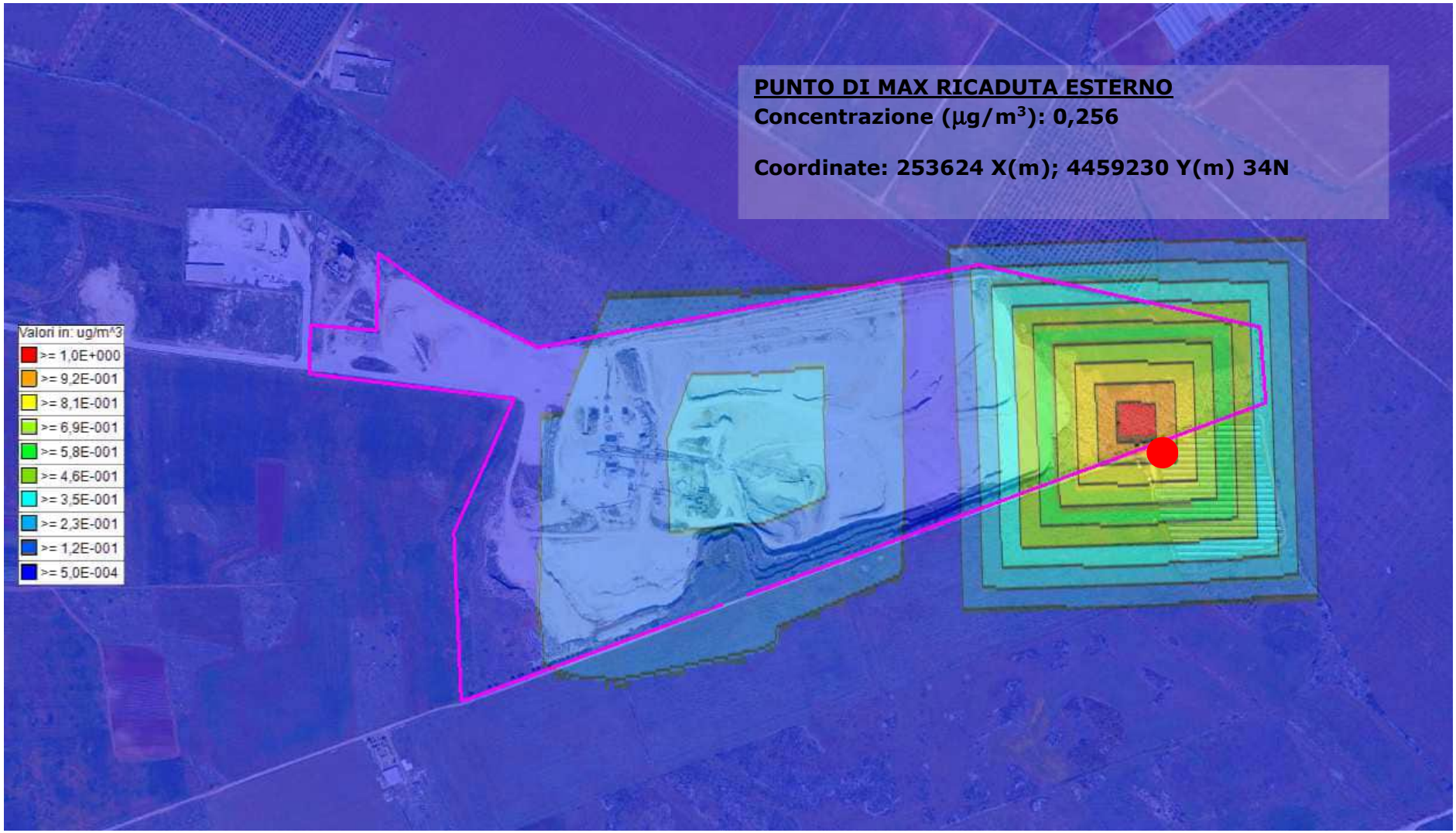
Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.2 PM10 – Limite media annuale

9.2.1 PM10 – Concentrazione media 24h SENZA fondo

Confine di proprietà

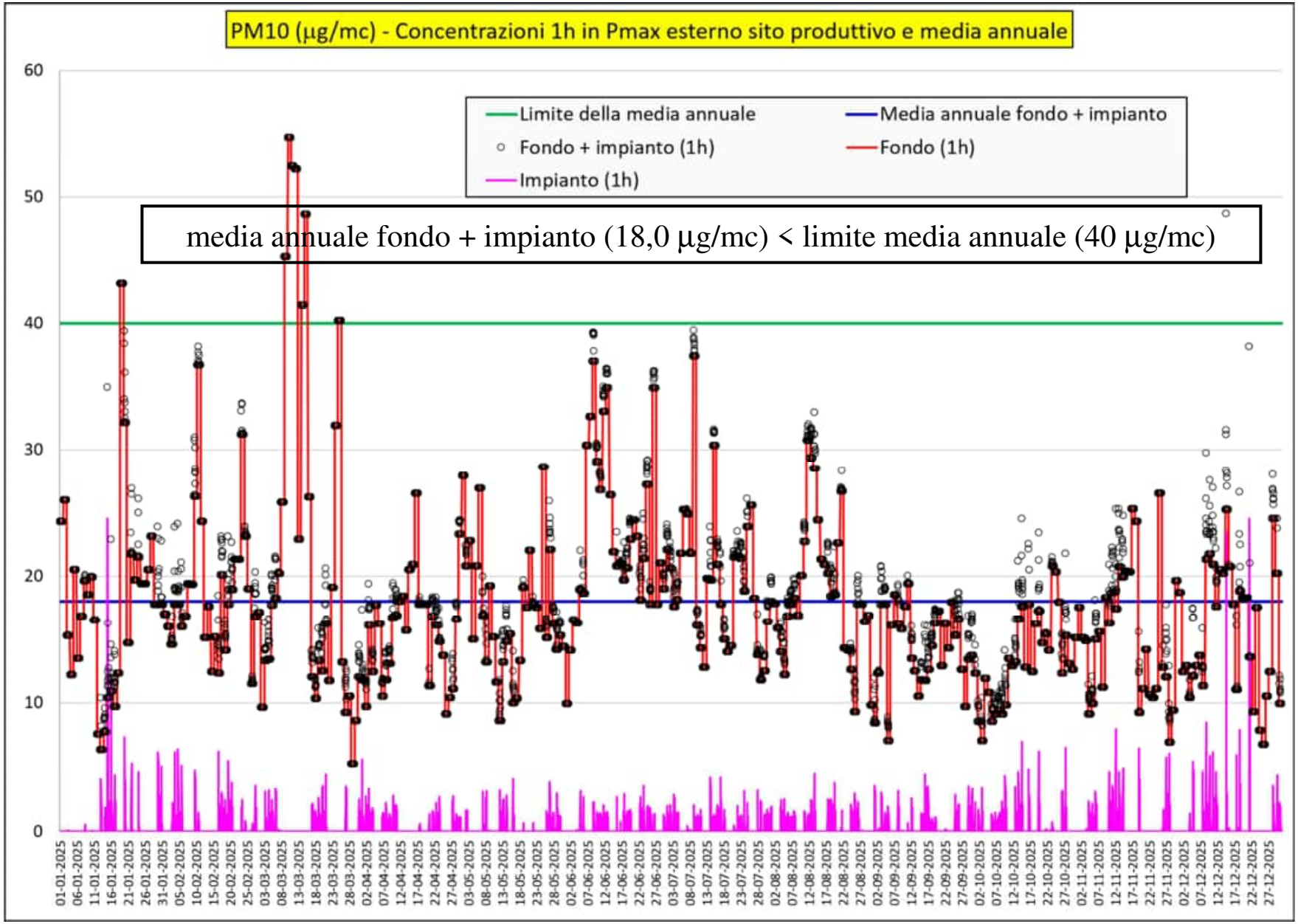
Punto di max ricaduta esterno sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.2.2 PM10 – Media annuale nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

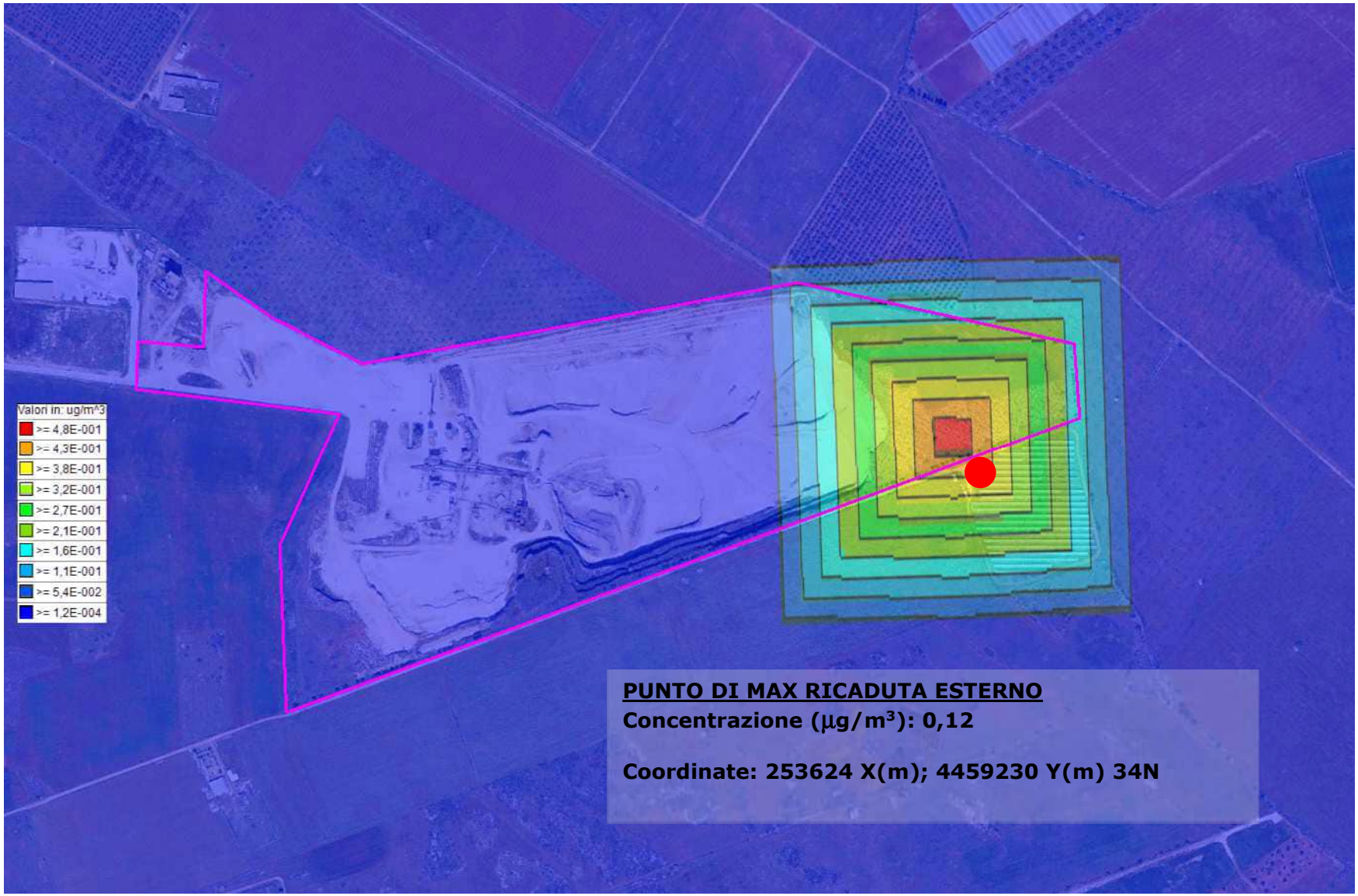
A.P.A.C. associazione provinciale acustici LECCE socio fondatore

9.3 PM2,5 – Limite media annuale

9.3.1 PM2,5 - Concentrazione 24h SENZA fondo

Confine di proprietà

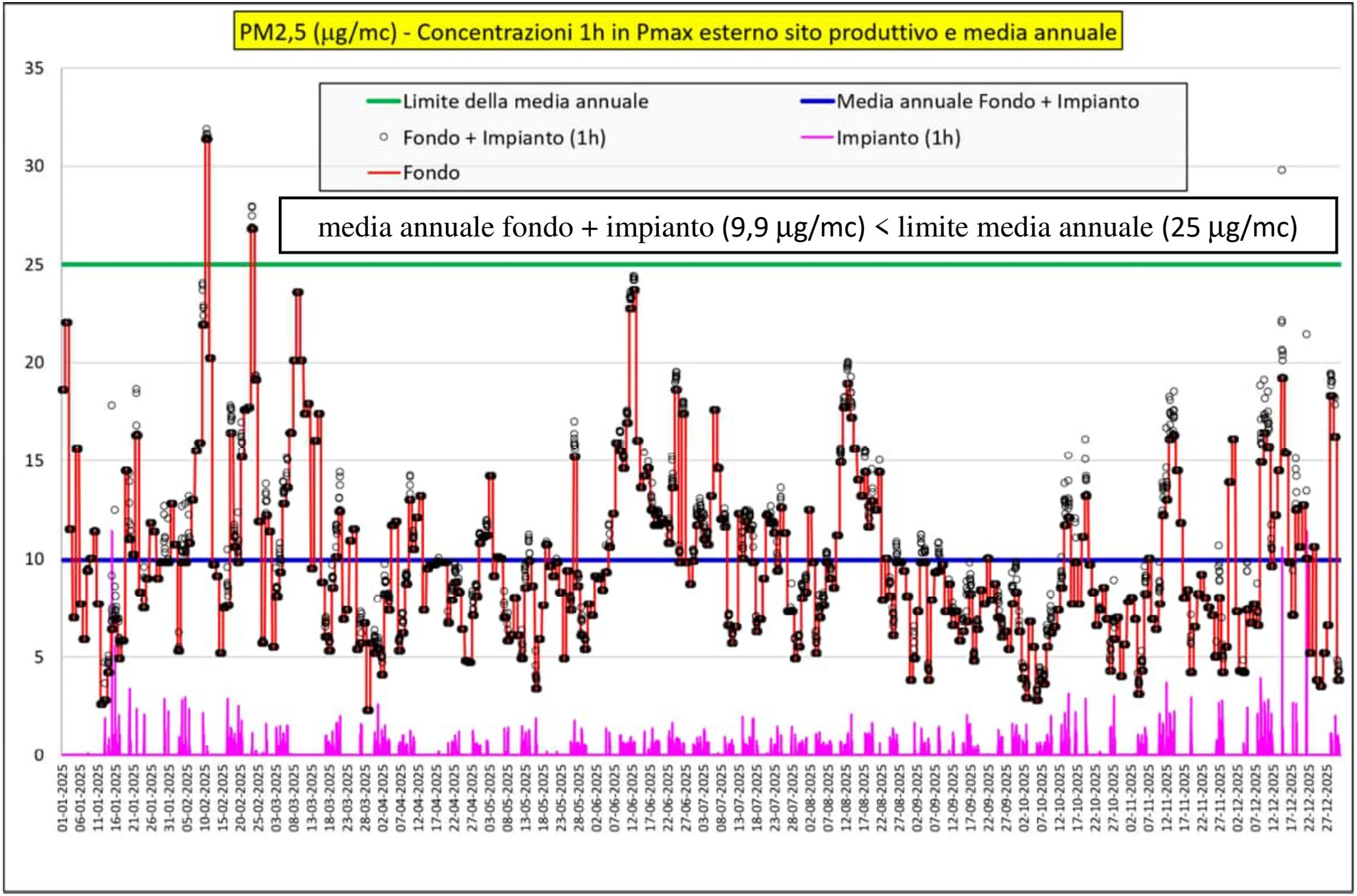
Punto di max ricaduta esterno sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.3.2 PM2,5 – Media annuale nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

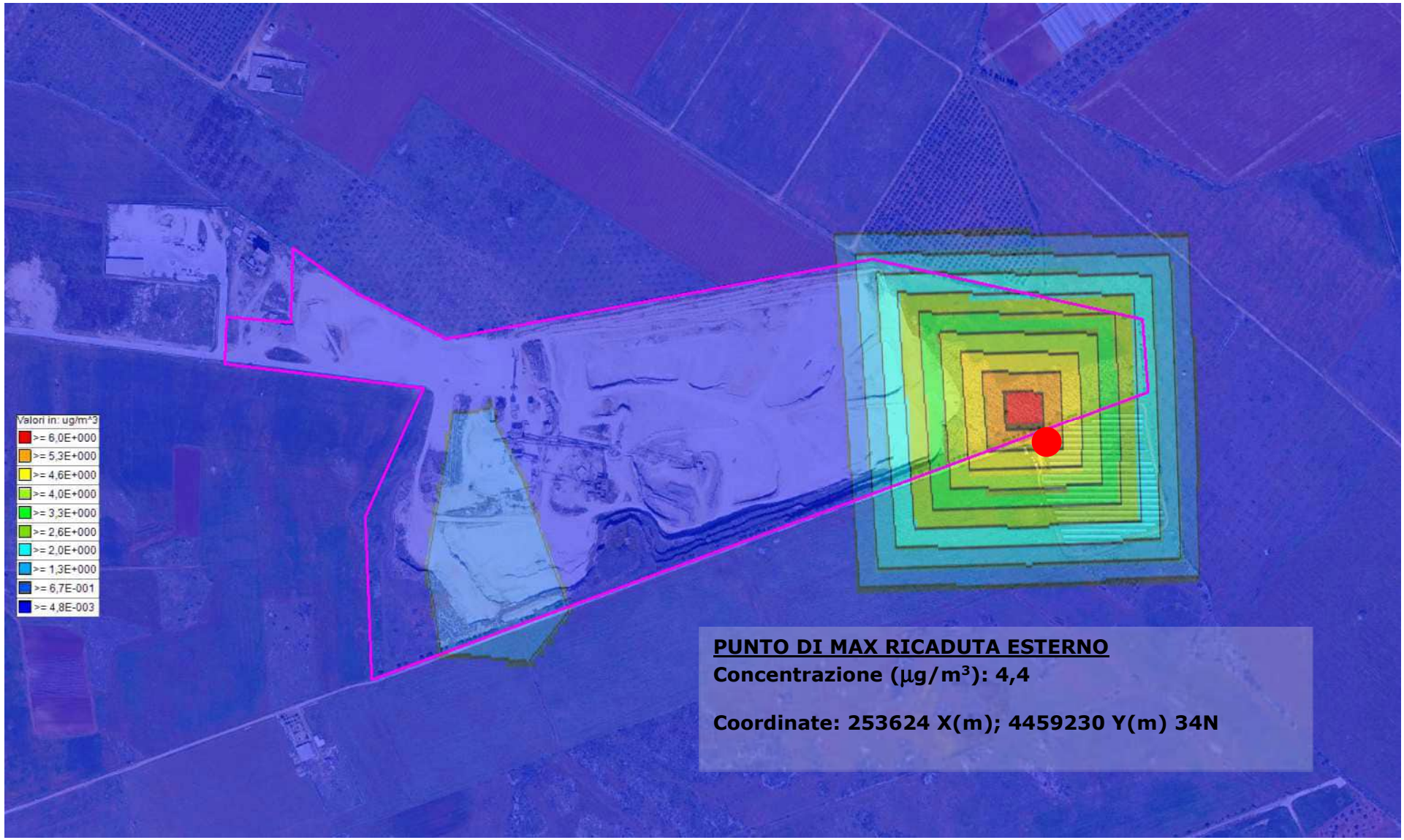
A.P.A.C. associazione provinciale acustici LECCE socio fondatore

9.4 NO2 – Limite orario

9.4.1 NO2 – Concentrazione 1h – 99,8° percentile SENZA fondo

Confine di proprietà

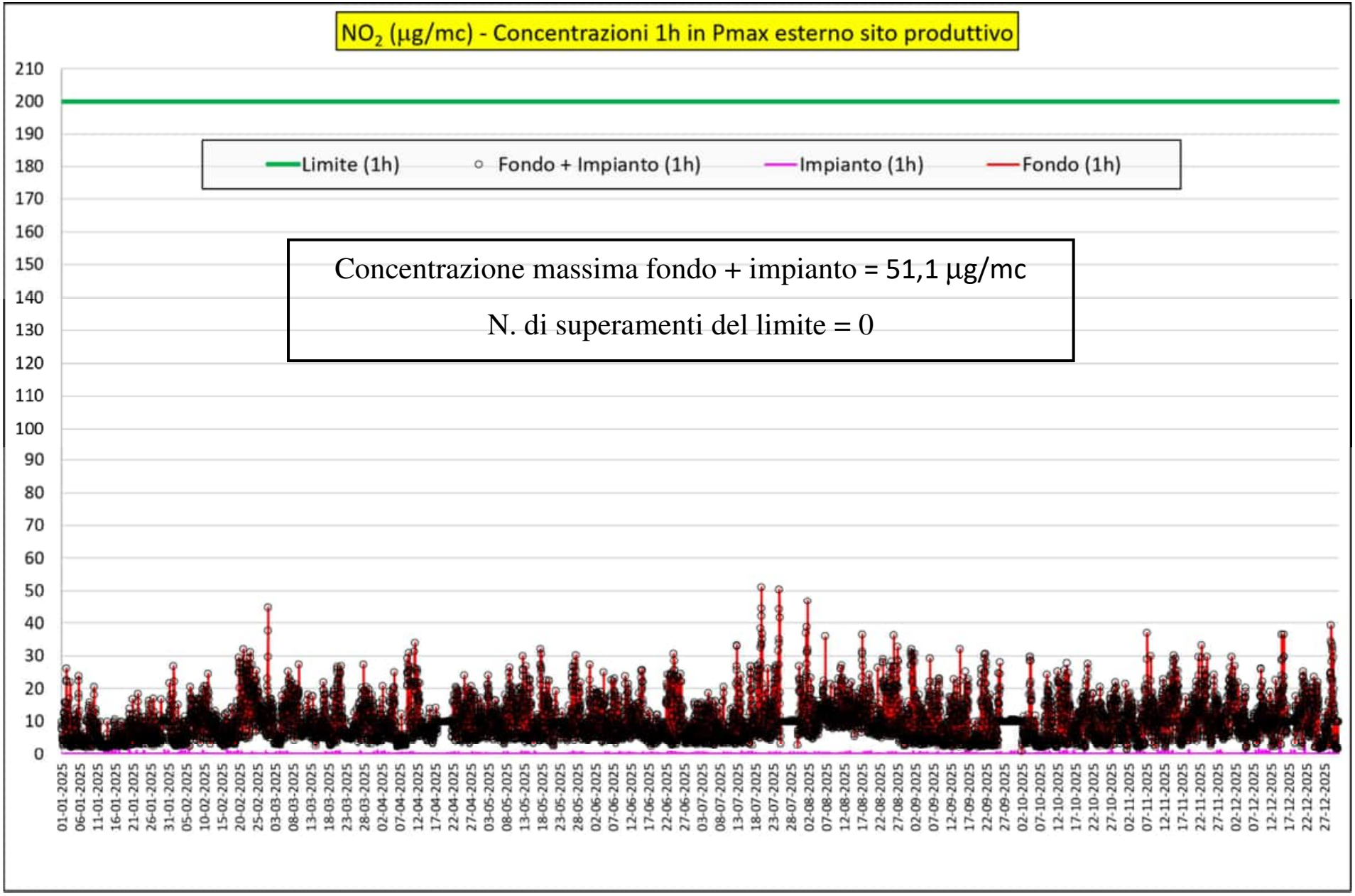
Punto di max ricaduta esterno sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.4.2 NO2 – Percentile 99,8 - Concentrazioni 1h nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

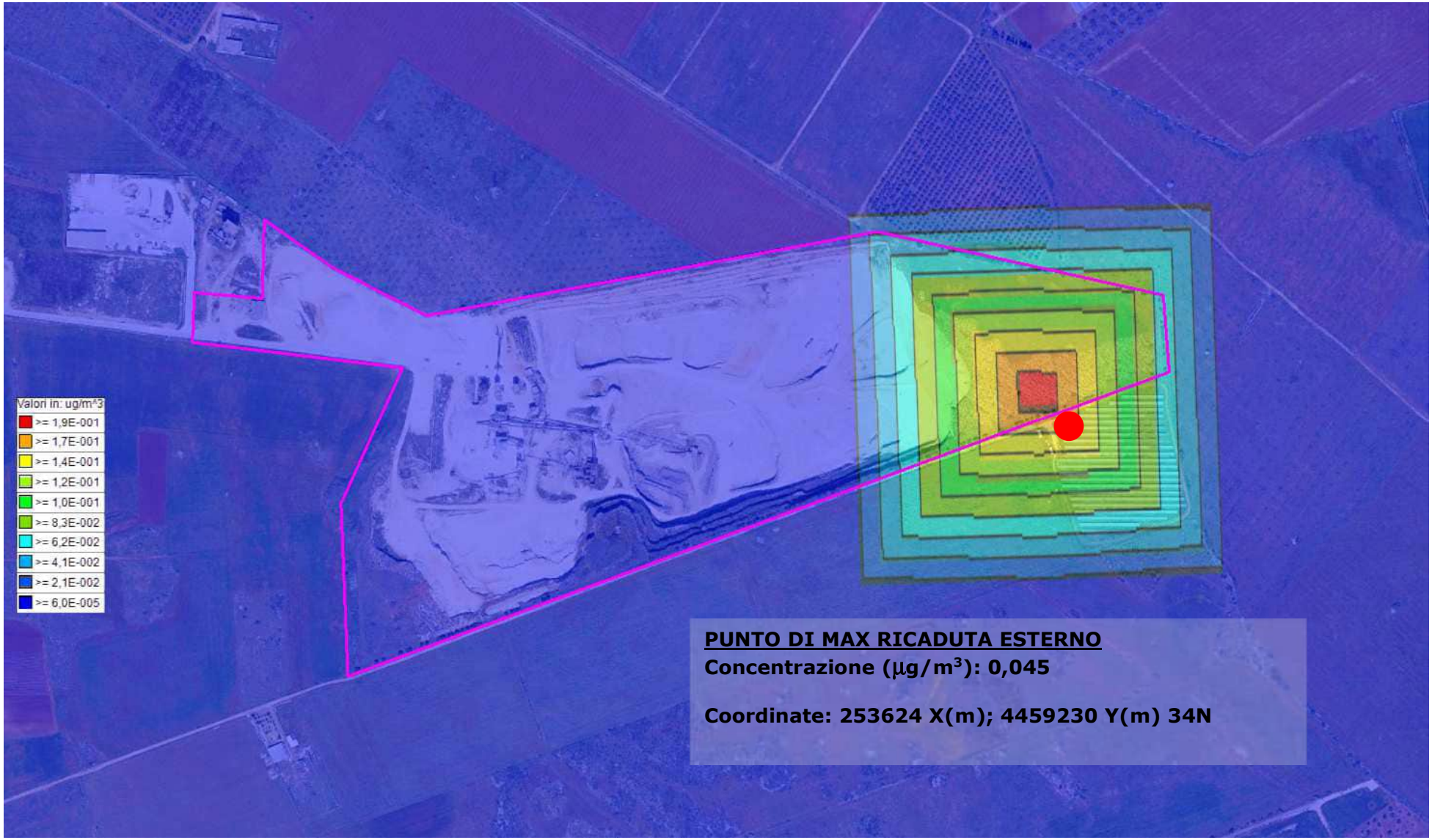
Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.5 NO2 – Limite media annuale

9.5.1 NO2 - Concentrazione 24h SENZA fondo

Confine di proprietà

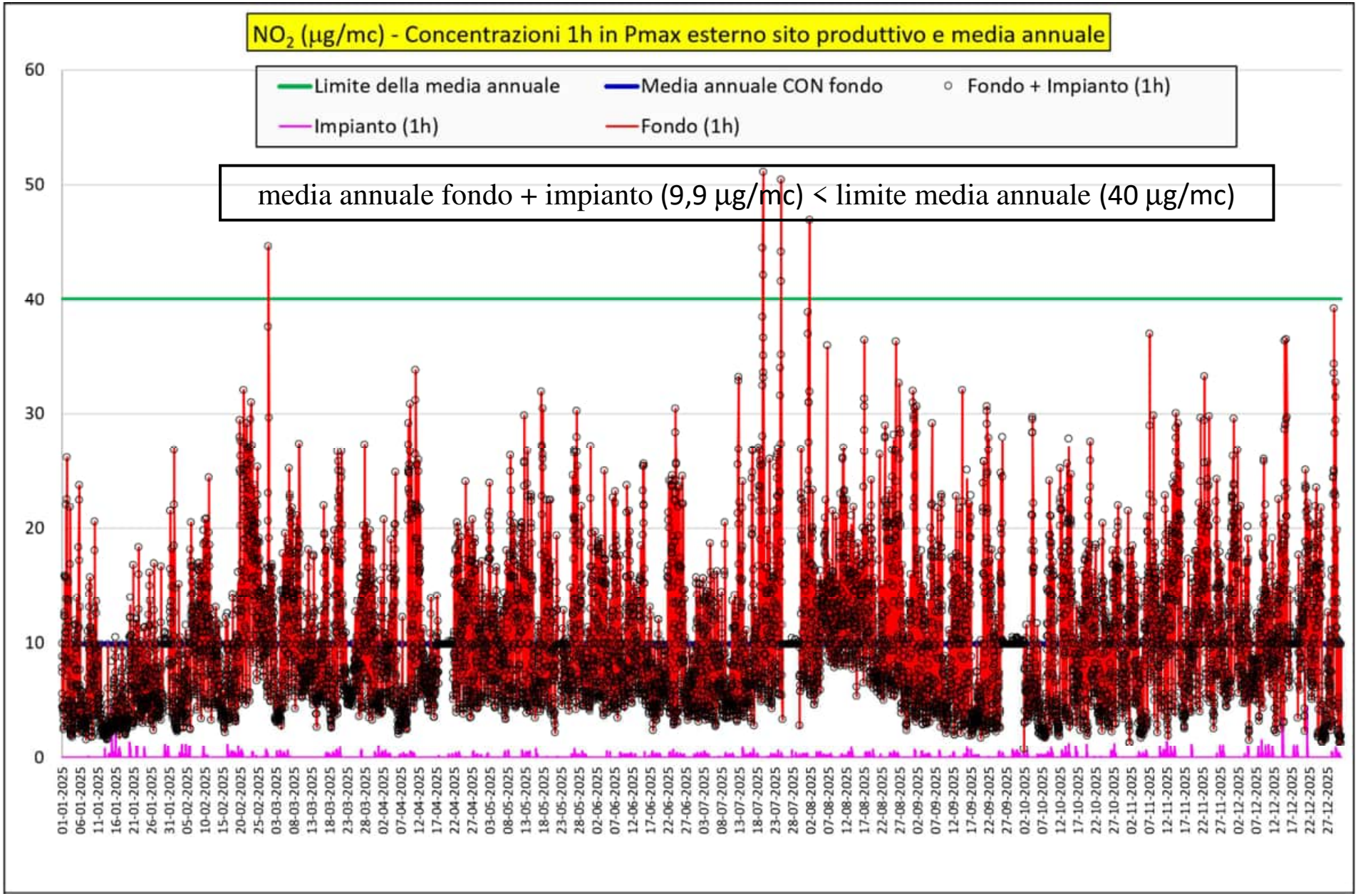
Punto di max ricaduta esterno sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

9.5.2 NO2 – Media annuale nel punto di massima ricaduta all'esterno del sito produttivo



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

10 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	**19,1** (µg/mc)	**2,56E-01** (µg/mc)	**18,0** (µg/mc)	40 (µg/mc)	**SI**
	Max 24 ore	**96,7** (µg/mc)	**1,93** (µg/mc)	**54,7** (µg/mc)	50 (µg/mc)	**SI**
		2 (superam./anno)		**3** (superam./anno)	35 (max. superam./anno)	
PM2,5	Media Anno civile	**11,1** (µg/mc)	**1,17E-01** (µg/mc)	**9,9** (µg/mc)	25 (µg/mc)	**SI**
NO_2	Media Anno civile	**7,2** (µg/mc)	**4,53E-02** (µg/mc)	**9,9** (µg/mc)	40 (µg/mc)	**SI**
	Max 1 ora	**66,7** (µg/mc)	**4,40E+00** (µg/mc)	**51,1** (µg/mc)	200 (µg/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":

$$PTS\ (\mu g/mc) = \frac{PM10_{24h,FONDO+IMPIANTO}\ (\mu g/mc)}{1000 \cdot 0{,}7} = 0{,}078$$

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

Sulla base dei 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.

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

11 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 NO_2 del sito produttivo in oggetto.**

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

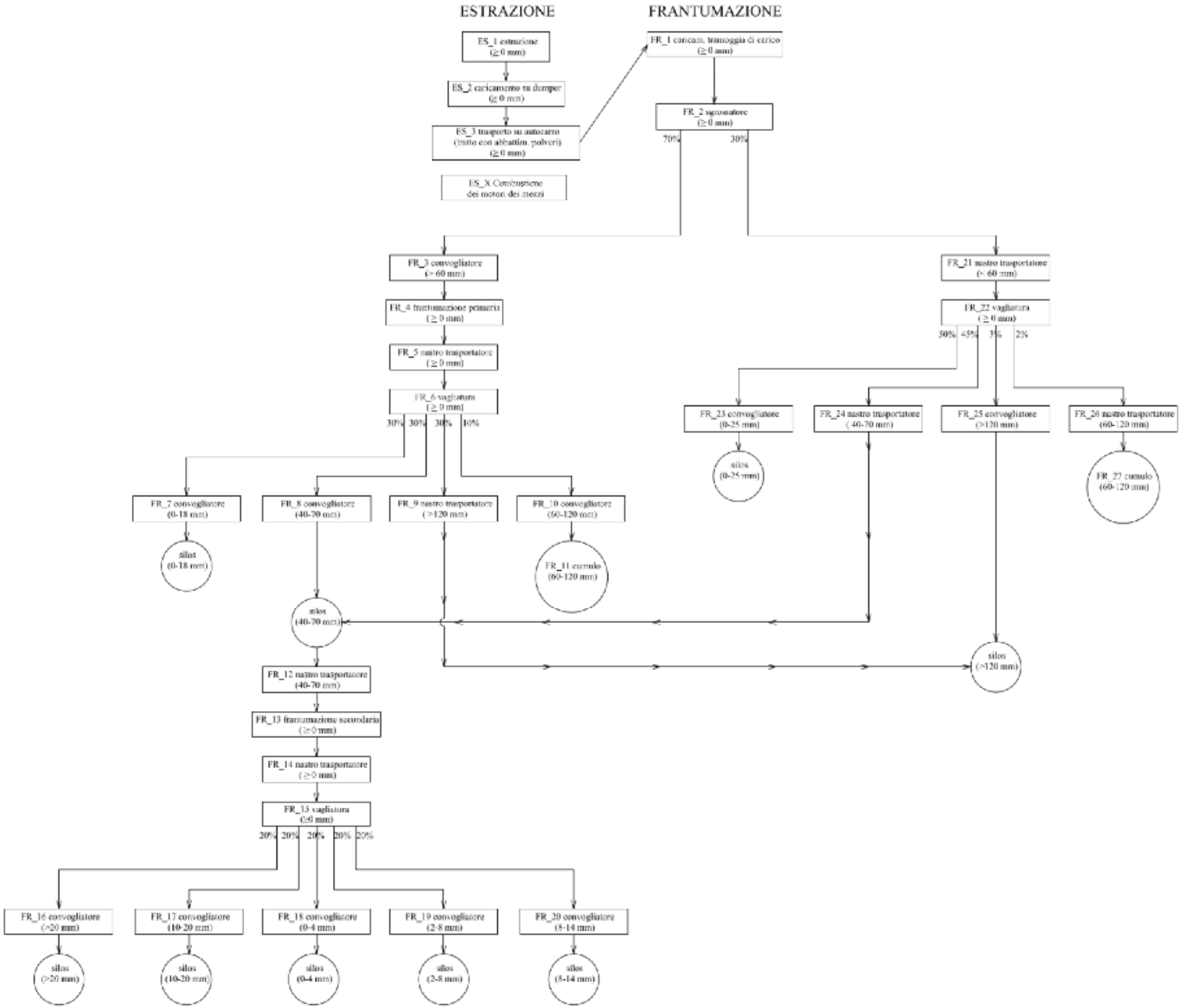
ALLEGATI

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

A.P.A.C. associazione provinciale acustici LECCE socio fondatore

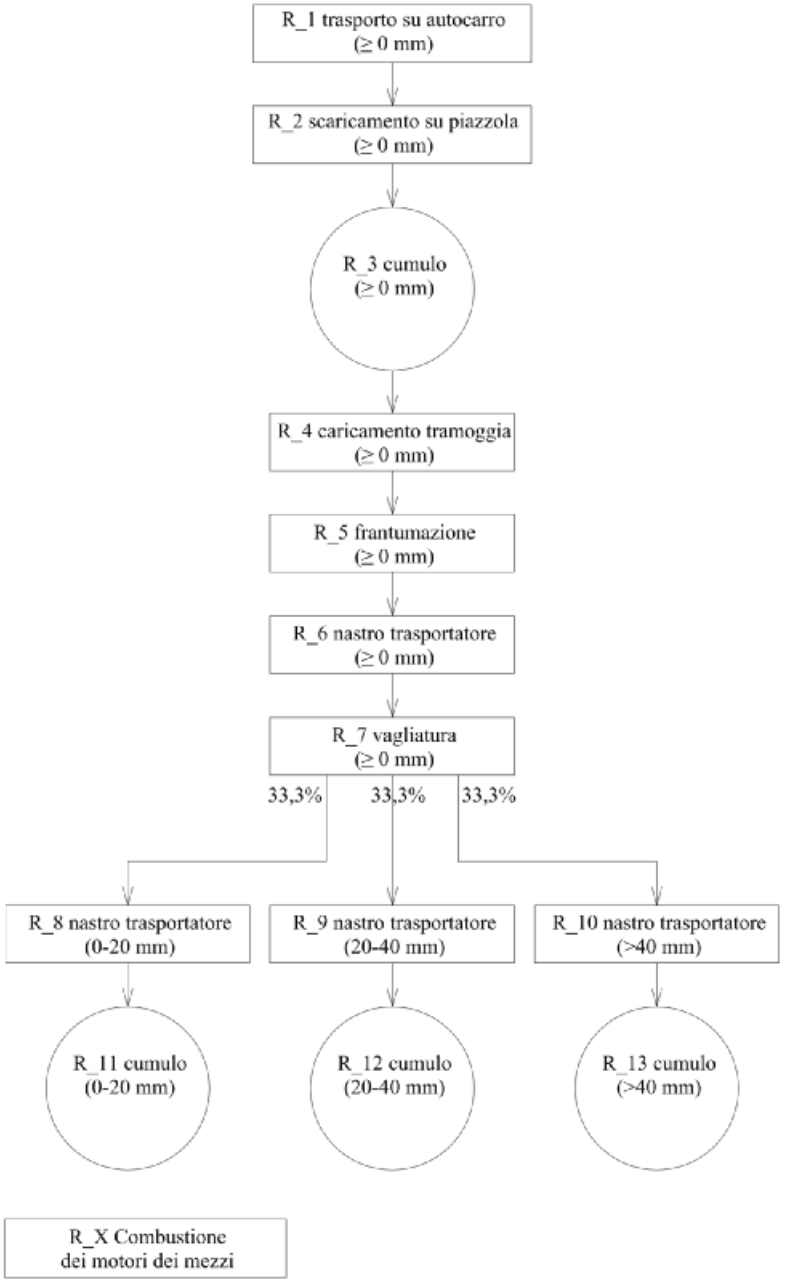
ALLEGATO 1 – SCHEMA A BLOCCHI



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

RECUPERO INERTI



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

ALLEGATO 2 – FORNITURA DATI METEO

MAIND
MODELLISTICA AMBIENTALE

Report fornitura dati meteorologici in formato MMS CALPUFF

Località Copertino (LE)
Periodo Anno 2025 fuso orario dei dati GMT

Caratteristiche del dominio richiesto

Origine SW x = 248304.00 m E - y = 4454358.00 m N UTM fuso 34 – WGS84
Dimensioni orizzontali totali 10 km x 10 km
Risoluzione orizzontale (dimensioni griglia) dx = dy = 200 m
Risoluzione verticale (quota livelli verticali) 0-20-50-100-200-500-1000-2000-4000 m sul livello del suolo

Caratteristiche del punto richiesto

Coordinate (40.247417°N, 18.098460°E)
Cella (25,25)

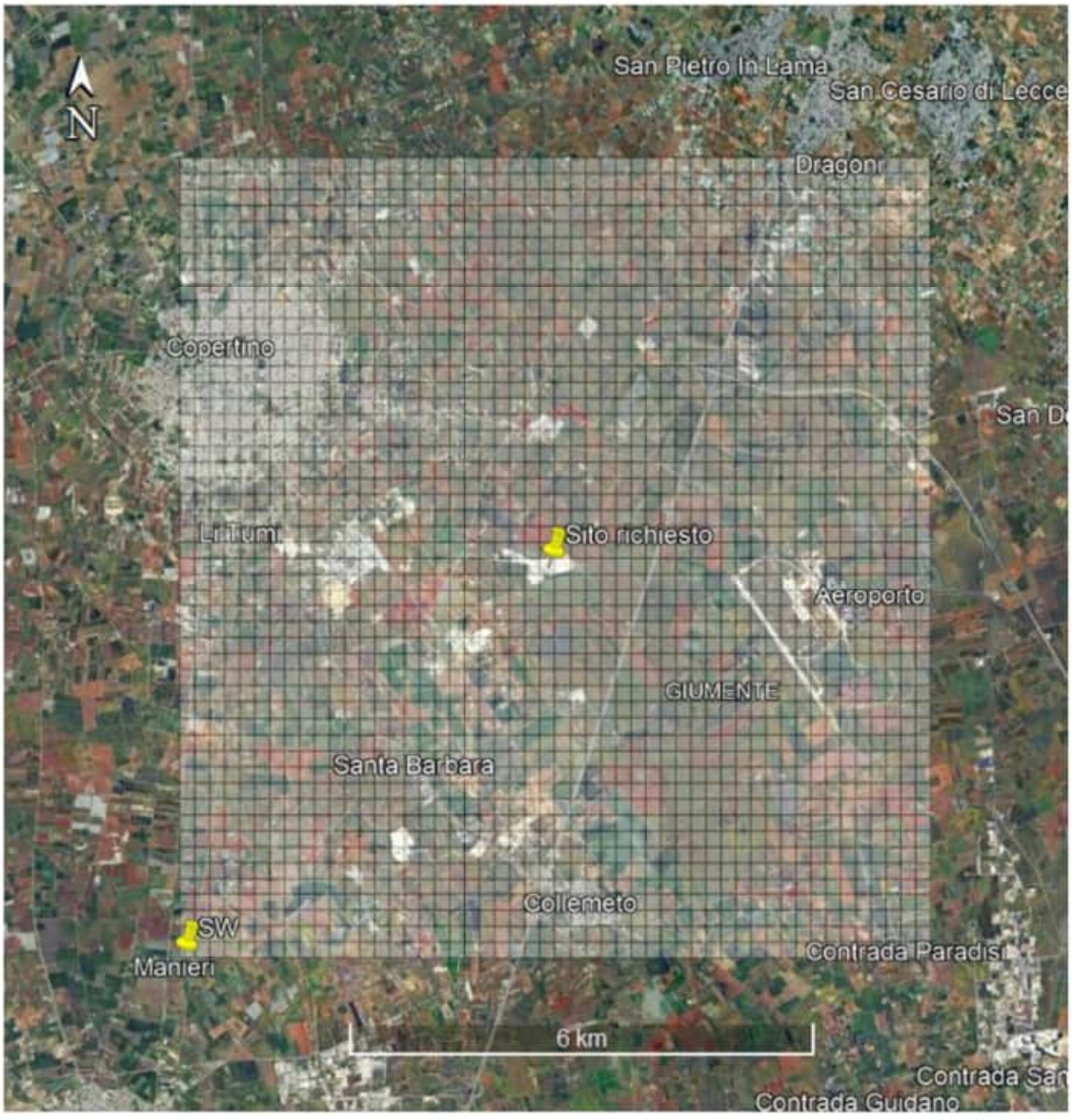


Figura 1 – Dominio, località richiesta

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, dati meteorologici sinottici di superficie e di profilo verticale ricavati dal modello di calcolo climatologico del centro meteorologico prognostico europeo ECMWF (dati forniti dal Progetto ERA5), e dei dati rilevati nelle stazioni locali sito-specifiche se disponibili.

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 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.

Modello utilizzato: CALMET release 6.334

Stazioni meteorologiche utilizzate

Stazioni sinottiche

- stazioni di superficie SYNOP ICAO
  LECCE - LIBN 163330 [40.239197°N - 18.133297°E]

- stazioni di radiosondaggio SYNOP ICAO
  16332 -Galatina profilo [40.239994°N - 18.139998°E]

Dati ricavati dal modello meteorologico prognostico europeo ECMWF – Progetto ERA5

- stazioni virtuali di superficie
  non utilizzate

- stazioni virtuali di profilo verticale
  non utilizzate

Stazioni sito specifiche da reti regionali/provinciali

Non disponibili

Stazioni private fornite da richiedente

Non disponibili

Orografia

- Risoluzione originaria del DTM : 3 archi di secondo (circa 90 m)
- Fonte dati DTM: USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Non-Void Filled

Uso del suolo

- Risoluzione originaria uso suolo: 100 m
- Fonte dati Uso del Suolo: Classificazione CORINE Land Cover 1:100.000 aggiornata al 2012 delle regioni italiane (ISPRA - https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/copertura-del-suolo/corine-land-cover)

Nelle immagini seguenti viene riportata la posizione delle stazioni meteorologiche utilizzate per la ricostruzione del campo meteorologico sull'area richiesta

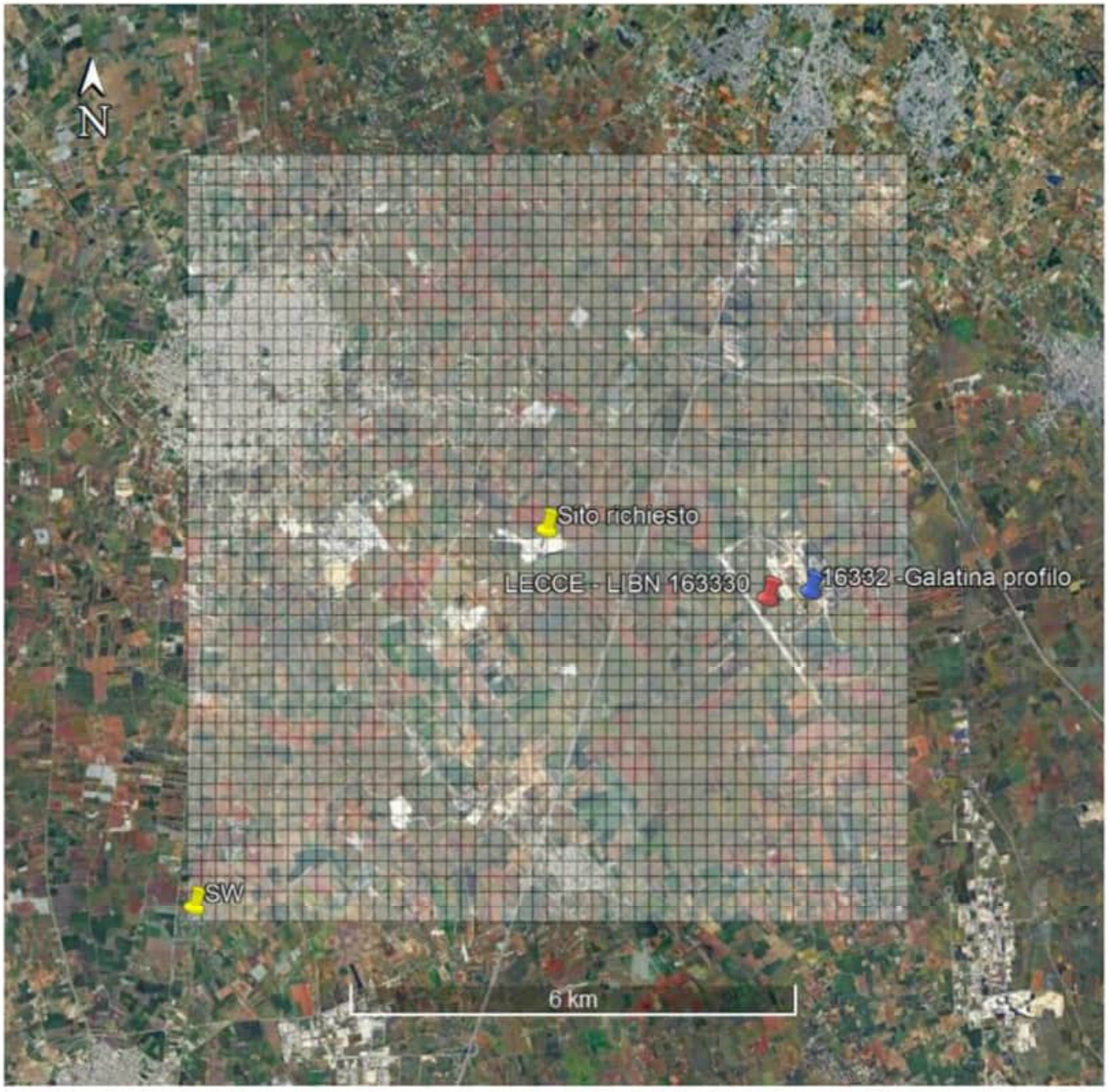


Figura 2 – Stazioni di superficie e di profilo verticale utilizzate per la ricostruzione meteo.

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

ALLEGATO 3 – RAPPORTO DEI DATI METEOROLOGICI LOCALI

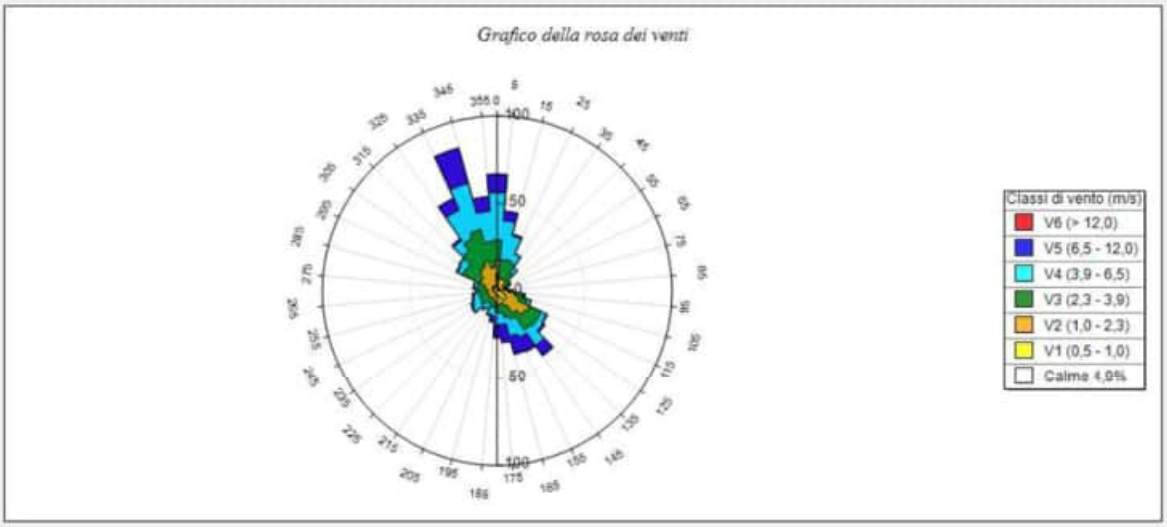


*Rapporto generato dal software **MMS Calpuff** prodotto da Maind S.r.l. (17/09/2026)*

Informazioni di base

Elemento	Valore
Tipologia dati meteorologici	CALMET 3D file meteorologico
Nome del file	D:\LAVORO_Calimera\AUA-Emissioni-CALPUFF-CET\00000_Lavori\2026-09-10_Cava_Dell'Anna_Rec_Inerti_CALPUFF\0_CALPUFF\2026-09_Cava_DELL_ANNA_Copertino.CPFRUN\Copertino_2025_3d.3dmet
Periodo dei dati	01/01/2025 00:00:00 <-> 01/01/2026 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: 248304,0 X(m); 4454358,0 Y(m) 34N ; numero punti: 50 x 50; dimensione cella; 200,0 DX(m) x 200,0 DY(m)
Punto selezionato nel dominio	26,25 (i,j); 253404,0 X(m); 4459258,0 Y(m); 50 Q(m)
File con i dati utilizzati	C:\MMSCALPUFFRUN\meteodata.txt

Rosa dei venti



SECTORS	V1 (0,5 - 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	9,70	7,99	11,42	27,17	10,39	0,00	66,67	4,09
5,0 - 15,0	2,28	4,57	10,96	22,60	5,48	0,00	45,89	4,34
15,0 - 25,0	0,80	6,62	11,30	14,04	0,91	0,00	33,68	3,61
25,0 - 35,0	1,03	6,39	10,50	5,48	0,34	0,00	23,74	3,04
35,0 - 45,0	1,60	5,48	5,94	3,31	0,00	0,00	16,32	2,69
45,0 - 55,0	1,03	3,07	3,65	1,26	0,11	0,00	9,02	3,64
55,0 - 65,0	2,17	2,74	2,63	0,91	0,00	0,00	8,45	2,24
65,0 - 75,0	0,91	2,51	1,60	0,91	0,00	0,00	5,94	2,45
75,0 - 85,0	1,60	2,63	1,83	0,46	0,11	0,00	6,62	2,24
85,0 - 95,0	2,40	3,88	1,37	1,14	0,46	0,00	9,25	2,36
95,0 - 105,0	2,74	7,42	4,34	0,68	0,80	0,00	15,98	2,35
105,0 - 115,0	3,08	9,82	4,79	2,28	0,11	0,00	20,09	2,31
115,0 - 125,0	5,25	15,07	7,42	3,31	0,57	0,00	31,62	2,33
125,0 - 135,0	6,28	12,90	8,90	4,11	1,14	0,00	33,33	2,49
135,0 - 145,0	6,51	8,90	11,64	10,96	6,85	0,34	45,21	3,83
145,0 - 155,0	3,88	5,82	7,99	11,64	8,56	0,46	38,36	4,67
155,0 - 165,0	2,51	4,91	8,11	11,30	10,27	0,46	37,56	4,91
165,0 - 175,0	2,17	5,71	4,68	6,74	10,27	0,00	29,57	4,95
175,0 - 185,0	2,74	5,59	4,00	6,96	7,31	0,00	26,60	4,37
185,0 - 195,0	2,74	3,54	2,97	5,14	3,42	0,00	17,81	3,90

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

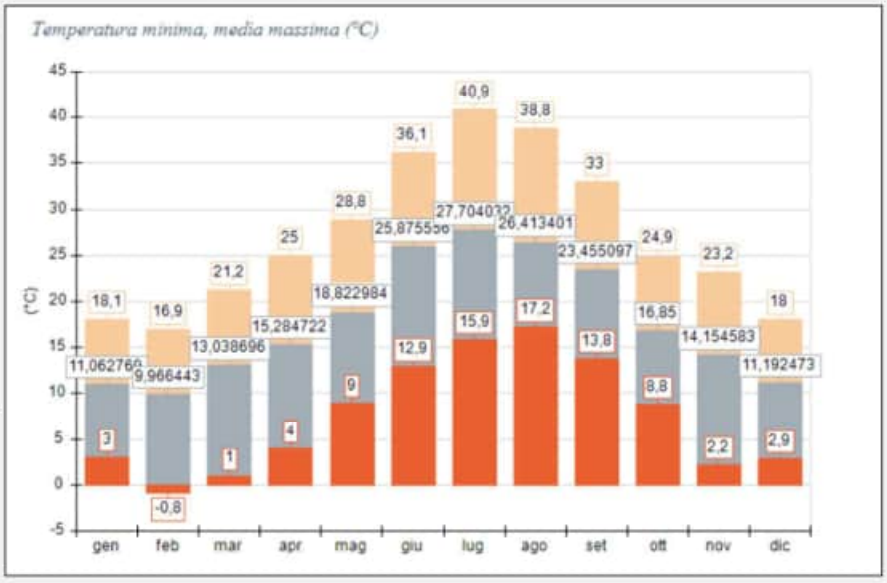
SECTORS	V1 (0,5 - 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
195,0 - 205,0	2,63	2,97	4,34	4,00	0,68	0,00	14,61	3,10
205,0 - 215,0	2,17	2,40	3,54	2,85	0,46	0,00	11,42	2,95
215,0 - 225,0	1,94	2,85	3,20	4,57	0,68	0,00	13,24	3,32
225,0 - 235,0	1,37	4,34	5,71	5,37	0,80	0,00	17,58	3,40
235,0 - 245,0	1,94	3,20	4,79	5,94	0,91	0,00	16,78	3,59
245,0 - 255,0	1,71	3,77	4,79	4,00	0,57	0,00	14,84	3,14
255,0 - 265,0	1,94	3,54	4,57	3,42	0,80	0,00	14,27	3,16
265,0 - 275,0	1,94	3,20	4,34	1,60	0,91	0,00	11,99	2,93
275,0 - 285,0	2,51	4,00	5,25	1,60	0,46	0,00	13,81	2,52
285,0 - 295,0	1,60	5,71	4,22	2,05	0,11	0,00	13,70	2,55
295,0 - 305,0	3,31	7,53	10,96	3,31	0,68	0,00	25,80	2,73
305,0 - 315,0	2,28	8,56	10,62	4,91	0,46	0,00	26,83	2,82
315,0 - 325,0	3,65	10,62	13,58	7,42	1,37	0,00	36,64	2,98
325,0 - 335,0	2,97	12,56	17,69	17,92	7,42	0,00	58,56	3,85
335,0 - 345,0	3,42	14,50	18,61	27,28	20,78	0,00	84,59	4,62
345,0 - 355,0	2,05	11,42	14,95	17,47	8,33	0,00	54,22	4,10
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme < 0,5	49,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49,43	0,00
Totale	148,29	226,60	257,19	254,11	112,56	1,26	1000,00	0,00

Statistiche Velocità del vento (m/s)

Param.	Valore
Dati validi	8760,00
Min.	0,00
Med.	3,45
Max.	15,40
Moda	2,10
5° Perc.	0,50
25° Perc.	1,50
50° Perc,	3,10
75° Perc.	4,60
95° Perc.	7,70
% Calme	4,94

Temperatura (°C)

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-0,80	17,86	40,90
Primavera	1,00	15,72	28,80
Estate	12,90	26,67	40,90
Autunno	2,20	18,14	33,00
Inverno	-0,80	10,77	18,10
gen	3,00	11,06	18,10
feb	-0,80	9,97	16,90
mar	1,00	13,04	21,20
apr	4,00	15,28	25,00
mag	9,00	18,82	28,80
giu	12,90	25,88	36,10
lug	15,90	27,70	40,90
ago	17,20	26,41	38,80
set	13,80	23,46	33,00
ott	8,80	16,85	24,90
nov	2,20	14,15	23,20
dic	2,90	11,19	18,00

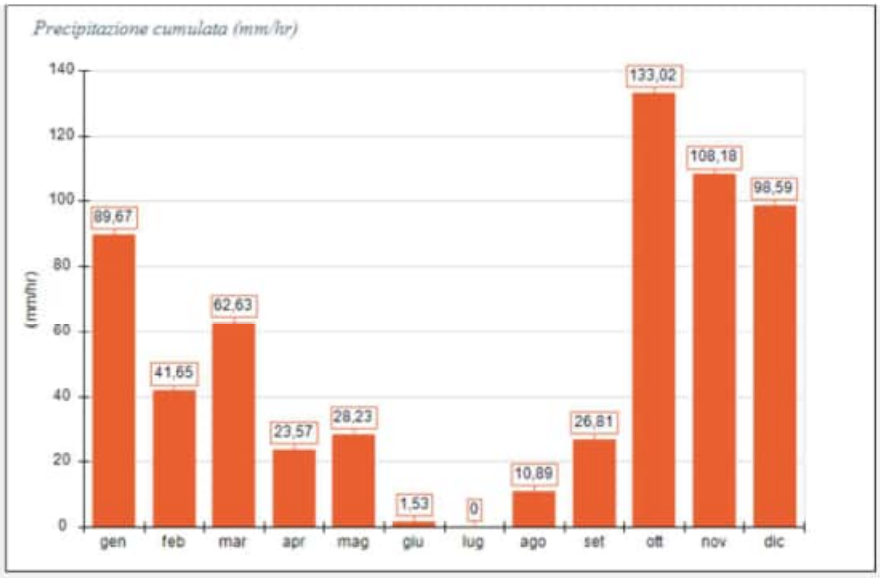


Precipitazione (mm/hr)

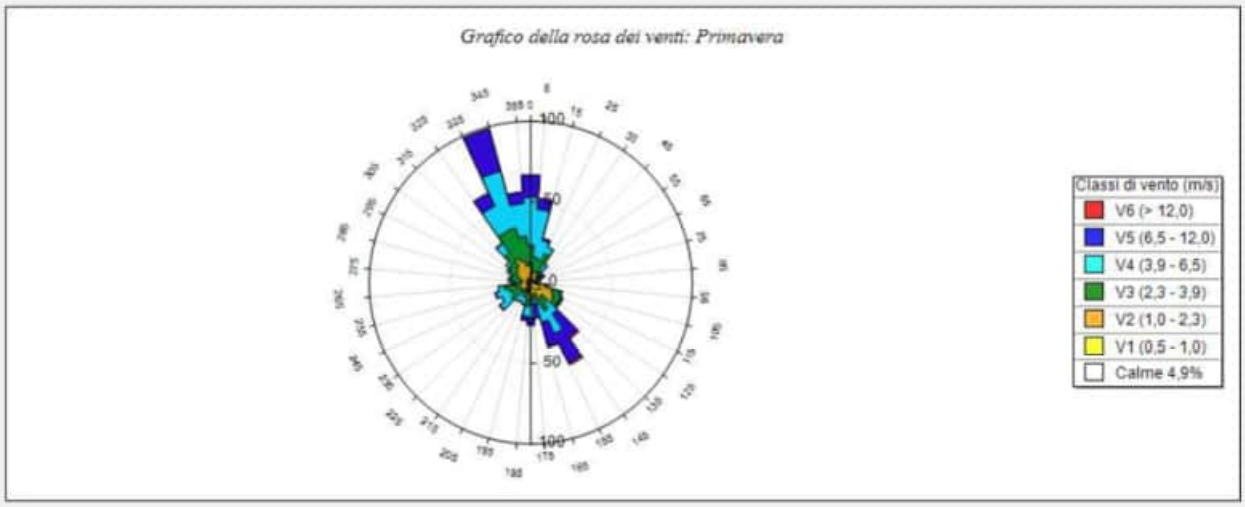
Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0,07	12,07	624,77
Primavera	0,05	3,50	114,43
Estate	0,01	1,36	12,42
Autunno	0,12	12,07	268,01
Inverno	0,11	3,99	229,91
gen	0,12	2,06	89,67
feb	0,06	1,90	41,65
mar	0,08	2,05	62,63
apr	0,03	1,92	23,57
mag	0,04	3,50	28,23
giu	0,00	0,40	1,53
lug	0,00	0,00	0,00
ago	0,01	1,36	10,89
set	0,04	2,96	26,81
ott	0,18	5,45	133,02
nov	0,15	12,07	108,18
dic	0,13	3,99	98,59

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it



Rose dei venti stagionali



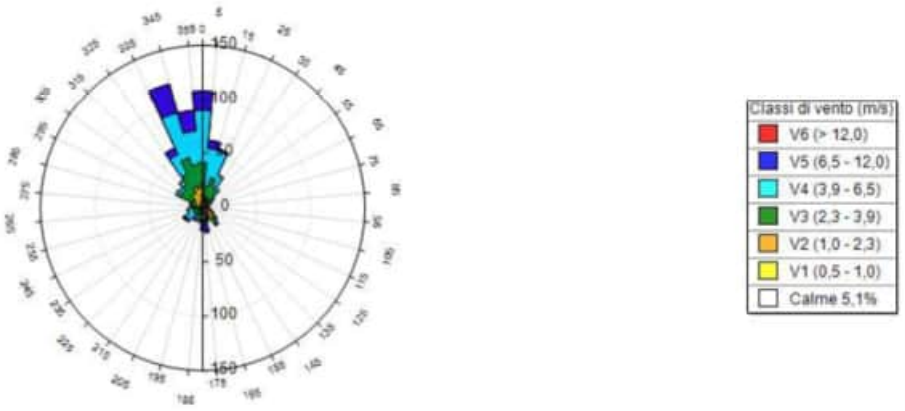
Primavera	V1 (0,5 - 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	5,38	7,62	10,30	29,57	13,89	0,00	66,76	4,56
5,0 - 15,0	4,03	1,79	10,30	29,57	6,72	0,00	52,42	4,50
15,0 - 25,0	1,34	5,82	8,06	12,10	1,34	0,00	28,67	3,63
25,0 - 35,0	0,90	7,17	12,10	4,48	0,00	0,00	24,64	2,91
35,0 - 45,0	2,24	3,14	3,58	5,82	0,00	0,00	14,78	3,03
45,0 - 55,0	0,90	2,24	1,79	1,34	0,00	0,00	6,27	2,58
55,0 - 65,0	1,79	1,79	4,48	1,34	0,00	0,00	9,41	2,59
65,0 - 75,0	1,34	2,24	0,90	1,79	0,00	0,00	6,27	2,46
75,0 - 85,0	0,90	1,34	1,79	0,00	0,00	0,00	4,03	2,18
85,0 - 95,0	1,34	2,24	0,45	0,00	0,00	0,00	4,03	1,71
95,0 - 105,0	2,24	6,27	2,69	0,00	0,00	0,00	11,20	1,92
105,0 - 115,0	3,58	10,30	4,93	1,34	0,00	0,00	20,16	2,14
115,0 - 125,0	6,72	8,96	4,93	0,90	0,45	0,00	21,95	2,00
125,0 - 135,0	5,82	11,20	3,14	0,90	0,90	0,00	21,95	2,11
135,0 - 145,0	5,38	4,48	4,48	8,96	17,47	1,34	42,11	5,68
145,0 - 155,0	4,03	7,62	7,17	15,68	20,61	1,34	56,45	5,66
155,0 - 165,0	2,24	4,48	7,17	11,20	15,23	0,90	41,22	5,44
165,0 - 175,0	1,79	5,82	2,24	3,14	8,96	0,00	21,95	5,20
175,0 - 185,0	2,69	5,82	4,03	8,96	4,48	0,00	25,99	3,90
185,0 - 195,0	6,27	4,03	4,03	6,27	2,69	0,00	23,30	3,25
195,0 - 205,0	1,79	2,24	4,93	4,93	0,00	0,00	13,89	3,07
205,0 - 215,0	1,79	3,58	4,03	3,14	0,45	0,00	12,99	3,02
215,0 - 225,0	2,24	0,90	2,69	8,06	0,00	0,00	13,89	3,76
225,0 - 235,0	0,45	6,72	7,62	8,51	0,45	0,00	23,75	3,38
235,0 - 245,0	1,34	4,93	5,82	7,62	0,00	0,00	19,71	3,36
245,0 - 255,0	2,69	4,93	6,27	8,51	0,45	0,00	22,85	3,29
255,0 - 265,0	1,79	7,62	7,17	3,58	0,00	0,00	20,16	2,82
265,0 - 275,0	2,24	3,58	3,58	1,34	0,90	0,00	11,65	2,78
275,0 - 285,0	1,79	3,14	7,17	1,34	0,45	0,00	13,89	2,63
285,0 - 295,0	0,90	5,82	4,93	1,34	0,00	0,00	12,99	2,48
295,0 - 305,0	3,14	6,27	5,38	1,34	0,00	0,00	16,13	2,28
305,0 - 315,0	1,79	8,96	5,38	2,69	0,00	0,00	18,82	2,43
315,0 - 325,0	2,24	10,30	10,30	7,17	0,45	0,00	30,47	2,91
325,0 - 335,0	3,58	13,89	17,47	17,47	8,96	0,00	61,38	3,87
335,0 - 345,0	1,34	12,99	21,06	36,29	26,88	0,00	98,57	4,89

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

Primavera	V1 (0,5 - 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)
345,0 - 355,0	1,34	9,41	18,37	20,16	7,17	0,00	56,45	4,20
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme < 0,5	48,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,84	0,00
Totale	140,23	209,68	230,73	276,88	138,89	3,58	1000,00	0,00

Grafico della rosa dei venti: Estate

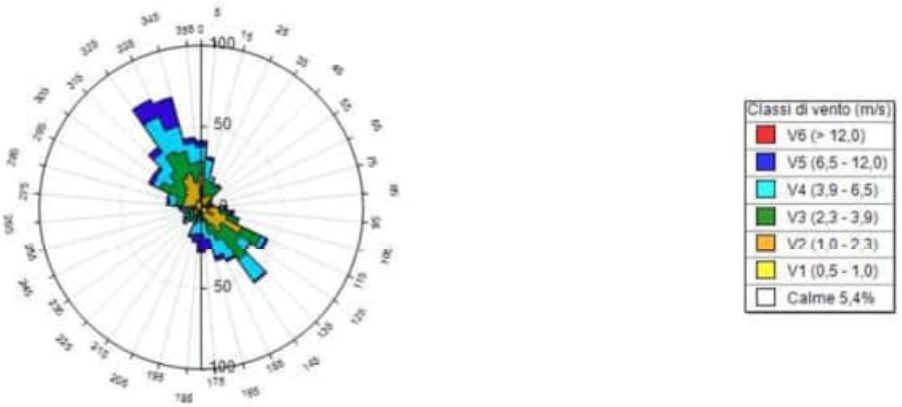


Estate	V1 (0,5 - 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	12,54	9,41	19,27	47,94	18,37	0,00	107,53	4,34
5,0 - 15,0	1,79	3,58	14,34	34,50	7,62	0,00	61,83	4,69
15,0 - 25,0	0,90	9,41	17,92	25,09	1,79	0,00	55,11	3,79
25,0 - 35,0	1,34	2,69	17,47	11,20	0,45	0,00	33,15	3,42
35,0 - 45,0	0,45	8,96	8,51	4,03	0,00	0,00	21,95	2,81
45,0 - 55,0	2,24	1,79	7,17	1,79	0,00	0,00	12,99	2,62
55,0 - 65,0	2,69	3,58	1,79	0,90	0,00	0,00	8,96	2,05
65,0 - 75,0	0,00	0,00	2,24	0,45	0,00	0,00	2,69	3,43
75,0 - 85,0	1,79	1,34	2,24	0,00	0,00	0,00	5,38	1,97
85,0 - 95,0	1,34	1,34	0,90	0,90	0,00	0,00	4,48	2,39
95,0 - 105,0	1,79	1,79	2,69	0,45	0,00	0,00	6,72	2,11
105,0 - 115,0	2,24	4,93	0,45	0,90	0,00	0,00	8,51	1,68
115,0 - 125,0	1,79	8,06	1,34	0,00	0,00	0,00	11,20	1,76
125,0 - 135,0	5,82	7,17	2,24	0,90	0,00	0,00	16,13	1,73
135,0 - 145,0	7,62	5,38	6,27	1,34	0,00	0,00	20,61	2,09
145,0 - 155,0	2,24	1,79	1,79	2,69	0,00	0,00	8,51	2,89
155,0 - 165,0	2,69	2,24	3,14	2,24	3,14	0,00	13,44	3,76
165,0 - 175,0	2,69	7,62	2,24	2,24	8,51	0,00	23,30	4,56
175,0 - 185,0	3,58	8,06	3,58	1,79	4,48	0,00	21,51	3,39
185,0 - 195,0	1,79	4,48	2,24	3,14	2,24	0,00	13,89	3,37
195,0 - 205,0	1,79	2,24	4,48	3,14	0,00	0,00	11,65	2,93
205,0 - 215,0	3,58	2,24	4,03	3,14	0,90	0,00	13,89	2,88
215,0 - 225,0	0,90	2,24	3,14	4,93	2,24	0,00	13,44	4,06
225,0 - 235,0	0,90	3,14	5,38	7,17	2,24	0,00	18,82	4,17
235,0 - 245,0	0,90	2,24	4,93	9,86	2,24	0,00	20,16	4,41
245,0 - 255,0	2,69	1,34	4,93	4,93	0,00	0,00	13,89	3,14
255,0 - 265,0	3,14	2,69	3,14	4,48	0,90	0,00	14,34	3,13
265,0 - 275,0	1,34	1,79	3,58	1,79	0,00	0,00	8,51	2,77
275,0 - 285,0	2,24	2,69	6,27	0,90	0,00	0,00	12,10	2,43
285,0 - 295,0	1,79	4,93	4,48	0,45	0,00	0,00	11,65	2,15
295,0 - 305,0	2,69	8,06	12,99	3,58	0,00	0,00	27,33	2,71
305,0 - 315,0	1,79	6,72	13,89	3,58	0,00	0,00	25,99	2,77
315,0 - 325,0	3,58	11,20	11,20	4,03	0,90	0,00	30,91	2,66
325,0 - 335,0	4,03	10,30	19,71	19,71	6,72	0,00	60,48	3,86
335,0 - 345,0	4,93	15,23	26,88	43,01	28,23	0,00	118,28	4,72
345,0 - 355,0	1,34	16,13	21,95	30,91	19,27	0,00	89,61	4,57
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme < 0,5	51,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,08	0,00
Totale	146,06	186,83	268,82	288,08	110,22	0,00	1000,00	0,00

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

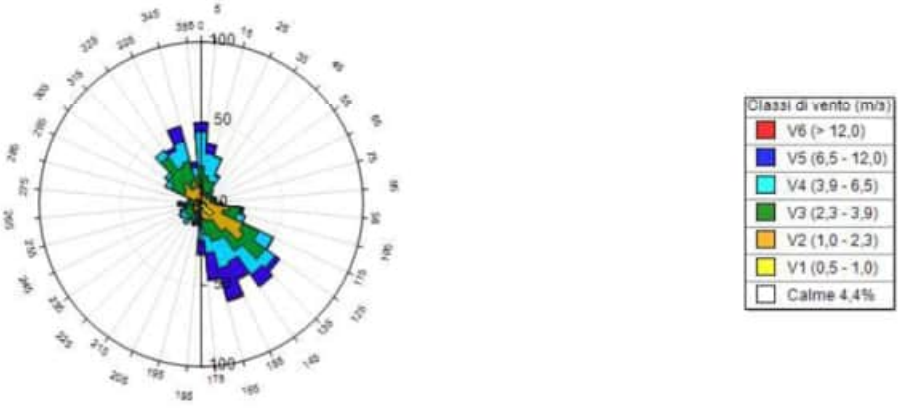
Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

Grafico della rosa dei venti: Autunno



Autunno	V1 (0,5 - 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	13,43	7,41	7,87	9,26	3,24	0,00	41,20	2,91
5,0 - 15,0	3,24	5,09	9,72	12,04	1,39	0,00	31,48	3,39
15,0 - 25,0	0,93	6,02	9,72	3,24	0,00	0,00	19,91	2,71
25,0 - 35,0	0,46	9,72	4,63	1,85	0,00	0,00	16,67	2,38
35,0 - 45,0	2,78	6,48	7,41	0,93	0,00	0,00	17,59	2,27
45,0 - 55,0	0,46	3,70	3,24	0,93	0,00	0,00	8,33	2,56
55,0 - 65,0	1,85	1,85	3,24	0,00	0,00	0,00	6,94	2,25
65,0 - 75,0	0,93	2,31	0,93	0,93	0,00	0,00	5,09	2,52
75,0 - 85,0	1,85	4,17	0,93	0,46	0,46	0,00	7,87	2,37
85,0 - 95,0	5,09	5,56	0,93	2,78	1,39	0,00	15,74	2,57
95,0 - 105,0	3,70	7,87	5,09	1,39	2,31	0,00	20,37	2,87
105,0 - 115,0	3,70	12,96	5,09	1,85	0,46	0,00	24,07	2,30
115,0 - 125,0	8,33	19,44	12,96	3,24	1,39	0,00	45,37	2,35
125,0 - 135,0	4,17	11,11	14,35	7,41	0,46	0,00	37,50	2,73
135,0 - 145,0	3,70	14,35	21,76	16,20	0,93	0,00	56,94	3,09
145,0 - 155,0	2,78	8,80	10,65	13,43	1,39	0,00	37,04	3,41
155,0 - 165,0	2,78	4,63	9,26	14,81	2,78	0,00	34,26	3,90
165,0 - 175,0	1,39	2,31	4,63	11,11	6,94	0,00	26,39	4,95
175,0 - 185,0	1,39	3,24	1,85	9,72	11,57	0,00	27,78	5,49
185,0 - 195,0	0,93	3,24	3,24	8,80	5,09	0,00	21,30	4,87
195,0 - 205,0	3,24	2,78	4,17	7,41	1,39	0,00	18,98	3,63
205,0 - 215,0	1,85	0,93	2,78	1,85	0,00	0,00	7,41	2,86
215,0 - 225,0	3,24	2,31	1,85	2,31	0,46	0,00	10,19	2,67
225,0 - 235,0	3,24	3,24	4,63	2,31	0,46	0,00	13,89	2,79
235,0 - 245,0	2,31	2,78	3,24	2,78	0,93	0,00	12,04	3,37
245,0 - 255,0	1,39	3,70	2,31	0,46	0,93	0,00	8,80	2,71
255,0 - 265,0	1,39	2,31	4,17	3,24	0,46	0,00	11,57	3,30
265,0 - 275,0	3,24	2,78	3,70	2,31	1,39	0,00	13,43	3,06
275,0 - 285,0	6,02	5,56	4,17	4,17	1,39	0,00	21,30	2,61
285,0 - 295,0	2,78	8,33	4,63	5,56	0,46	0,00	21,76	2,83
295,0 - 305,0	3,24	8,33	16,67	4,63	2,78	0,00	35,65	3,16
305,0 - 315,0	3,70	7,87	11,11	11,11	1,85	0,00	35,65	3,24
315,0 - 325,0	4,63	9,72	13,43	13,89	4,17	0,00	45,83	3,57
325,0 - 335,0	3,70	16,67	18,06	23,61	11,57	0,00	73,61	4,03
335,0 - 345,0	5,09	17,13	13,89	16,20	18,06	0,00	70,37	4,42
345,0 - 355,0	4,17	11,57	12,04	12,50	3,24	0,00	43,52	3,37
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme < 0,5	54,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,17	0,00
Totale	171,30	246,30	258,33	234,72	89,35	0,00	1000,00	0,00

Grafico della rosa dei venti: Inverno



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

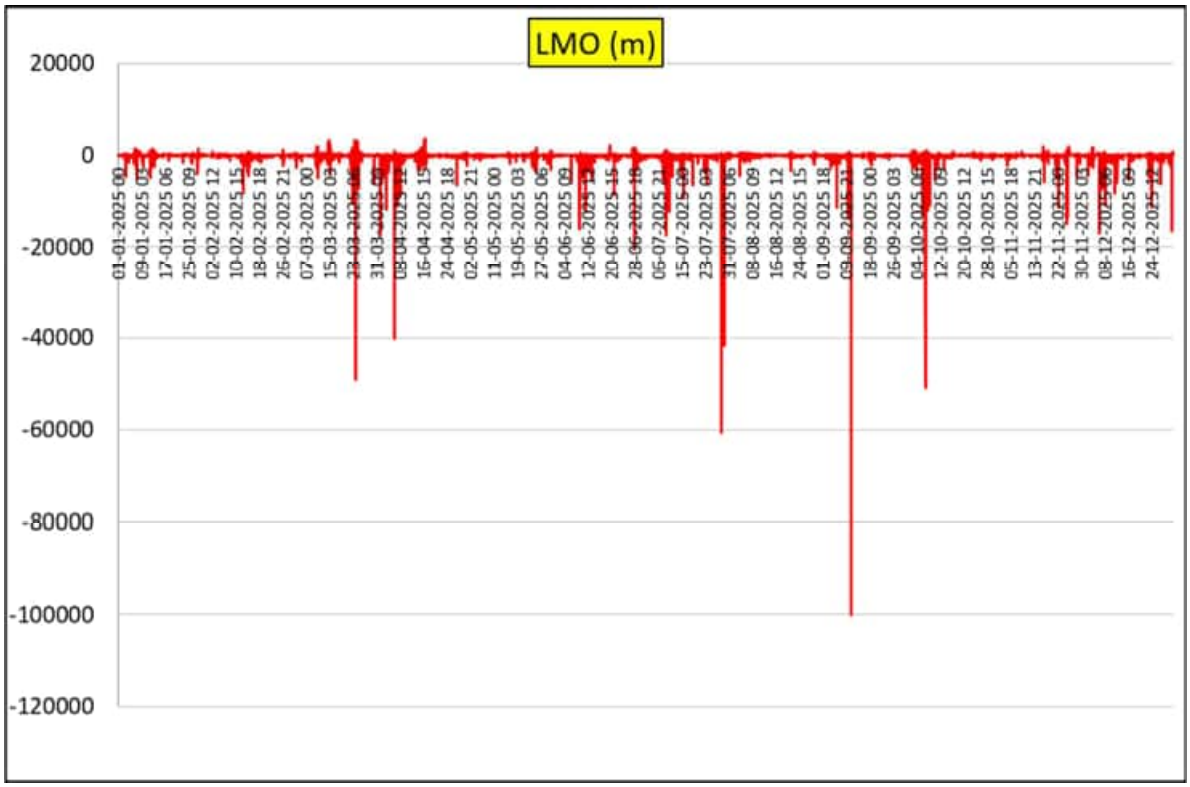
A.P.A.C. associazione provinciale acustici LECCE socio fondatore

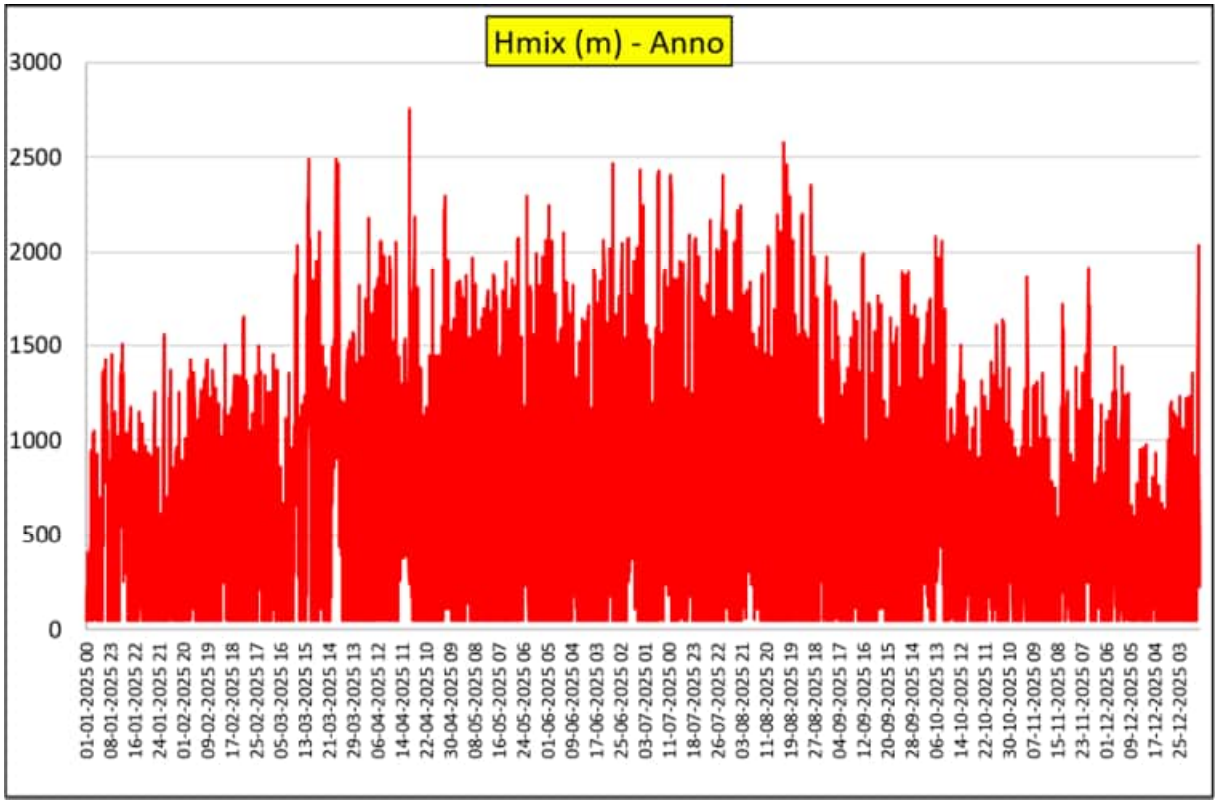
Inverno	V1 (0,5 - 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	7,49	7,49	7,96	21,07	5,62	0,00	49,63	3,87
5,0 - 15,0	0,00	7,96	9,36	13,58	6,09	0,00	36,99	4,34
15,0 - 25,0	0,00	5,15	9,36	15,45	0,47	0,00	30,43	3,82
25,0 - 35,0	1,40	6,09	7,49	4,21	0,94	0,00	20,13	3,08
35,0 - 45,0	0,94	3,28	4,21	2,34	0,00	0,00	10,77	2,67
45,0 - 55,0	0,47	4,21	2,34	0,94	0,47	0,00	8,43	2,78
55,0 - 65,0	2,34	3,75	0,94	1,40	0,00	0,00	8,43	2,05
65,0 - 75,0	1,40	5,62	2,34	0,47	0,00	0,00	9,83	2,12
75,0 - 85,0	1,87	3,75	2,34	1,40	0,00	0,00	9,36	2,32
85,0 - 95,0	1,87	6,55	3,28	0,94	0,47	0,00	13,11	2,30
95,0 - 105,0	3,28	14,04	7,02	0,94	0,94	0,00	26,22	2,21
105,0 - 115,0	2,81	11,24	8,90	5,15	0,00	0,00	28,09	2,66
115,0 - 125,0	4,21	24,34	10,77	9,36	0,47	0,00	49,16	2,61
125,0 - 135,0	9,36	22,47	16,39	7,49	3,28	0,00	58,99	2,71
135,0 - 145,0	9,36	11,70	14,51	17,79	8,90	0,00	62,27	3,81
145,0 - 155,0	6,55	5,15	12,64	14,98	12,17	0,47	51,97	4,75
155,0 - 165,0	2,34	8,43	13,11	17,32	20,13	0,94	62,27	5,36
165,0 - 175,0	2,81	7,02	9,83	10,77	16,85	0,00	47,28	5,03
175,0 - 185,0	3,28	5,15	6,55	7,49	8,90	0,00	31,37	4,45
185,0 - 195,0	1,87	2,34	2,34	2,34	3,75	0,00	12,64	4,09
195,0 - 205,0	3,75	4,68	3,75	0,47	1,40	0,00	14,04	2,53
205,0 - 215,0	1,40	2,81	3,28	3,28	0,47	0,00	11,24	3,04
215,0 - 225,0	1,40	6,09	5,15	2,81	0,00	0,00	15,45	2,68
225,0 - 235,0	0,94	4,21	5,15	3,28	0,00	0,00	13,58	2,97
235,0 - 245,0	3,28	2,81	5,15	3,28	0,47	0,00	14,98	2,95
245,0 - 255,0	0,00	5,15	5,62	1,87	0,94	0,00	13,58	3,16
255,0 - 265,0	1,40	1,40	3,75	2,34	1,87	0,00	10,77	3,70
265,0 - 275,0	0,94	4,68	6,55	0,94	1,40	0,00	14,51	3,04
275,0 - 285,0	0,00	4,68	3,28	0,00	0,00	0,00	7,96	2,19
285,0 - 295,0	0,94	3,75	2,81	0,94	0,00	0,00	8,43	2,49
295,0 - 305,0	4,21	7,49	8,90	3,75	0,00	0,00	24,34	2,43
305,0 - 315,0	1,87	10,77	12,17	2,34	0,00	0,00	27,15	2,59
315,0 - 325,0	4,21	11,24	19,66	4,68	0,00	0,00	39,79	2,61
325,0 - 335,0	0,47	9,36	15,45	10,77	2,34	0,00	38,39	3,46
335,0 - 345,0	2,34	12,64	12,17	12,64	9,36	0,00	49,16	4,12
345,0 - 355,0	1,40	8,43	7,02	5,62	3,28	0,00	25,75	3,44
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme < 0,5	43,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,54	0,00
Totale	135,77	265,92	271,54	214,42	110,96	1,40	1000,00	0,00

Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | Informazioni: info@maindsupport.it
Reg.Imprese Milano n. 09596850157 | REA 1305211 | Cap.Soc.12.480,00 EURO (interamente versato) |

Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

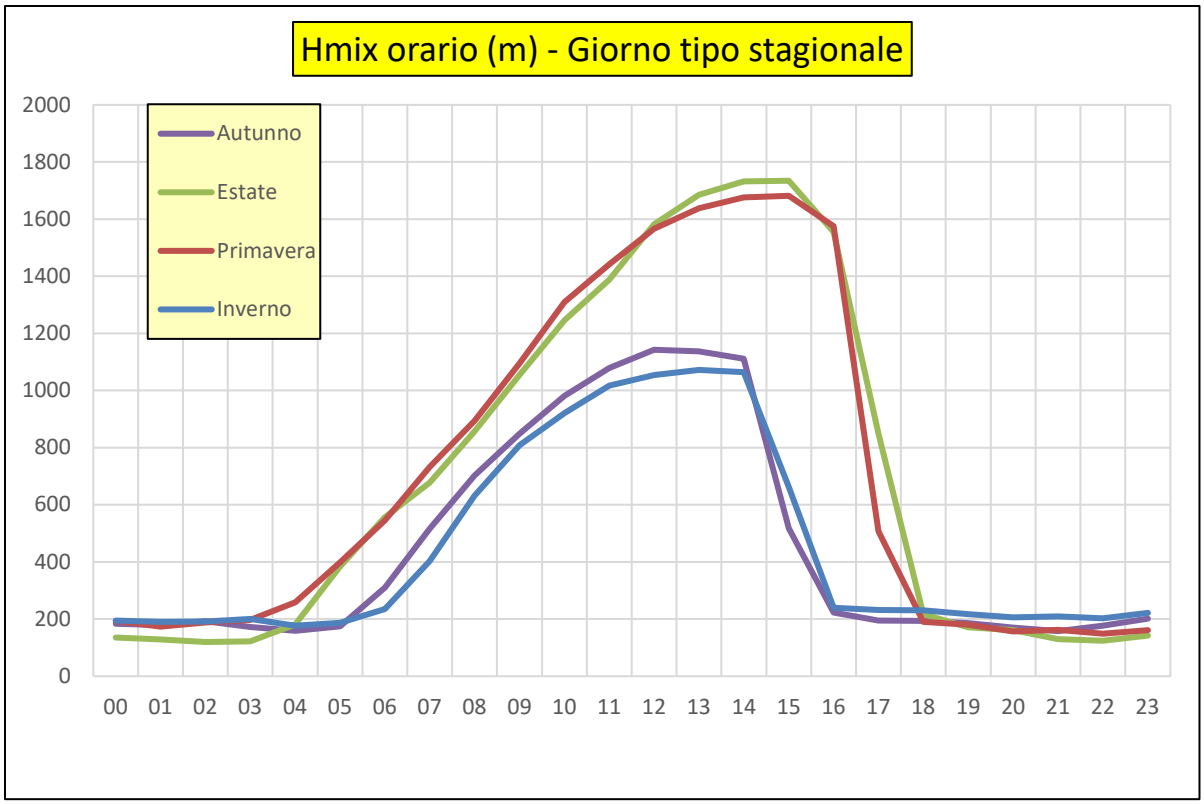
Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it





Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it



Ing. Leo Tommasi
Via Dalmazia 45
73021 Calimera (LE)

Cell. 349 8181637
leotommasi@libero.it
www.ingleotommasi.it

A.P.A.C. associazione provinciale acustici LECCE socio fondatore

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 e massivo CODICE 233PUG6

Impatti Acustici Ambientali Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA)

n. iscrizione 6832 e 6852
Laboratorio iscritto nell'elenco regione Puglia AUTOCONTROLLO per le industrie alimentari. n.77 P

Rapporto di prova 260528-40 Galatina, li 10/06/2026

Committente
Raffaele Dell'Anna Muia
Via Galatina km 3 C.P. 87 73043 Copertino (LE)
P.IVA: 00173450750 ; C.F.: DLLRFL34A01E563F

Descrizione del campione	Campionamento della superficie di una strada non pavimentata
Produttore	Raffaele Dell'Anna Muia
Numero di accettazione	260528-40
Verbale di campionamento/Ritiro	MM/260528/R/06 Scheda 01
Campionato da	Committente
Procedura di campionamento	A cura del Committente
Luogo del campionamento	Raffaele Dell'Anna Muia Via Galatina km 3 C.P. 87 73043 Copertino (LE)
Data ricevimento campione	28/05/2026 Data Campionamento 28/05/2026
Data di esecuzione delle prove	Inizio analisi 09/06/2026 Fine analisi 09/06/2026
Scopo dell'analisi	Determinazione della distribuzione granulometrica secondo la classificazione del metodo EPA-42 Appendice C.2.

Granulometrica metodo EPA-42 Appendice C.2.

Parametro	Definizione	U.M.	Distribuzione	Metono
Umidità	-	%	0,15	EPA-42 Appendice C.2.
Ghiaia	Ø > 4,000 mm	%	57,20	EPA-42 Appendice C.2.
Ghiaia molto fine + sabbia molto grossa	4,00 mm > Ø > 1,000 mm	%	18,77	EPA-42 Appendice C.2.
Sabbia da molto grossa a fine	1,000 mm > Ø > 0,106 mm	%	17,20	EPA-42 Appendice C.2.
Sabbia molto fine	0,106 > Ø > 0,075 mm	%	4,19	EPA-42 Appendice C.2.
Limo	0,075 > Ø > 0,038 mm	%	2,37	EPA-42 Appendice C.2.
Argilla	Ø < 0,038 mm	%	0,13	EPA-42 Appendice C.2.

Commento
La percentuale di silt, così come definita dall'EPA-42 appendice C.2. (somma di limo e argilla), è pari a 2,49

Dott. Chim. Manuele Murri
Ordine dei Chimici e dei Fisici di Lecce e Brindisi n. 234 sez. A

Dott. Chim. De Francesco Piero
Ordine dei Chimici e dei Fisici di Lecce e Brindisi n.251 sez. B

- Il simbolo "<" indica che il valore rilevato è inferiore alla concentrazione minima rilevabile con il metodo indicato.
- Il documento è firmato elettronicamente dai Responsabili sopra indicati.

Fine rapporto di prova

RAPPORTO DI PROVA 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. 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 e del Dott. P. De Francesco - Via A. De Gasperi, n. 1 - 73013 Galatina (Le)
Tel./Fax: 0836/563120; Sito web: www.studioconsulenzeambientali.it - E-mail: studioconsulenze2010@gmail.com