



REGIONE TOSCANA  
Comune di Carrara



## BACINO ESTRATTIVO MARMIFERO DI CALOCARA – BETTOGLI

### VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERE PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O ACCUMULO DI MATERIALI POLVERULENTI

### STUDIO METEO DIFFUSIONALE

#### Riferimento Normativo:

D.Lgs. n.152/06 Parte V Emissioni in atmosfera

ARPA Toscana - Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti

**OTTOBRE 2018**

Rif. File RT-AD0609.AC.AL.AMB.docx



**Ecol Studio S.p.A.**

**Sede Legale:**

Via San Michele del Carso 4

20144 – Milano

**Sede Operativa:**

Via Dei Bichi, 293

55100 – Lucca



Dott. Andrea Lombardi



Dott. Alessandro Caniparoli

## INDICE

|       |                                                                                             |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | PREMESSA .....                                                                              | 4  |
| 2     | NORMATIVA VIGENTE E PRESCRIZIONI .....                                                      | 6  |
| 2.1   | INQUINANTI ANALIZZATI E LIMITI NORMATIVI .....                                              | 6  |
| 3     | DATI GENERALI .....                                                                         | 7  |
| 4     | DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO E MODELLO DI SINTESI ATTIVITÀ.....                         | 9  |
| 5     | DATI DI CALCOLO .....                                                                       | 11 |
| 5.1   | SCOTICO E SBANCAMENTO SUPERFICIALE .....                                                    | 13 |
| 5.2   | TAGLIO MATERIALI CON CATENA E CON FILO .....                                                | 15 |
| 5.2.1 | Taglio con filo – fine crushing .....                                                       | 15 |
| 5.2.2 | Taglio con filo – tertiary crushing .....                                                   | 16 |
| 5.3   | MOVIMENTAZIONE DETRITI.....                                                                 | 18 |
| 5.4   | VAGLIATURA.....                                                                             | 20 |
| 5.5   | FORMAZIONE CUMULI E POSIZIONAMENTO IN RAVANETO.....                                         | 21 |
| 5.5.1 | Movimentazione materiale per formazione cumuli .....                                        | 21 |
| 5.5.2 | Posizionamento materiale in ravaneto.....                                                   | 21 |
| 5.6   | ACCUMULI TEMPORANEI MATERIALI .....                                                         | 23 |
| 5.7   | CARICO DETRITI SU AUTOMEZZI .....                                                           | 26 |
| 5.8   | TRANSITO MEZZI SU PISTE NON ASFALTATE .....                                                 | 27 |
| 6     | RATEO EMISSIVO – RIEPILOGO DATI .....                                                       | 30 |
| 7     | RECETTORI .....                                                                             | 32 |
| 8     | MODELLO CALPUFF .....                                                                       | 34 |
| 8.1   | CARATTERISTICHE DI MMS CALPUFF .....                                                        | 34 |
| 9     | DATI ORARI METEOROLOGICI UTILIZZATI NEL MODELLO .....                                       | 36 |
| 10    | VALORI DI QUALITÀ DELL'ARIA .....                                                           | 38 |
| 11    | VALUTAZIONE EFFETTO BUILDING DOWNWASH.....                                                  | 38 |
| 12    | DATI DI INPUT.....                                                                          | 39 |
| 13    | RISULTATI SIMULAZIONI SHORT TERM CON SEQUENZE DI DATI ORARI .....                           | 40 |
| 13.1  | PM <sub>10</sub> .....                                                                      | 40 |
| 13.2  | PM <sub>2.5</sub> .....                                                                     | 46 |
| 14    | PROPOSTA PUNTI DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI PRODOTTE DAL BACINO<br>ESTRATTIVO.....       | 49 |
| 15    | CONCLUSIONI E PROPOSTA DI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO E MITIGAZIONE E<br>MIGLIORAMENTO..... | 50 |

## FIGURE E TABELLE

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Bacino di Calocara-Bettogli - Individuazione aree di cava .....                                                     | 8  |
| Figura 2 - Ubicazione recettori – vista generale .....                                                                         | 33 |
| Figura 3 – Ubicazione centraline di monitoraggio Arpat Colombarotto e Marina Vecchia .....                                     | 33 |
| Figura 4 - stazioni meteo SYNOP ICAO, SIR.....                                                                                 | 36 |
| Figura 5 - reticolo di ricostruzione dati meteo e orografici CALMET .....                                                      | 37 |
| Figura 6 - PM <sub>10</sub> concentrazioni medie annuali contributo solo bacino estrattivo .....                               | 42 |
| Figura 7 - PM <sub>10</sub> concentrazioni di picco giornaliere contributo solo bacino estrattivo .....                        | 43 |
| Figura 8 - Numero di superamenti del valore di soglia di 50 µg/m <sup>3</sup> contributo solo bacino estrattivo .....          | 44 |
| Figura 9 - PM <sub>2.5</sub> concentrazioni medie annuali contributo solo bacino estrattivo .....                              | 47 |
| <br>                                                                                                                           |    |
| Tabella 1 - valori limite qualità dell'aria PM <sub>10</sub> .....                                                             | 6  |
| Tabella 2 - valori limite qualità dell'aria PM <sub>2.5</sub> .....                                                            | 6  |
| Tabella 3 - elenco cave bacino di Calocara - Bettogli.....                                                                     | 7  |
| Tabella 4 - Dimensioni superfici e Coordinate Gauss Boaga EPSG3003 .....                                                       | 7  |
| Tabella 5 - Volumi e quantitativi dei materiali estratti - Bacino di Calocara - Bettogli .....                                 | 12 |
| Tabella 6 - riepilogo volumi materiale sottoposti a scotico e sbancamento .....                                                | 14 |
| Tabella 7 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di scotico superficiale e sbancamento (A) .....                     | 14 |
| Tabella 8 - quantitativi annui produzione detriti .....                                                                        | 16 |
| Tabella 9 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di frantumazione fine – taglio a filo (B) .....                     | 16 |
| Tabella 10 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di frantumazione terziaria - taglio a catena (B) .....             | 17 |
| Tabella 11 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di movimentazione detriti (C) .....                                | 19 |
| Tabella 12 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di vagliatura (D) .....                                            | 20 |
| Tabella 13 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di movimentazione detriti per formazione cumuli (E).....           | 21 |
| Tabella 14 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di movimentazione detriti per posizionamento in ravaneto (F) ..... | 22 |
| Tabella 15 - Dettagli di calcolo rateo emissivo erosione vento cumuli .....                                                    | 23 |
| Tabella 16 - Risultati di calcolo rateo emissivo erosione vento cumuli (F) .....                                               | 25 |
| Tabella 17 - Risultati di calcolo rateo dall'operazione di carico (G).....                                                     | 26 |
| Tabella 18 – coefficienti particolato transito piste non asfaltate .....                                                       | 27 |
| Tabella 19 - Dati di calcolo velocità automezzi – transito su strade non asfaltate.....                                        | 28 |
| Tabella 20 - Risultati di calcolo rateo del transito mezzi (H).....                                                            | 28 |
| Tabella 21 - Riepilogo dati di calcolo Rateo Emissivo .....                                                                    | 30 |
| Tabella 22 - Riepilogo contributi al rateo emissivo delle singole cave .....                                                   | 31 |
| Tabella 23 - elenco recettori discreti .....                                                                                   | 32 |
| Tabella 24 - Dati centraline monitoraggio qualità aria .....                                                                   | 38 |
| Tabella 25 - estensione ed il rateo emissivo espresso in g/s .....                                                             | 39 |
| Tabella 26 - valori di concentrazione delle PM <sub>10</sub> .....                                                             | 41 |
| Tabella 27 - Valori di concentrazione medie annuali calcolati di PM <sub>2.5</sub> .....                                       | 46 |

## ALLEGATI

REPORT FORNITURA DATI METEOROLOGICI IN FORMATO MMS CALPUFF – MAIND SRL –  
MILANO

## 1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce relazione tecnica per la valutazione delle emissioni di polvere provenienti da attività di produzione manipolazione, trasporto, carico o accumulo di materiali polverulenti, svolti all'interno del bacino estrattivo marmifero di Calocara – Bettogli, nel Comune di Carrara.

All'interno del bacino insistono n.7 cave gestite da società distinte le cui attività proprio per la loro locazione sono reputate interconnesse, contribuendo in modo complessivo alla produzione di emissioni polverulente diffuse oggetto del presente studio di valutazione.

Il presente studio si pone l'obiettivo di valutare in modo coordinato le emissioni diffuse generate dalle attività estrattive svolte all'interno del bacino di cava e su base modellistica definire la ricaduta sul territorio e consentire l'individuazione dei punti di massima ricaduta e i tempi necessari per effettuare misure apprezzabili.

La tipologia di attività svolta nel sito, è soggetta a valutazione per verificarne la conformità alla normativa vigente D.Lgs. n. 152/06 e smi - Allegato V alla Parte 5a, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte I: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o accumulo di materiali polverulenti.

Il calcolo delle emissioni diffuse è stato elaborato secondo le linee guida redatte dall'Arpa Toscana per la Provincia di Firenze *"Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti"* e alla documentazione dell'US-EPA AP-42.

Nello specifico, lo studio si basa sull'individuazione dei singoli contributi alla produzione di emissioni delle attività svolte suddivise per singola cava e sommate tra loro per la valutazione del **rateo emissivo totale**.

Il rateo emissivo totale viene calcolato secondo la formula:

**Equazione 1**

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t)$$

Dove:

- i = particolato (PM<sub>10</sub>)
- l = processo
- m = controllo
- t = periodo di tempo (anno)
- E<sub>i</sub> = rateo emissivo (Kg/h) dell'*i-esimo* tipo di articolato
- AD<sub>l</sub> = attività relativa all'*l-esimo* processo (materiale lavorato/h)
- EF<sub>i,l,m</sub> = fattore di emissione

I fattori di emissione e i modelli di calcolo utilizzati nel presente documento sono indicati nel presente capitolo *Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors* - U.S. Environmental Protection Agency.

**I ratei emissivi delle  $PM_{2.5}$  sono stati calcolati ipotizzando, cautelativamente, costituiscano una frazione pari al 60% delle  $PM_{10}$ .**

Alle concentrazioni di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  calcolate, è stato aggiunto il contributo dei valori di fondo di qualità dell'aria rilevati dalle centraline di MS-COLMBAROTTO e MS-MARINA-VECCHIA, in tal modo è stato possibile effettuare un confronto diretto con i valori limite previsti dall'attuale normativa.

Per il calcolo del contributo dei valori di fondo è stato impiegato il metodo B (somma dei quadrati) suggerito dall'UK-EA (UK-EA, *"The Addition of Background Concentrations to Modelled Contributions from Discharge Stacks"*, Research and Development, Technical Report P361, 2000:

<https://www.gov.uk/government/publications/the-addition-of-background-concentrations-to-modelled-contributions-from-discharge-stacks>).

I calcoli sono stati eseguiti assegnando come dato input meteorologico un file meteo 3D in formato CALMET 6.42 relativo al 2016, *il dettaglio del report è riportato in allegato*.

**I dati utilizzati sono stati ricostruiti su un'area di dimensione 7 Km x 7 Km con risoluzione 200 m con al centro il bacino estrattivo marmifero di Calocara – Bettogli, nel Comune di Carrara, utilizzando in input i dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO presenti nell'area.**

**La ricostruzione tridimensionale del campo meteo orario è stata fatta considerando le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area in esame.**

**I calcoli sono stati eseguiti su un reticolo di dimensioni 5,6 Km x 5,6 Km con risoluzione orizzontale di 100 m.**

**Nello studio non è stata considerata la deposizione secca ed umida.**

## 2 NORMATIVA VIGENTE E PRESCRIZIONI

La normativa in materia di tutela dell'aria e delle emissioni in atmosfera, la Parte V del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii., prevede che anche per le emissioni non convogliate e non convogliabili (emissioni diffuse) debba essere richiesta e rilasciata autorizzazione, ai sensi dell'articolo 269.

Per la valutazione delle emissioni diffuse sono state utilizzate le *Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*.

Le linee guida propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell'US-EPA e, tramite il ricorso a tecniche statistiche e di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, definiscono specifiche soglie emissive per valutare l'impatto sulla qualità dell'aria di queste lavorazioni, per modulare opportunamente le misure di mitigazione, ove necessarie, per disporre l'eventuale monitoraggio nelle aree contermini alle lavorazioni, ovvero prescrivere ulteriori approfondimenti quando l'entità delle emissioni risulti particolarmente elevata anche in relazione alla vicinanza con "punti recettori sensibili".

### 2.1 INQUINANTI ANALIZZATI E LIMITI NORMATIVI

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria (D.Lgs n° 155 del 13-08-2010) indica i seguenti valori limite per gli inquinanti analizzati:

**Tabella 1 - valori limite qualità dell'aria PM10**

|                                                                                    |                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Valore limite di 24 ore</b><br>per la protezione della salute umana             | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>da non superare più di 35 volte l'anno |
| <b>Valore limite annuale</b><br>per la protezione della salute umana (anno civile) | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$                                           |

**Tabella 2 - valori limite qualità dell'aria PM2.5.**

|                                                                                    |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Valore limite annuale</b><br>per la protezione della salute umana (anno civile) | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|

### 3 DATI GENERALI

Il bacino estrattivo di Calocara – Bettogli comprende n.7 cave che svolgono le attività di coltivazione condividendo alcune aree comuni e la viabilità di accesso e transito.

Le denominazioni delle aree di cava e le specifiche geometriche sono riportate nelle tabelle seguenti:

**Tabella 3 - elenco cave bacino di Calocara - Bettogli**

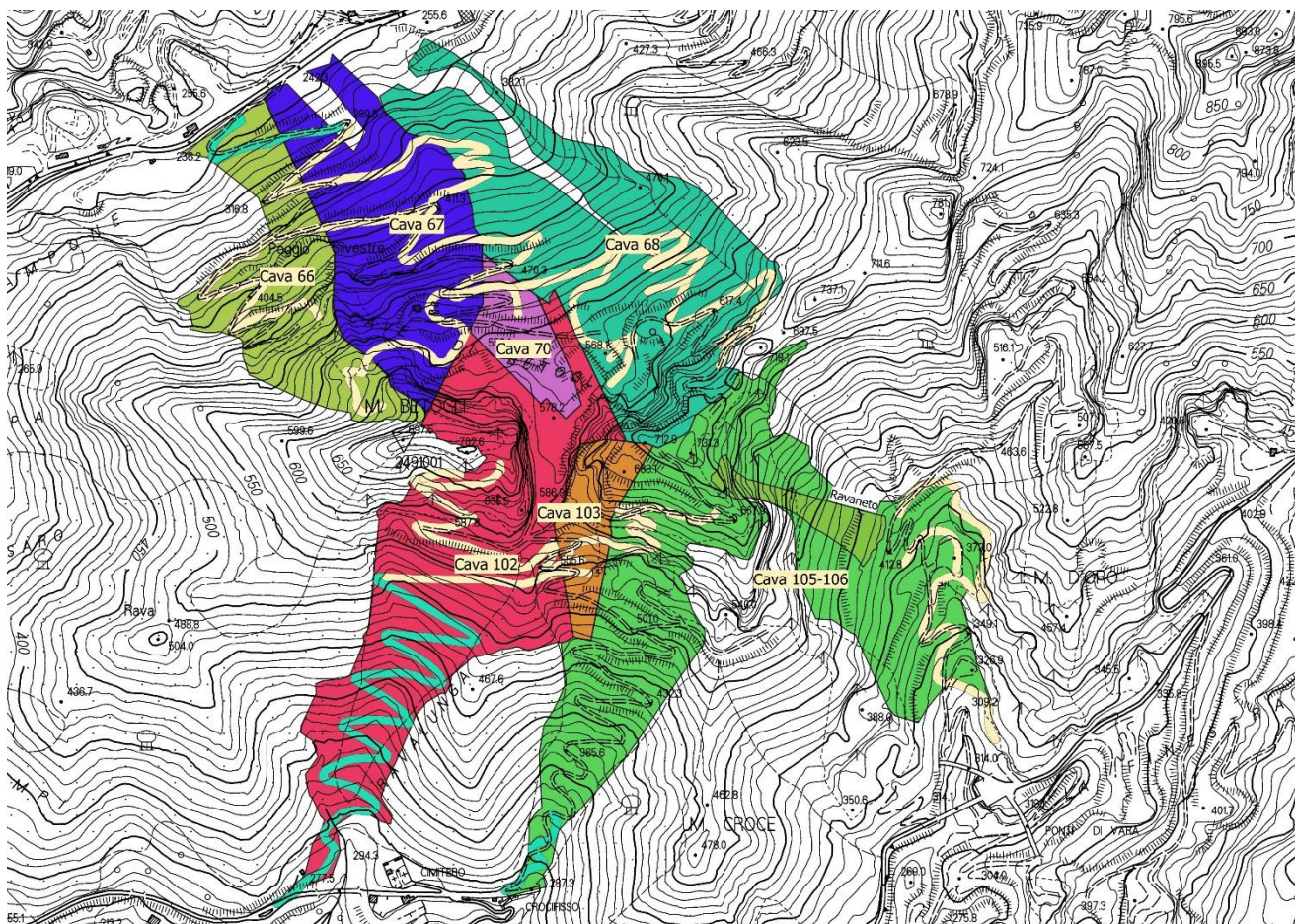
| Numerazione cava | Denominazione       | Ditta                                 |
|------------------|---------------------|---------------------------------------|
| cava 66          | Poggio Silvestre    | Poggio Silvestre Marmi                |
| cava 67          | Bettogli Zona Mossa | Aldo Vanelli Marmi di Giorgio Vanelli |
| cava 68          | Bettogli B          | Bettogli Marmi srl                    |
| cava 70          | Bettogli A          | VF Marmi                              |
| cava 102         | Calocara A          | Gemignani e Vanelli srl               |
| cava 103         | Calocara B          | F.B. cave srl                         |
| cava 105-106     | Calocara C          | Società Apuana Marmi srl              |
|                  | Carpevola B         |                                       |

**Tabella 4 - Dimensioni superfici e Coordinate Gauss Boaga EPSG3003**

| Numerazione cava | X          | Y          | Dimensione (m <sup>2</sup> ) |
|------------------|------------|------------|------------------------------|
| cava 66          | 1589174,45 | 4882852,29 | 69.308                       |
| cava 67          | 1589358,78 | 4882907,10 | 92.201                       |
| cava 68          | 1589672,64 | 4882896,30 | 145.525                      |
| cava 70          | 1589548,09 | 4882766,77 | 19.286                       |
| cava 102         | 1589453,44 | 4882444,61 | 156.056                      |
| cava 103         | 1589646,07 | 4882478,65 | 22.031                       |
| cava 105-106     | 1589866,94 | 4882496,09 | 191.398                      |

Di seguito si riporta il dettaglio del bacino di estrazione con l'indicazione delle aree occupate dalle relative cave.

**Figura 1 - Bacino di Calocara-Bettogli - Individuazione aree di cava**



## 4 DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO E MODELLO DI SINTESI ATTIVITÀ

Il materiale derivante dalle lavorazioni di cava è frutto delle seguenti fasi più generali fasi lavorative (cicli di lavorazione):

- perforazioni per passaggio filo diamantato (esecuzione con macchina perforatrice idraulica che lavora in presenza di acqua)
- esecuzione di tagli al monte con filo diamantato o catena (lavorazioni condotte con e senza utilizzo di acqua)
- spostamento e/o rovesciamento di porzione di monte su letto di materiale detritico;
- sezionamento in blocchi, semiblocchi (tagli con filo diamantato con utilizzo di acqua)
- sezionamento in blocchi, semiblocchi (tagli con tagliatrice a catena a secco)
- movimentazione e carico di blocchi semiblocchi ed informi mediante pala gommata
- movimentazione e carico materiale detritico su dumper verso area di accumulo temporaneo per le cave Poggio Silvestre, Bettogli Zona Mossa, Bettogli A, Bettogli B, Calocara A, Calocara B
- movimentazione e carico materiale detritico su dumper per riversamento verso sottostante punto di accumulo temporaneo per le cave Calocara C e Carpevola B.
- movimentazione e carico materiale detritico su camion in area accumulo temporaneo (riduzione con martellone idraulico, movimentazione e carico su camion con pala gommata)

Le bancate sono isolate al monte mediante tagli concorrenti realizzati passando il filo diamantato in fori predisposti all'uopo e/o con utilizzo di tagliatrice a catena.

In dipendenza delle loro dimensioni sono ulteriormente sezionate al monte oppure rovesciate e nel piazzale di lavorazione vero e proprio dove vengono ridotte, a seconda della qualità merceologica apparente e della fratturazione che presentano, in blocchi commerciabili di varia dimensione. Non vi sono postazioni fisse prevalentemente destinate alla riquadratura in quanto i blocchi vengono generalmente sezionati e riquadrati in prossimità della bancata da cui vengono distaccati. Una postazione fissa può essere realizzata temporaneamente per qualche giorno o qualche settimana, ma poi viene sistematicamente adeguata alle necessità di cava laddove è più pratico. I derivati della lavorazione non destinati alla riquadratura vengono allontanati così come prodotto nelle varie dimensioni nelle varie aree di accumulo temporaneo del detrito. Tutte queste operazioni, ivi comprese le operazioni di carico su camion mediante pala gommata, per il trasporto a valle del detrito sono compiute nelle varie aree di accumulo indicate nelle planimetrie di progetto.

L'attività estrattiva all'interno del bacino verrà svolta da ciascuna azienda nei modi e nei tempi già indicati nella documentazione di progetto. Nel presente capitolo si riporterà uno schema delle singole fasi di lavorazione che potrebbero generare emissioni diffuse di tipo polverulento, quantificando il

contributo secondo le formule proposte dalla Linee Guida Arpat e dai documenti di riferimento internazionali AP-42 dell'US-EPA.

Il progetto prevede la coltivazione della cava con formazione di gradoni realizzati in prolungamento con quelli delle cave adiacenti, al fine di realizzare un fronte di discesa coordinato. Saranno praticati nuovi sbassi i quali apriranno nuovi piazzali potenzialmente sfruttabili.

Per i dettagli delle attività svolte in cava, si rimanda alle relazioni di progetto delle singole cave.

Considerando i limiti di una schematizzazione di un ciclo produttivo articolato come quello di una cava di marmo, ai fini della quantificazione del rateo emissivo generato dal bacino di Calocara – Bettogli, è stato definito l'elenco delle singole fasi lavorative che possono fornire un contributo significativo all'emissione di polveri diffuse.

- A.** scotico superficiale e sbancamento;
- B.** taglio blocchi con catena e con filo (frantumazione secondaria e terziaria);
- C.** movimentazione detriti;
- D.** vagliatura detriti;
- E.** formazione cumuli e posizionamento in ravaneto;
- F.** erosione dal vento dei materiali accumulati temporaneamente;
- G.** carico detriti su mezzi;
- H.** transito mezzi su strade non asfaltate per trasporto materiali di cava in uscita.

## 5 DATI DI CALCOLO

Il presente studio si è basato sui dati di progetto forniti dai committenti indicati nei piani di coltivazione coordinati delle cave sopra elencate specificatamente alla fase preliminare della durata di 5 anni.

L'attività **estrattiva** viene svolta su un unico turno di 8 ore giornaliere per 5 giorni settimanali e di un turno di 6 il sabato per un totale di circa **280 giorni/anno**.

Il **trasporto** dei materiali dalla cava viene svolto durante le 8 ore lavorative solamente per 5 giorni settimanali per un totale di circa **250 giorni/anno**.

I quantitativi di materiale estratto sono quelli riportati nel progetto e distribuiti equamente per i 5 anni della durata della fase preliminare e tutto il materiale estratto (blocchi e detriti) sarà allontanato dal bacino di cava senza incremento di accumuli temporanei interni.

Cautelativamente, è stato considerato che l'attività estrattiva verrà svolta interamente all'esterno.

In Tabella 5 si riportano i volumi e i quantitativi di materiali previsti dal progetto.

**Tabella 5 - Volumi e quantitativi dei materiali estratti - Bacino di Calocara - Bettogli**

|                                                 | Volumi scavati<br>fase preliminare<br>(5 anni)<br>dati di progetto<br>(m <sup>3</sup> ) | Quantitativi<br>scavati - fase<br>preliminare<br>(5 anni)<br>(Mg) | Volumi scavati<br>annualmente<br>(m <sup>3</sup> /anno) | Quantitativi<br>scavati<br>annualmente<br>(Mg/anno) | Stima<br>quantitativi<br>blocchi prodotti<br>fase preliminare<br>(5 anni)<br>dati di progetto<br>(Mg) | Stima<br>quantitativi<br>blocchi prodotti<br>annualmente<br>(Mg/anno) | Stima<br>quantitativi<br>detriti prodotti<br>fase preliminare<br>(5 anni)<br>dati di progetto<br>(Mg) | Stima<br>quantitativi<br>detriti prodotti<br>annualmente<br>(Mg/anno) |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>cava 66</b>                                  | 61.770                                                                                  | 160.602                                                           | 12.354                                                  | 32.120,40                                           | 41.700                                                                                                | 8.340                                                                 | 118.902                                                                                               | 23.780                                                                |
| <b>cava 67</b>                                  | 166.013                                                                                 | 431.634                                                           | 33.203                                                  | 86.326,76                                           | 112.100                                                                                               | 22.420                                                                | 319.534                                                                                               | 63.907                                                                |
| <b>cava 68</b>                                  | 258.510                                                                                 | 672.126                                                           | 51.702                                                  | 134.425,20                                          | 175.000                                                                                               | 35.000                                                                | 497.126                                                                                               | 99.425                                                                |
| <b>cava 70</b>                                  | 143.100                                                                                 | 372.060                                                           | 28.620                                                  | 74.412,00                                           | 97.000                                                                                                | 19.400                                                                | 275.060                                                                                               | 55.012                                                                |
| <b>cava 102</b>                                 | 338.475                                                                                 | 880.035                                                           | 67.695                                                  | 176.007,00                                          | 229.000                                                                                               | 45.800                                                                | 651.035                                                                                               | 130.207                                                               |
| <b>cava 103</b>                                 | 96.000                                                                                  | 249.600                                                           | 19.200                                                  | 49.920,00                                           | 65.000                                                                                                | 13.000                                                                | 184.600                                                                                               | 36.920                                                                |
| <b>cava 105-106</b>                             | 216.000                                                                                 | 561.600                                                           | 43.200                                                  | 112.320,00                                          | 146.000                                                                                               | 29.200                                                                | 415.600                                                                                               | 83.120                                                                |
| <b>Totale Bacino<br/>Calocara-<br/>Bettogli</b> | <b>1.279.868</b>                                                                        | <b>3.327.657</b>                                                  | <b>255.973,60</b>                                       | <b>665.531,36</b>                                   | <b>865.800</b>                                                                                        | <b>173.160</b>                                                        | <b>2.461.857</b>                                                                                      | <b>492.371</b>                                                        |

Fattore di conversione materiale V/M = 2,6 m<sup>3</sup>/Mg

## 5.1 SCOTICO E SBANCAMENTO SUPERFICIALE

L'attività di scotico e sbancamento del materiale superficiale consiste nelle operazioni di rimozione del materiale superficiale delle aree ricoperte da materiale detritico e terroso al di sopra dell'area che sarà interessata dall'escavazione del marmo.

Il fattore emissivo è stato calcolato applicando la formula proposta al paragrafo 1.2 delle linee guida Arpat che richiamano quanto indicato nel documento paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42 US-EPA.

L'operazione è quella identificata dal codice SCC 3-05-010-36 *Dragline: Overburden Removal* con un fattore di emissione espresso in Kg dato dalla seguente formula:

### Equazione 2

$$EF_i(kg/m^3) = \frac{9,3 \times 10^{-4} \times \left(\frac{H}{0,30}\right)^{0,7}}{M^{0,3}}$$

Dove:

- $EF_i$  = quantità di  $PM_{10}$  espressa in kg emessa dallo scotico di ciascun  $m^3$  di materiale rimosso;
- $H$  = altezza di caduta espressa in metri;
- $M$  = contenuto percentuale di umidità del materiale (%)

Premesso che la maggior parte delle aree del bacino sono già interessate da estrazione e non sono presenti materiali di copertura superficiale da rimuovere, cautelativamente, si ipotizza che il materiale sottoposto ad attività di scotico sia pari a circa il 50% del detrito prodotto e l'altezza media di caduta del materiale pari a 3m.

- $H = 3m$
- $M = 4,8\%$

Sostituendo i valori nella Equazione 2 si ottiene:

### Equazione 3

$$EF_i(kg/m^3) = \frac{9,3 \times 10^{-4} \times \left(\frac{3}{0,30}\right)^{0,7}}{4,8^{0,3}} = 0,002911$$

Considerando i volumi totali di materiale escavati dalle cave e ipotizzando cautelativamente che il 50% sia sottoposto ad operazione di scotico, per ciascuna cava, si ottengono i quantitativi riportati in Tabella 6.

**Tabella 6 - riepilogo volumi materiale sottoposti a scotico e sbancamento**

|                                        | Volumi scavati<br>fase preliminare<br>(5 anni)<br>dati di progetto<br>(m <sup>3</sup> ) | Volumi scavati<br>annualmente<br>(m <sup>3</sup> /anno) | Volume materiale<br>sottoposto a scotico<br>(m <sup>3</sup> /anno) |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>cava 66</b>                         | 61.770                                                                                  | 12.354                                                  | <b>6.177</b>                                                       |
| <b>cava 67</b>                         | 166.013                                                                                 | 33.203                                                  | <b>16.601</b>                                                      |
| <b>cava 68</b>                         | 258.510                                                                                 | 51.702                                                  | <b>25.851</b>                                                      |
| <b>cava 70</b>                         | 143.100                                                                                 | 28.620                                                  | <b>14.310</b>                                                      |
| <b>cava 102</b>                        | 338.475                                                                                 | 67.695                                                  | <b>33.848</b>                                                      |
| <b>cava 103</b>                        | 96.000                                                                                  | 19.200                                                  | <b>9.600</b>                                                       |
| <b>cava 105-106</b>                    | 216.000                                                                                 | 43.200                                                  | <b>21.600</b>                                                      |
| <b>Totale Bacino Calocara-Bettogli</b> | <b>1.279.868</b>                                                                        | <b>255.973,60</b>                                       | <b>127.987</b>                                                     |

**Equazione 4**

$$E_i(g/h) = \frac{EF_i(kg/m^3) \times Volume\ materiale(m^3)}{tempo(h)} * 1000(g/kg)$$

Ai fini del calcolo si considera il tempo di lavorazione

- tempo = ore lavorative annuali = 2.240 h

Per ciascuna cava il fattore di emissione calcolato applicando l'Equazione 4 è riportato nella seguente tabella:

**Tabella 7 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di scotico superficiale e sbancamento (A)**

|          | Operazione           | Riferimento     | UM                | Fattore di emissione | Cava                | UM             | Volume materiale sottoposto a scotico | UM  | E <sub>i</sub><br>Emissione media oraria |
|----------|----------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------------------------|-----|------------------------------------------|
| <b>A</b> | Scotico superficiale | SCC 3-05-010-36 | kg/m <sup>3</sup> | <b>0,002911</b>      | <b>cava 66</b>      | m <sup>3</sup> | 6.177                                 | g/h | <b>8,0</b>                               |
|          |                      |                 |                   |                      | <b>cava 67</b>      | m <sup>3</sup> | 16.601                                | g/h | <b>21,6</b>                              |
|          |                      |                 |                   |                      | <b>cava 68</b>      | m <sup>3</sup> | 25.851                                | g/h | <b>33,6</b>                              |
|          |                      |                 |                   |                      | <b>cava 70</b>      | m <sup>3</sup> | 14.310                                | g/h | <b>18,6</b>                              |
|          |                      |                 |                   |                      | <b>cava 102</b>     | m <sup>3</sup> | 33.848                                | g/h | <b>44,0</b>                              |
|          |                      |                 |                   |                      | <b>cava 103</b>     | m <sup>3</sup> | 9.600                                 | g/h | <b>12,5</b>                              |
|          |                      |                 |                   |                      | <b>cava 105-106</b> | m <sup>3</sup> | 21.600                                | g/h | <b>28,1</b>                              |

## 5.2 TAGLIO MATERIALI CON CATENA E CON FILO

L'estrazione dei blocchi prevede l'esecuzione di perforazioni orizzontali e verticali che combinate con tagli paralleli e verticali della tagliatrice a catena dentata, consentono l'introduzione del circuito del filo diamantato, che esegue i tagli necessari, sia piani che posteriori.

Il blocco, quindi, può essere a sua volta riprofilato in loco alle dimensioni volute.

Le operazioni di taglio con filo diamantato vengono eseguite con utilizzo di acqua, mentre quelle con catena, a seguito di adeguamento degli impianti tecnologici, sono eseguite a secco con sistema di aspirazione localizzato.

Le operazioni di taglio del marmo non hanno una fase corrispondente con un'equazione che consenta di calcolare il rateo emissivo della specifica fase, pertanto, si è ritenuto opportuno individuare le operazioni di riduzione volumetrica più affini presenti nelle linee guida Arpat.

Per il taglio con filo è stata associata l'operazione di frantumazione fine (*fine crushing*), all'operazione di taglio con catena, invece, generando il distacco di piccole scaglie, anziché di vere e proprie polveri, viene associato il caso di frantumazione terziaria 5 – 25 mm.

Considerata la difficoltà di quantificare precisamente i quantitativi di materiale sottoposti a taglio, ovvero all'operazione affine di frantumazione secondaria (taglio a filo) e quella di frantumazione terziaria (taglio a catena), nel presente studio si è ipotizzato che l'intero quantitativo di detriti sia sottoposto ad entrambe le operazioni.

### 5.2.1 TAGLIO CON FILO – FINE CRUSHING

Il fattore emissivo associato al taglio con filo è stato calcolato applicando la formula proposta al paragrafo 1.1 delle linee guida Arpat che richiamano quanto indicato nel documento paragrafo 11.19.2 "Crushed Stone Processing" dell'AP-42 US-EPA.

Il calcolo del contributo generato dall'operazione di taglio (frantumazione) è data dall'equazione:

**Equazione 5**

$$E_i(g/h) = \frac{EF_i(kg/Mg) \times \text{quantità materiale}(t)}{\text{tempo}(h)} * 1000(g/kg)$$

Dove:

- $EF_i$  = quantità di  $PM_{10}$  espressa in kg emessa dallo frantumazione senza mitigazione di ciascuna tonnellata di materiale = 0,0075 kg/Mg – dato bibliografico SCC 3-05-020-05
- tempo = ore lavorative annuali = 2.240 h

- quantità di materiale (Mg) = quantitativi annui di detriti prodotti dalla cava (Tabella 8)

**Tabella 8 - quantitativi annui produzione detriti**

|                                        | Stima quantitativi detriti prodotti annualmente<br>(t/anno) |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>cava 66</b>                         | 23.780                                                      |
| <b>cava 67</b>                         | 63.907                                                      |
| <b>cava 68</b>                         | 99.425                                                      |
| <b>cava 70</b>                         | 55.012                                                      |
| <b>cava 102</b>                        | 130.207                                                     |
| <b>cava 103</b>                        | 36.920                                                      |
| <b>cava 105-106</b>                    | 83.120                                                      |
| <b>Totale Bacino Calocara-Bettogli</b> | <b>492.371</b>                                              |

Per ciascuna cava il fattore di emissione calcolato applicando l'Equazione 5 è riportato nella seguente tabella:

**Tabella 9 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di frantumazione fine – taglio a filo (B)**

|          | Operazione         | Riferimento     | UM    | Fattore di emissione | Cava                | UM | Quantità materiale sottoposto a frantumazione | UM  | Emissione media oraria |
|----------|--------------------|-----------------|-------|----------------------|---------------------|----|-----------------------------------------------|-----|------------------------|
| <b>B</b> | Frantumazione fine | SCC 3-05-020-05 | Kg/Mg | <b>0,0075</b>        | <b>cava 66</b>      | Mg | 23.780                                        | g/h | <b>79,6</b>            |
|          |                    |                 |       |                      | <b>cava 67</b>      | Mg | 63.907                                        | g/h | <b>214,0</b>           |
|          |                    |                 |       |                      | <b>cava 68</b>      | Mg | 99.425                                        | g/h | <b>332,9</b>           |
|          |                    |                 |       |                      | <b>cava 70</b>      | Mg | 55.012                                        | g/h | <b>184,2</b>           |
|          |                    |                 |       |                      | <b>cava 102</b>     | Mg | 130.207                                       | g/h | <b>436,0</b>           |
|          |                    |                 |       |                      | <b>cava 103</b>     | Mg | 36.920                                        | g/h | <b>123,6</b>           |
|          |                    |                 |       |                      | <b>cava 105-106</b> | Mg | 83.120                                        | g/h | <b>278,3</b>           |

### 5.2.2 TAGLIO CON FILO – TERTIARY CRUSHING

Il fattore emissivo associato al taglio con filo è stato calcolato applicando la formula proposta al paragrafo 1.1 delle linee guida Arpat che richiamano quanto indicato nel documento paragrafo 11.19.2 “Crushed Stone Processing” dell’AP-42 US-EPA.

Il calcolo del contributo generato dall'operazione di taglio (frantumazione) è data dall'Equazione 5 già utilizzata precedentemente.

Dove:

- EFi = quantità di PM<sub>10</sub> espressa in kg emessa dalla frantumazione terziaria 5 - 25mm (tertiary crushing) senza mitigazione di ciascuna tonnellata di materiale = 0,0012 kg/Mg – dato bibliografico SCC 3-05-020-03
- tempo = ore lavorative annuali = 2.240 h
- quantità di materiale (Mg) = quantitativi annui di detriti prodotti dalla cava (Tabella 8)

Per ciascuna cava il fattore di emissione calcolato applicando l'Equazione 5 è riportato nella seguente tabella:

**Tabella 10 -Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di frantumazione terziaria - taglio a catena (B)**

|          | Operazione              | Riferimento     | UM    | Fattore di emissione | Cava         | UM | Quantità materiale sottoposto a frantumazione | UM  | Emissione media oraria (g/h) |
|----------|-------------------------|-----------------|-------|----------------------|--------------|----|-----------------------------------------------|-----|------------------------------|
| <b>B</b> | Frantumazione terziaria | SCC 3-05-020-03 | Kg/Mg | <b>0,0012</b>        | cava 66      | Mg | 23.780                                        | g/h | <b>12,7</b>                  |
|          |                         |                 |       |                      | cava 67      | Mg | 63.907                                        | g/h | <b>34,2</b>                  |
|          |                         |                 |       |                      | cava 68      | Mg | 99.425                                        | g/h | <b>53,3</b>                  |
|          |                         |                 |       |                      | cava 70      | Mg | 55.012                                        | g/h | <b>29,5</b>                  |
|          |                         |                 |       |                      | cava 102     | Mg | 130.207                                       | g/h | <b>69,8</b>                  |
|          |                         |                 |       |                      | cava 103     | Mg | 36.920                                        | g/h | <b>19,8</b>                  |
|          |                         |                 |       |                      | cava 105-106 | Mg | 83.120                                        | g/h | <b>44,5</b>                  |

### 5.3 MOVIMENTAZIONE DETRITI

Dopo il taglio/frantumazione, i materiali vengono movimentati per essere sottoposti alle successive operazioni.

Cautelativamente si ipotizza che l'intera quantità di detriti di ciascuna cava sia sottoposta alla movimentazione secondo i dati riportati in Tabella 8.

Il fattore emissivo dovuto dalla movimentazione del materiale per la formazione dei cumuli è stato calcolato secondo la formula proposta al paragrafo 1.3 delle linee guida Arpat e al capitolo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" del documento AP-42 dell'US-EPA.

#### Equazione 6

$$EF_i(kg/Mg) = k_i * (0,0016) * \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Dove:

- i = particolato (PM<sub>10</sub>)
- EF<sub>i</sub> = fattore di emissione
- k<sub>i</sub> = coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato (valori tabellari) = 0,35 per PM<sub>10</sub>
- u = velocità del vento = 2,0 m/s (fonte: dati meteo Regione Toscana)
- M = contenuto in percentuale di umidità (%) = 4,8% (stima)

Sostituendo i valori sopra indicati all'Equazione 6 si ottiene il valore del fattore emissivo EF

#### Equazione 7

$$EF_i(kg/t) = 0,35 * (0,0016) * \frac{\left(\frac{2,0}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{4,8}{2}\right)^{1,4}} = 0,00015$$

Il calcolo del contributo generato dall'operazione di movimentazione (frantumazione) è data dall'Equazione 5 in analogia a quanto già calcolato precedentemente.

Dove:

- EF<sub>i</sub> = quantità di PM<sub>10</sub> espressa in kg emessa dalla movimentazione dei cumuli, come calcolato nell'Equazione 7 = 0,0001452 kg/Mg
- tempo = ore lavorative annuali = 2.240 h

- quantità di materiale (Mg) = quantitativi annui di detriti prodotti dalla cava (Tabella 8)

Per ciascuna cava il fattore di emissione calcolato applicando l'Equazione 5 è riportato nella seguente tabella:

**Tabella 11 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di movimentazione detriti (C)**

|          | Operazione             | Riferimento                                                                  | UM    | Fattore di emissione | Cava                | UM | Quantità materiale detritico sottoposto a movimentazione | UM  | Emissione media oraria |
|----------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|---------------------|----|----------------------------------------------------------|-----|------------------------|
| <b>C</b> | Movimentazione detriti | 1.3, relazione (3)<br>13.2.4<br>"Aggregate Handling and Storage Piles" AP-42 | Kg/Mg | <b>0,00015</b>       | <b>cava 66</b>      | Mg | 23.780                                                   | g/h | <b>1,5</b>             |
|          |                        |                                                                              |       |                      | <b>cava 67</b>      | Mg | 63.907                                                   | g/h | <b>4,1</b>             |
|          |                        |                                                                              |       |                      | <b>cava 68</b>      | Mg | 99.425                                                   | g/h | <b>6,4</b>             |
|          |                        |                                                                              |       |                      | <b>cava 70</b>      | Mg | 55.012                                                   | g/h | <b>3,6</b>             |
|          |                        |                                                                              |       |                      | <b>cava 102</b>     | Mg | 130.207                                                  | g/h | <b>8,4</b>             |
|          |                        |                                                                              |       |                      | <b>cava 103</b>     | Mg | 36.920                                                   | g/h | <b>2,4</b>             |
|          |                        |                                                                              |       |                      | <b>cava 105-106</b> | Mg | 83.120                                                   | g/h | <b>5,4</b>             |

## 5.4 VAGLIATURA

Tutte le cave prese in esame sottopongono il materiale detritico ad una vagliatura “grossolana” che prevede il passaggio del materiale su una griglia fissa inclinata che lascia cadere al di sotto il materiale più fine e scivolare a lato quello più grossolano.

Tale operazione non può essere esattamente associata a quelle previste dalle linee guida che prendono in esame sistemi più complessi di uno o più vagli vibranti, tuttavia, cautelativamente, si considera anche questo processo come se venisse eseguito su tutti i materiali che non siano blocchi. Il fattore emissivo previsto dalle linee guida Arpat per l'operazione di vagliatura è riportato nella tabella 2 delle linee guida Arpat *Processi relativi alle attività di frantumazione, macinazione e agglomerazione, fattori di emissione per il PM<sub>10</sub>* riprendendo quanto indicato alla tabella 11.9.2-1 del documento AP-42 dell'US-EPA.

Nel caso specifico, nonostante il materiale fosse parzialmente umido, cautelativamente, è stato preso in esame il fattore di emissione senza abbattimento di cui al codice SCC 3-05-020-02, 03.

Il calcolo del rateo emissivo generato dall'operazione di vagliatura si calcola applicando l'Equazione 5, dove:

- EFi = quantità di PM<sub>10</sub> espressa in kg emessa dalla vagliatura del materiale, SCC 3-05-020-02, 03 = 0,0043 kg/Mg
- tempo = ore lavorative annuali = 2.240 h
- quantità di materiale (Mg) = quantitativi annui di detriti prodotti dalla cava (Tabella 8)

Per ciascuna cava il fattore di emissione calcolato applicando l'Equazione 5 è riportato nella seguente tabella:

**Tabella 12 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di vagliatura (D)**

|          | Operazione         | Riferimento         | UM    | Fattore di emissione | Cava         | UM | Quantità materiale vagliato | UM  | Emissione media oraria |
|----------|--------------------|---------------------|-------|----------------------|--------------|----|-----------------------------|-----|------------------------|
| <b>D</b> | Vagliatura detriti | SCC 3-05-020-02, 03 | Kg/Mg | <b>0,0043</b>        | cava 66      | Mg | 23.780                      | g/h | <b>45,6</b>            |
|          |                    |                     |       |                      | cava 67      | Mg | 63.907                      | g/h | <b>122,7</b>           |
|          |                    |                     |       |                      | cava 68      | Mg | 99.425                      | g/h | <b>190,9</b>           |
|          |                    |                     |       |                      | cava 70      | Mg | 55.012                      | g/h | <b>105,6</b>           |
|          |                    |                     |       |                      | cava 102     | Mg | 130.207                     | g/h | <b>250,0</b>           |
|          |                    |                     |       |                      | cava 103     | Mg | 36.920                      | g/h | <b>70,9</b>            |
|          |                    |                     |       |                      | cava 105-106 | Mg | 83.120                      | g/h | <b>159,6</b>           |

## 5.5 FORMAZIONE CUMULI E POSIZIONAMENTO IN RAVANETO

Successivamente alle operazioni di vagliatura, il materiale detritico viene disposto in cumuli ubicati in aree dedicate per essere successivamente caricati su automezzi e allontanati dal sito.

Per la cava 15-106, invece, il materiale viene posizionato su ravaneto, pertanto, tale fase è stata specificatamente considerata.

### 5.5.1 MOVIMENTAZIONE MATERIALE PER FORMAZIONE CUMULI

Il fattore emissivo dovuto dalla movimentazione del materiale per la formazione dei cumuli è stato calcolato secondo la formula proposta al paragrafo 1.3, delle linee guida Arpat e al capitolo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" del documento AP-42 dell'US-EPA.

Per tutte le cave, ad eccezione della cava 105-106, si rimanda al calcolo già riportato al paragrafo 5.3- Movimentazione detriti, indicando solamente la tabella riepilogativa dei risultati del rateo emissivo della fase specifica.

**Tabella 13 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di movimentazione detriti per formazione cumuli (E)**

|          | Operazione                                   | Riferimento                                                            | UM    | Fattore di emissione | Cava     | UM | Quantità materiale detritico sottoposto a movimentazione | UM  | Emissione media oraria |
|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|----------|----|----------------------------------------------------------|-----|------------------------|
| <b>E</b> | Movimentazione detriti per formazione cumuli | 1.3, relazione (3) 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" AP-42 | Kg/Mg | <b>0,00015</b>       | cava 66  | Mg | 23.780                                                   | g/h | <b>1,5</b>             |
|          |                                              |                                                                        |       |                      | cava 67  | Mg | 63.907                                                   | g/h | <b>4,1</b>             |
|          |                                              |                                                                        |       |                      | cava 68  | Mg | 99.425                                                   | g/h | <b>6,4</b>             |
|          |                                              |                                                                        |       |                      | cava 70  | Mg | 55.012                                                   | g/h | <b>3,6</b>             |
|          |                                              |                                                                        |       |                      | cava 102 | Mg | 130.207                                                  | g/h | <b>8,4</b>             |
|          |                                              |                                                                        |       |                      | cava 103 | Mg | 36.920                                                   | g/h | <b>2,4</b>             |

### 5.5.2 POSIZIONAMENTO MATERIALE IN RAVANETO

Per la sola cava 105-106, il materiale detritico non viene movimentato per la formazione di cumuli, bensì posizionato in ravaneto.

L'attività di posizionamento in ravaneto è assimilabile a quella di sbancamento già valutata al paragrafo 5.1-Scotico e sbancamento superficiale.

Il fattore emissivo è stato calcolato applicando la formula proposta al paragrafo 1.2 delle linee guida Arpat che richiamano quanto indicato nel documento paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42 US-EPA.

L'operazione è quella identificata dal codice SCC 3-05-010-36 *Dragline: Overburden Removal* con un fattore di emissione espresso in Kg dato dalla Equazione 2.

Dove:

- $E_{Fi}$  = quantità di  $PM_{10}$  espressa in  $kg$  emessa dallo scotico di ciascun  $m^3$  di materiale rimosso;
- $H$  = altezza di caduta espressa in metri;
- $M$  = contenuto percentuale di umidità del materiale (%)

Si ipotizza che l'intero quantitativo espresso in  $m^3$  sia posizionato nel ravaneto. L'altezza del salto del ravaneto è pari a circa 200m e lo stesso viene costantemente bagnato da un sistema di irrigazione. Dalle ipotesi assunte sono considerati i seguenti valori:

- $H = 200m$
- $M = 30\%$

Sostituendo i valori nella Equazione 2 si ottiene:

**Equazione 8**

$$EF_i(kg/m^3) = \frac{9,3 \times 10^{-4} \times \left(\frac{200}{0,30}\right)^{0,7}}{50^{0,3}} = 0,0318$$

Applicando i valori calcolati all'Equazione 4, dove il tempo di esercizio è sempre 2.240 h/anno si ottiene il dato come indicato nella Tabella 14.

**Tabella 14 - Risultati di calcolo rateo emissivo operazione di movimentazione detriti per posizionamento in ravaneto (F)**

|          | Operazione                 | Riferimento     | UM                | Fattore di emissione | Cava                | UM             | Volume materiale sottoposto a scotico | UM  | $E_i$<br>Emissione media oraria |
|----------|----------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------------------------|-----|---------------------------------|
| <b>F</b> | Posizionamento in ravaneto | SCC 3-05-010-36 | kg/m <sup>3</sup> | <b>0,0318</b>        | <b>cava 105-106</b> | m <sup>3</sup> | 216.112                               | g/h | <b>3.065,6</b>                  |

## 5.6 ACCUMULI TEMPORANEI MATERIALI

Il materiale detritico, prima di essere allontanato dal sito, viene raccolto in cumuli. Nel presente studio si ipotizza che l'intero quantitativo di materiale detritico prodotto nell'anno sia raccolto in cumuli, quindi, allontanato dal sito.

La presente fase è calcolata in modo univoco per tutte le cave.

Il calcolo del fattore dell'erosione dei cumuli da parte del vento è stato elaborato sulla base delle formule proposte al paragrafo 1.4, delle Linee guida Arpat e al paragrafo 13.2.5 "industrial Wind Erosion" del documento AP-42 dell'US-EPA.

### Equazione 9

$$E_i(kg/h) = EF_i * a * movh$$

Dove:

- $i$  = particolato ( $PM_{10}$ )
- $EF_i$  ( $kg/m^2$ ) = fattore di emissione areale dell' $i$ -esimo tipo di particolato  
 $EF_i = 0,0000079$  ( $kg/m^2$ ) per cumuli alti  $H/D > 0,2$   
 $EF_i = 0,00025$  ( $kg/m^2$ ) per cumuli bassi  $H/D \leq 0,2$
- $a$  = superficie dell'area movimentata in  $m^2$
- $movh$  = numero di movimentazioni ora

L'ipotesi di calcolo prevede che i cumuli presenti in sito siano tutti di eguale dimensione e che siano allontanati da ciascuna cava con la stessa frequenza di produzione nell'arco dell'anno.

I cumuli sono stimati di forma conica con diametro pari a 14m e altezza pari a 5m.

Il numero di movimentazioni orarie, quindi, è calcolato ipotizzando che l'intero quantitativo di detrito prodotto in un anno e presente in cumuli di pari dimensioni sia allontanato interamente, indipendentemente dal numero di cumuli che vengono formati, poiché allontanati nello stesso arco temporale.

**Tabella 15 - Dettagli di calcolo rateo emissivo erosione vento cumuli**

| Cumulo  | Descrizione                                     | Dato      | Nota                    |
|---------|-------------------------------------------------|-----------|-------------------------|
| cava 66 | diámetro del cumulo (m)                         | 14        |                         |
|         | altezza del cumulo (m)                          | 5         |                         |
|         | volume cumulo ( $m^3$ )                         | 256,43    |                         |
|         | tonnellate/cumulo                               | 666,73    |                         |
|         | tonnellate/anno                                 | 23780,4   |                         |
|         | ore lavorative anno                             | 2240      |                         |
|         | $EF_i$ ( $kg/m^2$ )                             | 0,0000079 | cumulo alto $H/D > 0,2$ |
|         | Superficie oraria movimentata - $a$ - ( $m^2$ ) | 189,1     |                         |

| Cumulo | Descrizione                                                                                                                                                              | Dato          | Nota |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|
|        | movh - numero movimentazioni ora - calcolo effettuato sulla movimentazione media annua della superficie laterale per l'intero materiale diviso le ore lavorative annuali | 3,0           |      |
|        | <b>Ei (kg/h)</b>                                                                                                                                                         | <b>0,0045</b> |      |

| Cumulo         | Descrizione                                                                                                                                                              | Dato          | Nota                |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| <b>cava 67</b> | diametro del cumulo (m)                                                                                                                                                  | 14            |                     |
|                | altezza del cumulo (m)                                                                                                                                                   | 5             |                     |
|                | volume cumulo (m <sup>3</sup> )                                                                                                                                          | 256,43        |                     |
|                | tonnellate/cumulo                                                                                                                                                        | 666,73        |                     |
|                | tonnellate/anno                                                                                                                                                          | 63906,76      |                     |
|                | ore lavorative anno                                                                                                                                                      | 2240          |                     |
|                | EFi (kg/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                 | 0,0000079     | cumulo alto H/D>0,2 |
|                | Superficie oraria movimentata - a - (m <sup>2</sup> )                                                                                                                    | 189,1         |                     |
|                | movh - numero movimentazioni ora - calcolo effettuato sulla movimentazione media annua della superficie laterale per l'intero materiale diviso le ore lavorative annuali | 8,1           |                     |
|                | <b>Ei (kg/h)</b>                                                                                                                                                         | <b>0,0121</b> |                     |

| Cumulo         | Descrizione                                                                                                                                                              | Dato          | Nota                |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| <b>cava 68</b> | diametro del cumulo (m)                                                                                                                                                  | 14            |                     |
|                | altezza del cumulo (m)                                                                                                                                                   | 5             |                     |
|                | volume cumulo (m <sup>3</sup> )                                                                                                                                          | 256,43        |                     |
|                | tonnellate/cumulo                                                                                                                                                        | 666,73        |                     |
|                | tonnellate/anno                                                                                                                                                          | 99425,2       |                     |
|                | ore lavorative anno                                                                                                                                                      | 2240          |                     |
|                | EFi (kg/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                 | 0,0000079     | cumulo alto H/D>0,2 |
|                | Superficie oraria movimentata - a - (m <sup>2</sup> )                                                                                                                    | 189,1         |                     |
|                | movh - numero movimentazioni ora - calcolo effettuato sulla movimentazione media annua della superficie laterale per l'intero materiale diviso le ore lavorative annuali | 12,6          |                     |
|                | <b>Ei (kg/h)</b>                                                                                                                                                         | <b>0,0188</b> |                     |

| Cumulo         | Descrizione                                                                                                                                                              | Dato          | Nota                |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| <b>cava 70</b> | diametro del cumulo (m)                                                                                                                                                  | 14            |                     |
|                | altezza del cumulo (m)                                                                                                                                                   | 5             |                     |
|                | volume cumulo (m <sup>3</sup> )                                                                                                                                          | 256,43        |                     |
|                | tonnellate/cumulo                                                                                                                                                        | 666,73        |                     |
|                | tonnellate/anno                                                                                                                                                          | 55012         |                     |
|                | ore lavorative anno                                                                                                                                                      | 2240          |                     |
|                | EFi (kg/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                 | 0,0000079     | cumulo alto H/D>0,2 |
|                | Superficie oraria movimentata - a - (m <sup>2</sup> )                                                                                                                    | 189,1         |                     |
|                | movh - numero movimentazioni ora - calcolo effettuato sulla movimentazione media annua della superficie laterale per l'intero materiale diviso le ore lavorative annuali | 7,0           |                     |
|                | <b>Ei (kg/h)</b>                                                                                                                                                         | <b>0,0104</b> |                     |

| Cumulo          | Descrizione                                           | Dato      | Nota                |
|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------|---------------------|
| <b>cava 102</b> | diametro del cumulo (m)                               | 14        |                     |
|                 | altezza del cumulo (m)                                | 5         |                     |
|                 | volume cumulo (m <sup>3</sup> )                       | 256,43    |                     |
|                 | tonnellate/cumulo                                     | 666,73    |                     |
|                 | tonnellate/anno                                       | 130207    |                     |
|                 | ore lavorative anno                                   | 2240      |                     |
|                 | EFi (kg/m <sup>2</sup> )                              | 0,0000079 | cumulo alto H/D>0,2 |
|                 | Superficie oraria movimentata - a - (m <sup>2</sup> ) | 189,1     |                     |

| Cumulo | Descrizione                                                                                                                                                              | Dato          | Nota |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|
|        | movh - numero movimentazioni ora - calcolo effettuato sulla movimentazione media annua della superficie laterale per l'intero materiale diviso le ore lavorative annuali | 16,5          |      |
|        | <b>Ei (kg/h)</b>                                                                                                                                                         | <b>0,0246</b> |      |

| Cumulo          | Descrizione                                                                                                                                                              | Dato          | Nota                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| <b>cava 103</b> | diametro del cumulo (m)                                                                                                                                                  | 14            |                     |
|                 | altezza del cumulo (m)                                                                                                                                                   | 5             |                     |
|                 | volume cumulo (m <sup>3</sup> )                                                                                                                                          | 256,43        |                     |
|                 | tonnellate/cumulo                                                                                                                                                        | 666,73        |                     |
|                 | tonnellate/anno                                                                                                                                                          | 36920         |                     |
|                 | ore lavorative anno                                                                                                                                                      | 2240          |                     |
|                 | EFi (kg/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                 | 0,0000079     | cumulo alto H/D>0,2 |
|                 | Superficie oraria movimentata - a - (m <sup>2</sup> )                                                                                                                    | 189,1         |                     |
|                 | movh - numero movimentazioni ora - calcolo effettuato sulla movimentazione media annua della superficie laterale per l'intero materiale diviso le ore lavorative annuali | 4,7           |                     |
|                 | <b>Ei (kg/h)</b>                                                                                                                                                         | <b>0,0070</b> |                     |

| Cumulo              | Descrizione                                                                                                                                                              | Dato          | Nota                |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| <b>cava 105-106</b> | diametro del cumulo (m)                                                                                                                                                  | 14            |                     |
|                     | altezza del cumulo (m)                                                                                                                                                   | 5             |                     |
|                     | volume cumulo (m <sup>3</sup> )                                                                                                                                          | 256,43        |                     |
|                     | tonnellate/cumulo                                                                                                                                                        | 666,73        |                     |
|                     | tonnellate/anno                                                                                                                                                          | 83120         |                     |
|                     | ore lavorative anno                                                                                                                                                      | 2240          |                     |
|                     | EFi (kg/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                 | 0,0000079     | cumulo alto H/D>0,2 |
|                     | Superficie oraria movimentata - a - (m <sup>2</sup> )                                                                                                                    | 189,1         |                     |
|                     | movh - numero movimentazioni ora - calcolo effettuato sulla movimentazione media annua della superficie laterale per l'intero materiale diviso le ore lavorative annuali | 10,5          |                     |
|                     | <b>Ei (kg/h)</b>                                                                                                                                                         | <b>0,0157</b> |                     |

Tabella 16 - Risultati di calcolo rateo emissivo erosione vento cumuli (F)

|          | Operazione          | Riferimento                                               | UM                            | Fattore di emissione | Cava                | UM       | Quantità | UM  | Emissione media oraria (g/h) |
|----------|---------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|----------|----------|-----|------------------------------|
| <b>F</b> | Accumulo temporaneo | 1.4, relazione (5) 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" AP-42 | kg/m <sup>2</sup> cumuli alti | 0,0000079            | <b>cava 66</b>      | movh x a | 569      | g/h | <b>4,5</b>                   |
|          |                     |                                                           |                               |                      | <b>cava 67</b>      | movh x a | 1.530    | g/h | <b>12,1</b>                  |
|          |                     |                                                           |                               |                      | <b>cava 68</b>      | movh x a | 2.380    | g/h | <b>18,8</b>                  |
|          |                     |                                                           |                               |                      | <b>cava 70</b>      | movh x a | 1.317    | g/h | <b>10,4</b>                  |
|          |                     |                                                           |                               |                      | <b>cava 102</b>     | movh x a | 3.117    | g/h | <b>24,6</b>                  |
|          |                     |                                                           |                               |                      | <b>cava 103</b>     | movh x a | 884      | g/h | <b>7,0</b>                   |
|          |                     |                                                           |                               |                      | <b>cava 105-106</b> | movh x a | 1.990    | g/h | <b>15,7</b>                  |

## 5.7 CARICO DETRITI SU AUTOMEZZI

Il fattore emissivo relativo al carico del materiale sui camion è stato definito secondo quanto indicato dal codice SCC 3-05-020-31 "Truck unloading" relativo al "Fragmented Stone".

Il calcolo è stato effettuato considerando il carico del solo materiale detritico, escludendo i blocchi che per loro stessa natura non spolverano.

Considerato che le operazioni di carico sui mezzi sono associate al trasporto su strada, le ore annue di lavoro sono 2.000 h in quanto la circolazione dei mezzi è prevista dal lunedì al venerdì per un totale di giorni stimato pari a 250 g/anno.

Il calcolo del rateo emissivo generato dall'operazione di vagliatura si calcola applicando l'Equazione 5, dove:

- $EF_i$  = quantità di  $PM_{10}$  espressa in kg emessa dall'operazione di carico del materiale, SCC 3-05-020-31 = 0,000008 kg/Mg
- tempo = ore lavorative annuali = 2.000 h
- quantità di materiale (Mg) = quantitativi annui di detriti prodotti dalla cava (Tabella 8)

Per ciascuna cava il fattore di emissione calcolato applicando l'Equazione 5 è riportato nella seguente tabella:

**Tabella 17 - Risultati di calcolo rateo dall'operazione di carico (G)**

|          | Operazione                  | Riferimento     | UM    | Fattore di emissione | Cava         | UM | Quantità | UM  | Emissione media oraria (g/h) |
|----------|-----------------------------|-----------------|-------|----------------------|--------------|----|----------|-----|------------------------------|
| <b>G</b> | Carico detriti su automezzi | SCC 3-05-020-31 | Kg/Mg | <b>0,000008</b>      | cava 66      | Mg | 23.780   | g/h | <b>0,1</b>                   |
|          |                             |                 |       |                      | cava 67      | Mg | 63.907   | g/h | <b>0,3</b>                   |
|          |                             |                 |       |                      | cava 68      | Mg | 99.425   | g/h | <b>0,4</b>                   |
|          |                             |                 |       |                      | cava 70      | Mg | 55.012   | g/h | <b>0,2</b>                   |
|          |                             |                 |       |                      | cava 102     | Mg | 130.207  | g/h | <b>0,5</b>                   |
|          |                             |                 |       |                      | cava 103     | Mg | 36.920   | g/h | <b>0,1</b>                   |
|          |                             |                 |       |                      | cava 105-106 | Mg | 83.120   | g/h | <b>0,3</b>                   |

## 5.8 TRANSITO MEZZI SU PISTE NON ASFALTATE

I materiali in uscita dal bacino estrattivo verranno tutti trasportati da automezzi che devono percorrere piste pavimentate e non pavimentate, che sono riportate e specificate nelle planimetrie di progetto.

Il fattore emissivo è stato calcolato applicando la formula proposta al paragrafo 1.5 delle linee guida Arpat che richiamano quanto indicato nel documento AP-42 dell'US-EPA.

L'equazione applicata è:

### Equazione 10

$$EF_i(kg/km) = k_i * \left(\frac{s}{12}\right)^{a_i} * \left(\frac{W}{3}\right)^{b_i}$$

Dove:

- i = particolato (PM<sub>10</sub>) = 0,423
- s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%) = 8,4%
- W = peso medio del veicolo = 25 Mg (valore medio tra ingresso del mezzo vuoto e uscita carico)
- k<sub>i</sub>, a<sub>i</sub> e b<sub>i</sub> sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono forniti dalla tabella:

**Tabella 18 – coefficienti particolato transito piste non asfaltate**

|                        | K <sub>i</sub> | a <sub>i</sub> | b <sub>i</sub> |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| PTS                    | 1,38           | 0,7            | 0,45           |
| <b>PM<sub>10</sub></b> | <b>0,423</b>   | <b>0,9</b>     | <b>0,45</b>    |
| PM <sub>2,5</sub>      | 0,0423         | 0,9            | 0,45           |

Considerando la tipologia di materiali trattati, sono stati attribuiti ai coefficienti i valori relativi alle PM<sub>10</sub>.

Sostituendo i valori di cui sopra all'Equazione 10, otteniamo:

### Equazione 11

$$EF_i(kg/km) = 0,423 * \left(\frac{8,4}{12}\right)^{0,9} * \left(\frac{25}{3}\right)^{0,45} = 0,7967$$

Considerando l'effetto delle precipitazioni ordinarie annuali (n.110 giorni/anno) e l'effetto della bagnatura delle piste (n.140 giorni/anno), è ragionevole ipotizzare che il valore del fattore si possa abbattere del 68,5%, rappresentativo del periodo durante il quale le piste sono mantenute umide.

### Equazione 12

$$EF_i(kg/km)_{corretto} = 31,5\% di EF_i(kg/km) = 0,7967 * 0,315 = 0,251(kg/km)$$

Il fattore emissivo, quindi, andrà moltiplicato per la velocità di transito dei mezzi sulle piste non asfaltate secondo l'equazione

### Equazione 13

$$E_i(g/h) = EF_i(kg/km) \times \text{velocità transito (km/h)} \times 1000(g/kg)$$

### Dati di input calcolo velocità di transito

Il calcolo della velocità di transito degli automezzi è stato effettuato partendo dai quantitativi di materiale che vengono trasportati dagli automezzi e dal loro peso medio.

Il peso medio del veicolo è stato calcolato facendo una stima di tutti i mezzi in ingresso in ciascuna cava e abbiano trasportato l'intero quantitativo di materiale escavato (blocchi e detriti) percorrendo la medesima strada in ingresso ed in uscita.

Distribuendo tale attività su tutto l'anno, per ciascuna cava, a seconda dei quantitativi di materiale da allontanare sono stati stimati il numero di mezzi necessari e la loro velocità di transito.

**Tabella 19 - Dati di calcolo velocità automezzi – transito su strade non asfaltate**

|                                                              | UM              | cava 66      | cava 67    | cava 68    | cava 70  | cava 102   | cava 103     | cava 105-106 |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|------------|----------|------------|--------------|--------------|
| tonnellate annue scavate e trasportate                       | Mg              | 32.120,4     | 86.326,76  | 134.425,2  | 74.412   | 176.007    | 49.920       | 112.320      |
| Materiale trasportato per singolo automezzo                  | Mg              | 30           |            |            |          |            |              |              |
| Peso automezzo vuoto                                         | Mg              | 10           |            |            |          |            |              |              |
| Peso medio automezzo (vuoto/carico)                          | Mg              | 25           |            |            |          |            |              |              |
| Numero transiti camion trasporto materiale - ingresso+uscita | transiti/giorno | 10           | 24         | 36         | 20       | 48         | 14           | 30           |
| Lunghezza tragitto (km)                                      | km              | 1,5          | 0,8        | 1,6        | 1,2      | 0,9        | 0,5          | 1            |
| Ore lavorative (trasporto)                                   | ore/anno        | 2.000        |            |            |          |            |              |              |
| Numero corse/ora                                             | corse/h         | 1,25         | 3          | 4,5        | 2,5      | 6          | 1,75         | 3,75         |
| Lunghezza tragitto complessiva giornaliera (km/giorno)       | km/giorno       | 15           | 19,2       | 57,6       | 24       | 43,2       | 7            | 30           |
| <b>Velocità media giornaliera</b>                            | <b>km/h</b>     | <b>1,875</b> | <b>2,4</b> | <b>7,2</b> | <b>3</b> | <b>5,4</b> | <b>0,875</b> | <b>3,75</b>  |

Applicando i valori calcolati all'Equazione 13, per ciascuna cava otteniamo i risultati indicati in tabella.

**Tabella 20 - Risultati di calcolo rateo del transito mezzi (H)**

|          | Operazione                                | Riferimento                         | UM    | Fattore di emissione | Cava    | UM   | Velocità media automezzi in transito | UM  | Emissione media oraria (g/h) |
|----------|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------|----------------------|---------|------|--------------------------------------|-----|------------------------------|
| <b>H</b> | Transito automezzi su piste non asfaltate | 1.5, relazione (6) 13.2.2 "Unpaved" | kg/km | <b>0,251</b>         | cava 66 | km/h | 1,88                                 | g/h | <b>470,7</b>                 |
|          |                                           |                                     |       |                      | cava 67 | km/h | 2,40                                 | g/h | <b>602,4</b>                 |
|          |                                           |                                     |       |                      | cava 68 | km/h | 7,20                                 | g/h | <b>1.807,3</b>               |

|  | Operazione | Riferimento | UM | Fattore di emissione | Cava                | UM   | Velocità media automezzi in transito | UM  | Emissione media oraria (g/h) |
|--|------------|-------------|----|----------------------|---------------------|------|--------------------------------------|-----|------------------------------|
|  |            | Road" AP-42 |    |                      | <b>cava 70</b>      | km/h | 3,00                                 | g/h | <b>753,0</b>                 |
|  |            |             |    |                      | <b>cava 102</b>     | km/h | 5,40                                 | g/h | <b>1.355,5</b>               |
|  |            |             |    |                      | <b>cava 103</b>     | km/h | 0,88                                 | g/h | <b>219,6</b>                 |
|  |            |             |    |                      | <b>cava 105-106</b> | km/h | 3,75                                 | g/h | <b>941,3</b>                 |

## 6 RATEO EMISSIVO – RIEPILOGO DATI

I dati calcolati nel capitolo precedente sono riportati in un'unica tabella riepilogativa che indica il valore del rateo emissivo totale generato dall'intera attività estrattiva nel bacino di Calocara – Bettogli.

Per ciascuna cava, quindi, è stato calcolato il singolo contributo generato dall'intera attività e riportato nella Tabella 22 - Riepilogo contributi al rateo emissivo delle singole cave

**Tabella 21 - Riepilogo dati di calcolo Rateo Emissivo**

|          | Operazione              | Riferimento                                                            | Descrizione operazione ed eventuali sistemi di mitigazione                                                                                                                                                                            | UM                | Fattore di emissione | Cava         | UM             | Quantità | UM  | Emissione media oraria (g/h) |
|----------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|----------------|----------|-----|------------------------------|
| <b>A</b> | Scotico superficiale    | SCC 3-05-010-36                                                        | Ipotizzato cautelativamente che il materiale sottoposto a scotico superficiale fosse il 50% dei volumi scavati                                                                                                                        | kg/m <sup>3</sup> | <b>0,002911</b>      | cava 66      | m <sup>3</sup> | 6.177    | g/h | 8,0                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 67      | m <sup>3</sup> | 16.601   | g/h | 21,6                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 68      | m <sup>3</sup> | 25.851   | g/h | 33,6                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 70      | m <sup>3</sup> | 14.310   | g/h | 18,6                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 102     | m <sup>3</sup> | 33.848   | g/h | 44,0                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 103     | m <sup>3</sup> | 9.600    | g/h | 12,5                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 105-106 | m <sup>3</sup> | 21.600   | g/h | 28,1                         |
| <b>B</b> | Frantumazione fine      | SCC 3-05-020-05                                                        | Il taglio con filo (frantumazione secondaria) è calcolato sull'intero quantitativo di detriti. Il fattore è stato considerato con sistema di mitigazione per lo svolgimento delle operazioni ad acqua                                 | Kg/Mg             | <b>0,0075</b>        | cava 66      | Mg             | 23.780   | g/h | 79,6                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 67      | Mg             | 63.907   | g/h | 214,0                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 68      | Mg             | 99.425   | g/h | 332,9                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 70      | Mg             | 55.012   | g/h | 184,2                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 102     | Mg             | 130.207  | g/h | 436,0                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 103     | Mg             | 36.920   | g/h | 123,6                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 105-106 | Mg             | 83.120   | g/h | 278,3                        |
|          | Frantumazione terziaria | SCC 3-05-020-03                                                        | Il taglio con catena (frantumazione terziaria) è calcolato sull'intero quantitativo di detriti. Il fattore è stato considerato con sistema di mitigazione per lo svolgimento delle operazioni ad acqua e/o con aspiratori localizzati | Kg/Mg             | <b>0,0012</b>        | cava 66      | Mg             | 23.780   | g/h | 12,7                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 67      | Mg             | 63.907   | g/h | 34,2                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 68      | Mg             | 99.425   | g/h | 53,3                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 70      | Mg             | 55.012   | g/h | 29,5                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 102     | Mg             | 130.207  | g/h | 69,8                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 103     | Mg             | 36.920   | g/h | 19,8                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 105-106 | Mg             | 83.120   | g/h | 44,5                         |
| <b>C</b> | Movimentazione detriti  | 1.3, relazione (3) 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" AP-42 | La movimentazione verrà effettuata con ribaltamento graduale del materiale                                                                                                                                                            | Kg/Mg             | <b>0,00015</b>       | cava 66      | Mg             | 23.780   | g/h | 1,5                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 67      | Mg             | 63.907   | g/h | 4,1                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 68      | Mg             | 99.425   | g/h | 6,4                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 70      | Mg             | 55.012   | g/h | 3,6                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 102     | Mg             | 130.207  | g/h | 8,4                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 103     | Mg             | 36.920   | g/h | 2,4                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 105-106 | Mg             | 83.120   | g/h | 5,4                          |
| <b>D</b> | Vagliatura detriti      | SCC 3-05-020-02, 03                                                    | L'operazione di vagliatura consiste nel posizionamento dei detriti su una griglia inclinata fissa. Al di sotto della quale cade il materiale fine e il materiale grossolano scivola a lato.                                           | Kg/Mg             | <b>0,0043</b>        | cava 66      | Mg             | 23.780   | g/h | 45,6                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 67      | Mg             | 63.907   | g/h | 122,7                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 68      | Mg             | 99.425   | g/h | 190,9                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 70      | Mg             | 55.012   | g/h | 105,6                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 102     | Mg             | 130.207  | g/h | 250,0                        |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 103     | Mg             | 36.920   | g/h | 70,9                         |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 105-106 | Mg             | 83.120   | g/h | 159,6                        |
| <b>E</b> | Formazione cumuli       | 1.3, relazione (3) 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" AP-42 | Ipotizzato che tutti i detriti, ad eccezione dei blocchi, comprensivo il cocciame vengono accumulati temporaneamente in sito                                                                                                          | Kg/Mg             | <b>0,00015</b>       | cava 66      | Mg             | 23.780   | g/h | 1,5                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 67      | Mg             | 63.907   | g/h | 4,1                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 68      | Mg             | 99.425   | g/h | 6,4                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 70      | Mg             | 55.012   | g/h | 3,6                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 102     | Mg             | 130.207  | g/h | 8,4                          |
|          |                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                      | cava 103     | Mg             | 36.920   | g/h | 2,4                          |

|                                                        | Operazione                                | Riferimento                                               | Descrizione operazione ed eventuali sistemi di mitigazione                                                                                                                          | UM                | Fattore di emissione | Cava         | UM       | Quantità | UM  | Emissione media oraria (g/h) |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|----------|----------|-----|------------------------------|
|                                                        | Posizionamento in ravaneto                | SCC 3-05-010-36                                           | Altezza salto del ravaneto: 200m.<br>Umidità del materiale stimata al 30% considerato il sistema di nebulizzazione                                                                  | Kg/Mg             | 0,0318               | cava 105-106 | m³       | 216.112  | g/h | 3.065,6                      |
| F                                                      | Erosione dal vento dei cumuli             | 1.4, relazione (5) 13.2.5 "industrial Wind Erosion" AP-42 | Sono stati considerati cumuli di eguali dimensioni pari a circa 256 m³- diametro 14m altezza 5m. i cumuli sono distribuiti in tutte le cave proporzionalmente al materiale scavato. | kg/m² cumuli alti | 0,0000079            | cava 66      | movh x a | 569      | g/h | 4,5                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 67      | movh x a | 1.530    | g/h | 12,1                         |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 68      | movh x a | 2.380    | g/h | 18,8                         |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 70      | movh x a | 1.317    | g/h | 10,4                         |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 102     | movh x a | 3.117    | g/h | 24,6                         |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 103     | movh x a | 884      | g/h | 7,0                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 105-106 | movh x a | 1.990    | g/h | 15,7                         |
| G                                                      | Carico materiale detritico su automezzi   | SCC 3-05-020-31                                           | Il carico è effettuato con ribaltamento graduale del materiale                                                                                                                      | Kg/Mg             | 0,000008             | cava 66      | Mg       | 23.780   | g/h | 0,1                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 67      | Mg       | 63.907   | g/h | 0,3                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 68      | Mg       | 99.425   | g/h | 0,4                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 70      | Mg       | 55.012   | g/h | 0,2                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 102     | Mg       | 130.207  | g/h | 0,5                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 103     | Mg       | 36.920   | g/h | 0,1                          |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 105-106 | Mg       | 83.120   | g/h | 0,3                          |
| H                                                      | Transito automezzi su piste non asfaltate | 1.5, relazione (6) 13.2.2 "Unpaved Road" AP-42            | Il calcolo tiene conto di sistemi di irrigazione che garantiscono la bagnatura per 250 giorni/anno comprensivi dei giorni di precipitazione naturale                                | kg/km             | 0,251                | cava 66      | km/h     | 1,88     | g/h | 470,7                        |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 67      | km/h     | 2,40     | g/h | 602,4                        |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 68      | km/h     | 7,20     | g/h | 1.807,3                      |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 70      | km/h     | 3,00     | g/h | 753,0                        |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 102     | km/h     | 5,40     | g/h | 1.355,5                      |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 103     | km/h     | 0,88     | g/h | 219,6                        |
|                                                        |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      | cava 105-106 | km/h     | 3,75     | g/h | 941,3                        |
| Rateo Emissivo Totale Bacino Calocara – Bettogli (g/h) |                                           |                                                           |                                                                                                                                                                                     |                   |                      |              |          |          | g/h | 12.392,9                     |

Tabella 22 - Riepilogo contributi al rateo emissivo delle singole cave

|                                 |              |                |     |         |
|---------------------------------|--------------|----------------|-----|---------|
| Rateo emissivo per singola cava | cava 66      | rateo emissivo | g/h | 624,4   |
|                                 | cava 67      | rateo emissivo | g/h | 1.015,5 |
|                                 | cava 68      | rateo emissivo | g/h | 2.450,0 |
|                                 | cava 70      | rateo emissivo | g/h | 1.108,7 |
|                                 | cava 102     | rateo emissivo | g/h | 2.197,2 |
|                                 | cava 103     | rateo emissivo | g/h | 458,3   |
|                                 | cava 105-106 | rateo emissivo | g/h | 4.538,8 |

## 7 RECETTORI

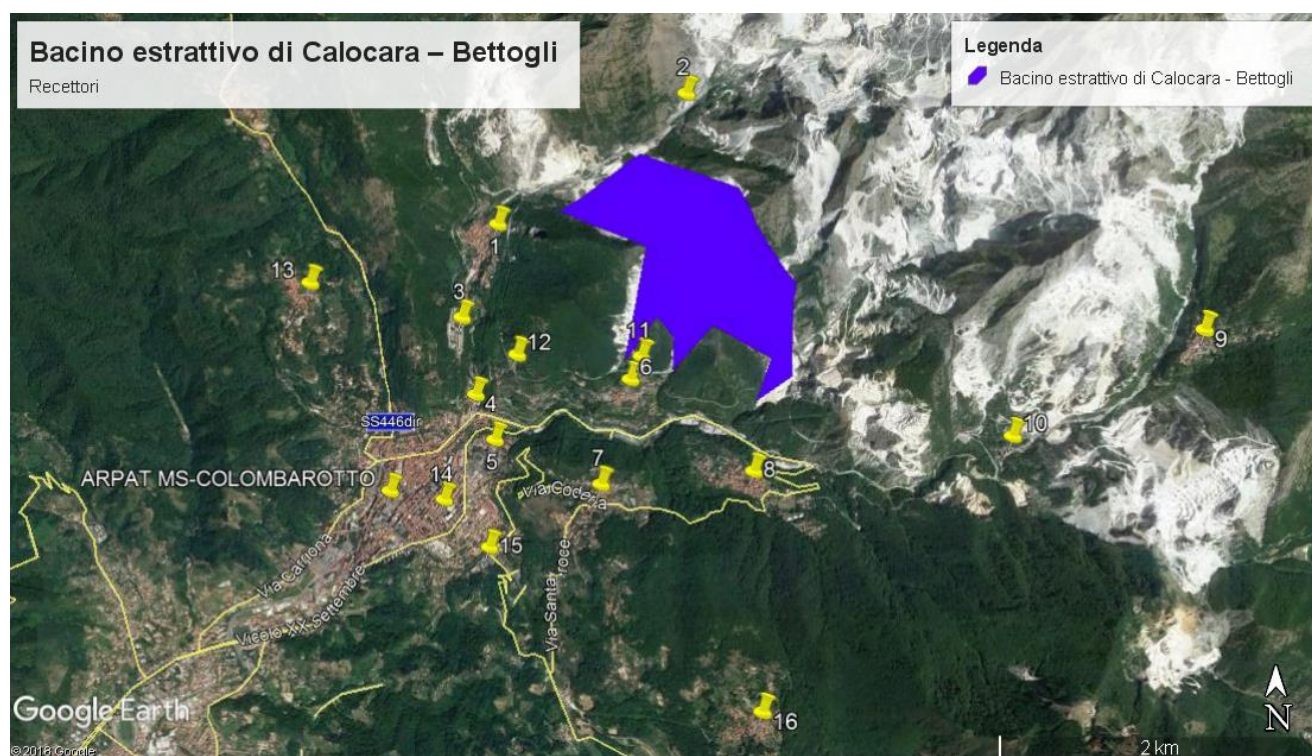
Nella tabella seguente tabella sono riportati i ricettori discreti per i quali sono stati svolti i calcoli.

**Tabella 23 - elenco recettori discreti**

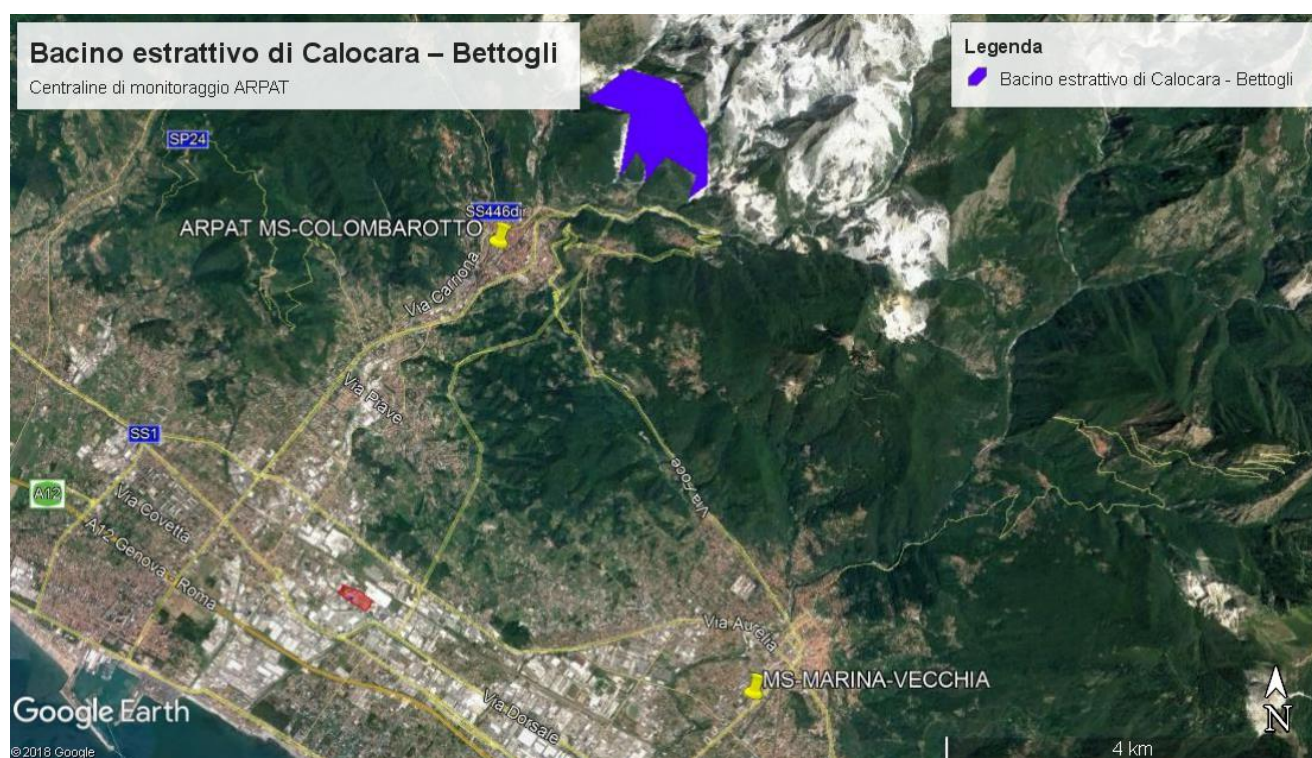
| Postazione | Descrizione                                                                             | Coordinate UTM |          | Quota<br>orografica da<br>CALMET<br>(m) |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|-----------------------------------------|
|            |                                                                                         | X<br>(m)       | Y<br>(m) |                                         |
| 1          | Abitato di Torano                                                                       | 588455         | 4882686  | 219                                     |
| 2          | Impianto industriale lungo Via<br>Torano Piastra                                        | 589570         | 4883458  | 344                                     |
| 3          | Cimitero Carrara                                                                        | 588242         | 4882128  | 143                                     |
| 4          | Abitazioni fondovalle tra Via per<br>Colonnata e Torano                                 | 588323         | 4881668  | 127                                     |
| 5          | Ospedale Carrara                                                                        | 588447         | 4881398  | 144                                     |
| 6          | Abitato di Miseglia                                                                     | 589262         | 4881770  | 210                                     |
| 7          | Abitato di Codena                                                                       | 589097         | 4881150  | 285                                     |
| 8          | Abitato di Bedizzano                                                                    | 589998         | 4881240  | 295                                     |
| 9          | Abitato di Colonnata                                                                    | 592525         | 4882092  | 546                                     |
| 10         | Via per Colonnata fondovalle                                                            | 591483         | 4881472  | 447                                     |
| 11         | Abitato di Miseglia presso gruppo di<br>abitazioni lungo Via Carriona per<br>Ravaccione | 589327         | 4881906  | 253                                     |
| 12         | Gruppo di abitazioni lungo Via<br>Carriona per Ravaccione tra Torano<br>e Miseglia      | 588588         | 4881908  | 220                                     |
| 13         | Abitato di Sorgnano                                                                     | 587361         | 4882314  | 234                                     |
| 14         | Centro abitato di Carrara                                                               | 588142         | 4881034  | 110                                     |
| 15         | Carrara presso centro Don<br>Minzoni/ASL                                                | 588421         | 4880752  | 145                                     |
| 16         | Abitato di Bergiola                                                                     | 590049         | 4879890  | 496                                     |

Nelle figure seguenti è riportata la distribuzione spaziale dei recettori discreti e delle stazioni di rilevamento di qualità dell'aria di ARPAT.

**Figura 2 - Ubicazione recettori – vista generale**



**Figura 3 – Ubicazione centraline di monitoraggio Arpat Colombarotto e Marina Vecchia**



## 8 MODELLO CALPUFF

Per valutare la ricaduta degli inquinanti al suolo è stato utilizzato MMS.Calpuff (vers. 1.9.3.2) programma di gestione del noto modello a puff CALPUFF sviluppato da Earth Tech inc..

Il modello CALPUFF è un modello gaussiano non stazionario che simula la diffusione di inquinanti attraverso il rilascio di una serie continua di puff seguendone la traiettoria in base alle condizioni meteorologiche. Il modello è raccomandato dall'EPA (modelli per la qualità dell'aria.) ed è stato sviluppato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e dell'EPA. Il modello contiene formulazioni per la modellistica della dispersione, il trasporto e la rimozione secca e umida di inquinanti in atmosfera al variare delle condizioni meteorologiche considerando l'impatto con il terreno e alcuni semplici schemi di trasformazioni chimiche.

Il sistema CALPUFF è composto da tre componenti principali che costituiscono il pre-processore dei dati meteo (CALMET), il modello di calcolo vero e proprio (CALPUFF) e il post-precessore dei risultati (CALPOST).

Sebbene sia possibile utilizzare CALPUFF anche con dati meteorologici orari relativi ad una singola stazione presente sul territorio il modello è stato progettato per essere utilizzato con campi meteorologici variabili su tutto il dominio di calcolo sia orizzontale che verticale.

Il preprocessore CALMET ricostruisce questi campi meteorologici tridimensionali utilizzando dati al suolo, dati profilometrici e dati orografici e di uso suolo al fine per considerare gli effetti del terreno sulla variazione dei campi meteorologici e di conseguenza sulla diffusione di inquinanti.

### 8.1 CARATTERISTICHE DI MMS CALPUFF

(MMS Calpuff implementa la versione 6.42 del modello)

Il programma è pensato per facilitare l'utilizzo di questo complesso sistema modellistico, NON è richiesta la gestione del preprocessore meteorologico CALMET.

Se le dimensioni e le caratteristiche dell'area di studio lo richiedono Maind fornisce direttamente il file prodotto da CALMET utilizzato da CALPUFF come input meteorologico. L'utente non ha la necessità di conoscere il significato delle complesse opzioni necessarie per l'utilizzo di CALMET.

Gestione semplificata della configurazione del modello CALPUFF

L'interfaccia utente semplifica la preparazione della configurazione di CALPUFF e nasconde le opzioni più tecniche e complesse consentendo all'utente di concentrarsi sugli aspetti importanti e significativi del calcolo. Molti dati, soprattutto geografici sono importabili direttamente da Google Earth.

Il file di output prodotto da *MMS Calpuff* è perfettamente compatibile con **MMS.RunAnalyzer** (vers 2.6.1.0) il post processore sviluppato da Maind che consente di analizzare e visualizzare

i risultati prodotti da diversi modelli di calcolo consentendone una facile verifica rispetto ai limiti di legge relativamente al D.Lgs n° 155 del 13-08-2010.

Il programma analizza i file di output prodotti dal modello e valuta il superamento di valori di soglia relativamente a:

- concentrazioni medie orarie;
- concentrazione medie giornaliere sulle otto ore;
- concentrazione medie giornaliere;
- concentrazioni annuali;
- concentrazioni invernali;
- superamenti di valori di soglia per ore consecutive.

***Il programma valuta anche il numero di superamenti dal momento che spesso il D.Lgs n° 155 del 13-08-2010 prevede un numero massimo di superamenti ammessi.***

**Come già accennato il modello permette di considerare l'orografia dell'area.**

## 9 DATI ORARI METEOROLOGICI UTILIZZATI NEL MODELLO

I calcoli sono stati eseguiti assegnando come dato input meteorologico un file meteo 3D in formato CALMET 6.42 relativo al 2016, elaborato dalla MAIND S.r.L.. Il dettaglio del report è riportato in allegato. **I dati sono stati ricostruiti su un'area di dimensione 7 Km x 7 Km con risoluzione orizzontale 200 m e risoluzione verticale (quota livelli verticali) 0, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 4000 m sul livello del suolo.**

Sono stati utilizzati in input i dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO presenti nell'area come indicato nell'immagine seguente ed anche i dati strumentali rilevati da due stazioni meteo del SIR, "Candia Scurtarola" (TOS11000027) e Carrara (TOS11000028) e dalla stazione meteo di Livorno appartenente alla rete Mareografica Nazionale.

Nella ricostruzione del campo meteo non sono stati utilizzati i dati meteo delle stazioni SIR TOS11000028 – Carrara perché di qualità assai dubbia (la stazione é da tempo fuori manutenzione in previsione della dismissione e sostituzione, con la stazione TOS01004007 - Avenza,) ed i dati della stazione TOS11000029 - Campocecina in quanto di scarsa qualità.

Figura 4 - stazioni meteo SYNOP ICAO, SIR



**Figura 5 - reticolo di ricostruzione dati meteo e orografici CALMET**



La ricostruzione tridimensionale del campo meteo orario è stata fatta considerando le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area in esame.

I valori di orografia utilizzati sono stati estratti dal DTM NASA SRTM3 mentre i valori di uso del suolo sono stati ottenuti dal Corine Land Cover 2000.

Il reticolo di calcolo utilizzato ha dimensioni 5,6 Km x 5,6 Km con passo 100 m avente origine nel punto di coordinate: 587192 mN, 4879314 mE.

## 10 VALORI DI QUALITÀ DELL'ARIA

Come valori di qualità dell'aria sono stati presi a riferimento quelli rilevati dalle seguenti centraline:

1. MS-MARINA-VECCHIA: stazione urbana di traffico Coordinate (Gauss Boaga Fuso Est): N:4875968 - E:1590801 - Comune: MASSA. In questa stazione sono rilevate le concentrazioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. Sono disponibili i valori medi giornalieri rilevati giorno per giorno nel corso del 2016;
2. MS-COLOMBAROTTO: stazione urbana di fondo Coordinate (Gauss Boaga Fuso Est): N:4881079 - E:1587811 - Comune: CARRARA. In questa stazione sono rilevate le concentrazioni giornaliere delle PM<sub>10</sub>

Nella seguente tabella sono riportati i valori di concentrazione rilevati dalle due centraline.

**Tabella 24 - Dati centraline monitoraggio qualità aria**

| Inquinante        | Stazione          | Concentrazione media annua (ug/m <sup>3</sup> ) | Massima concentrazione giornaliera (ug/m <sup>3</sup> ) | 90,4 percentile | N° superamenti |
|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| PM <sub>10</sub>  | MS-COLOMBAROTTO   | 21,3                                            | 68                                                      | 33,7            | 13             |
| PM <sub>10</sub>  | MS-MARINA-VECCHIA | 21,8                                            | 93                                                      | 33,0            | 19             |
| PM <sub>2.5</sub> |                   | 13,5                                            | -                                                       | -               | -              |

Le due centraline hanno rilevato livelli di concentrazione medi annuali e del 98° percentile simili.

Cautelativamente come valore di fondo di qualità dell'aria verranno utilizzati i dati rilevati dalla centralina MS-MARINA-VECCHIA che presenta le concentrazioni giornaliere massime ed il numero di superamenti del valore soglia giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> maggiori.

Per il calcolo del contributo dei valori di fondo è stato impiegato per il calcolo dei valori orari, giornalieri e di percentile il metodo B (somma dei quadrati) suggerito dall'UK-EA (UK-EA, "The Addition of Background Concentrations to Modelled Contributions from Discharge Stacks", Research and Development, Technical Report P361, 2000:

<https://www.gov.uk/government/publications/the-addition-of-backgroundconcentrations-to-modelled-contributions-from-discharge-stacks>).

## 11 VALUTAZIONE EFFETTO BUILDING DOWNWASH

Le sorgenti emissive sono assunte tipo areale e pertanto l'effetto di building downwash non può essere calcolato.

## 12 DATI DI INPUT

Nelle tabelle seguenti sono riportate per ciascuna cava, l'estensione ed il rateo emissivo espresso in g/s.

Tali valori sono utilizzati come dati di input nel modello MMSCALPUFF.

**Tabella 25 - estensione ed il rateo emissivo espresso in g/s**

|                                        | <b>cava</b>    | <b>Estensione<br/>(m<sup>2</sup>)</b> | <b>rateo emissivo<br/>(g/s)</b> |
|----------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Rateo emissivo per singola cava</b> | <b>66</b>      | 69.308                                | 0,17                            |
|                                        | <b>67</b>      | 92.201                                | 0,28                            |
|                                        | <b>68</b>      | 145.525                               | 0,68                            |
|                                        | <b>70</b>      | 19.286                                | 0,31                            |
|                                        | <b>102</b>     | 156.056                               | 0,61                            |
|                                        | <b>103</b>     | 22.031                                | 0,13                            |
|                                        | <b>105-106</b> | 191.398                               | 1,26                            |

## 13 Risultati simulazioni short term con sequenze di dati orari

Nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati delle simulazioni.

### 13.1 PM<sub>10</sub>

Nelle seguenti tabelle sono illustrati i risultati delle simulazioni condotte per determinare le concentrazioni di PM<sub>10</sub>.

Sono riportati i valori di picco su 24h, il 90.4° percentile annuo delle concentrazioni giornaliere ed il valore medio annuo.

Viene valutato il contributo del livello di fondo con i dati rilevati dalla stazione urbana di traffico di **MS-MARINA-VECCHIA**.

Tabella 26 - valori di concentrazione delle PM<sub>10</sub>

|       | SOLO IMPIANTO                                                       |                                                                 |                                                                       | IMPIANTO + FONDO                                                    |                                                                 |                                                                       |                                                                                                                                                    |                                                                                                              |
|-------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Post. | PM <sub>10</sub><br>Valori di<br>picco 24 h<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub><br>90,4°<br>percentile<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub><br>Valori<br>medi<br>annuali<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub><br>Valori di<br>picco 24 h<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub><br>90,4°<br>percentile<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub><br>Valori<br>medi<br>annuali<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub> Limite giornaliero per la<br>protezione della popolazione (da<br>non superare più di 35 volte in<br>un anno) (µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub> Valore limite anno<br>civile per la protezione<br>della popolazione<br>(µg/m <sup>3</sup> ) |
| 1     | 3,3                                                                 | 1,41                                                            | 0,56                                                                  | 93,6                                                                | 34                                                              | 22,4                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 2     | 17,9                                                                | 8,12                                                            | 4,86                                                                  | 99,0                                                                | 38                                                              | 26,7                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 3     | 3,6                                                                 | 0,87                                                            | 0,32                                                                  | 93,4                                                                | 33                                                              | 22,1                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 4     | 4,5                                                                 | 0,70                                                            | 0,26                                                                  | 93,4                                                                | 33                                                              | 22,1                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 5     | 4,4                                                                 | 0,62                                                            | 0,24                                                                  | 93,4                                                                | 33                                                              | 22,0                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 6     | 2,4                                                                 | 0,93                                                            | 0,36                                                                  | 93,4                                                                | 33                                                              | 22,2                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 7     | 2,2                                                                 | 0,85                                                            | 0,29                                                                  | 93,3                                                                | 33                                                              | 22,1                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 8     | 1,5                                                                 | 0,52                                                            | 0,18                                                                  | 93,2                                                                | 33                                                              | 22,0                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 9     | 1,1                                                                 | 0,17                                                            | 0,07                                                                  | 93,1                                                                | 33                                                              | 21,9                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 10    | 5,1                                                                 | 0,30                                                            | 0,12                                                                  | 93,3                                                                | 33                                                              | 21,9                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 11    | 2,8                                                                 | 1,33                                                            | 0,51                                                                  | 93,5                                                                | 34                                                              | 22,3                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 12    | 5,0                                                                 | 1,03                                                            | 0,40                                                                  | 93,6                                                                | 33                                                              | 22,2                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 13    | 1,5                                                                 | 0,52                                                            | 0,19                                                                  | 93,2                                                                | 33                                                              | 22,0                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 14    | 2,9                                                                 | 0,42                                                            | 0,17                                                                  | 93,2                                                                | 33                                                              | 22,0                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 15    | 2,6                                                                 | 0,40                                                            | 0,15                                                                  | 93,2                                                                | 33                                                              | 21,9                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |
| 16    | 1,2                                                                 | 0,31                                                            | 0,10                                                                  | 93,1                                                                | 33                                                              | 21,9                                                                  | 50                                                                                                                                                 | 40                                                                                                           |

Nelle seguenti figure sono riportate le curve di concentrazione delle PM<sub>10</sub> (medie annuali, picchi giornalieri e numero di superamenti del valore soglia di 50 µg/m<sup>3</sup>).

Figura 6 - PM<sub>10</sub> concentrazioni medie annuali contributo solo bacino estrattivo

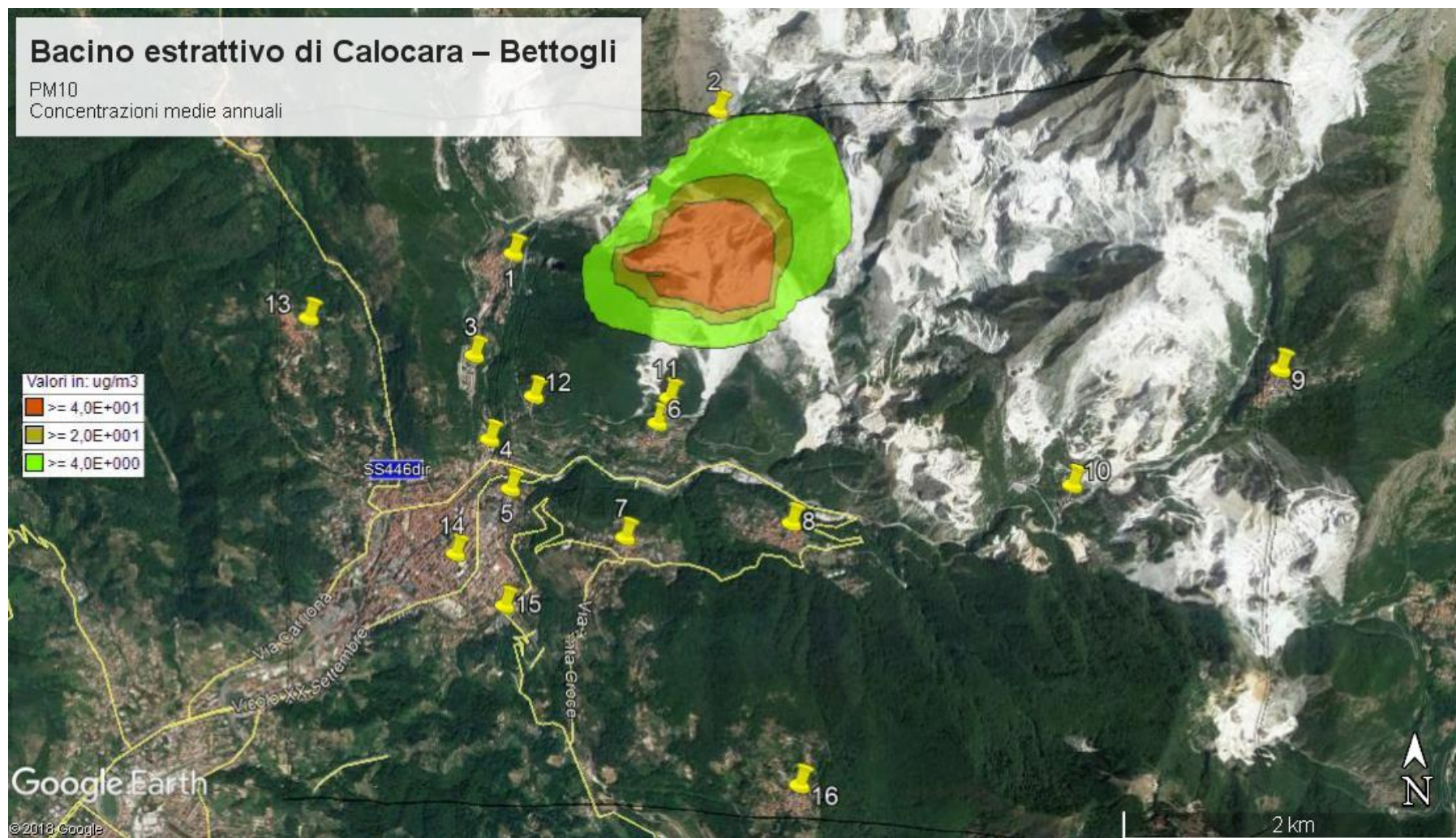
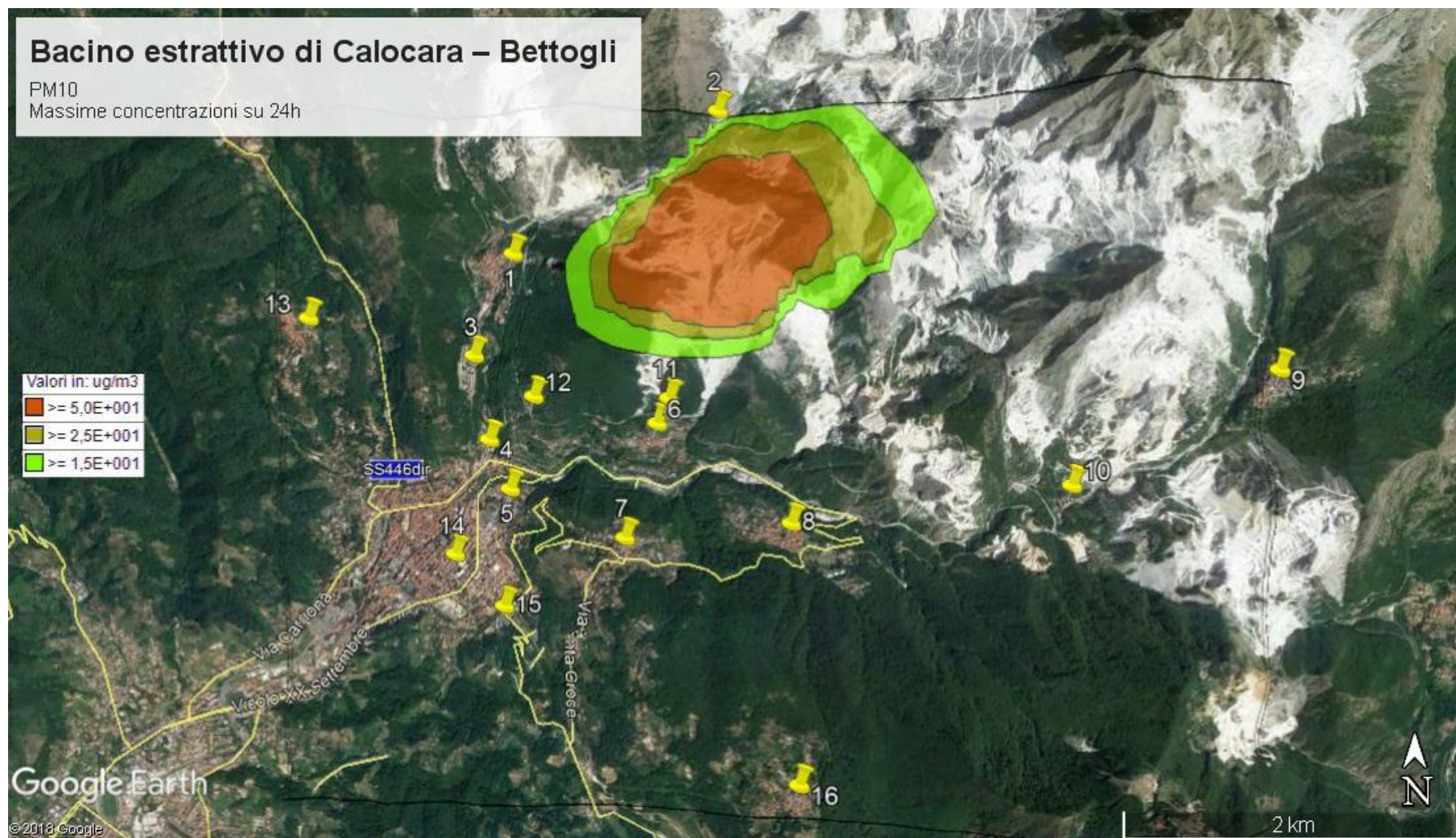
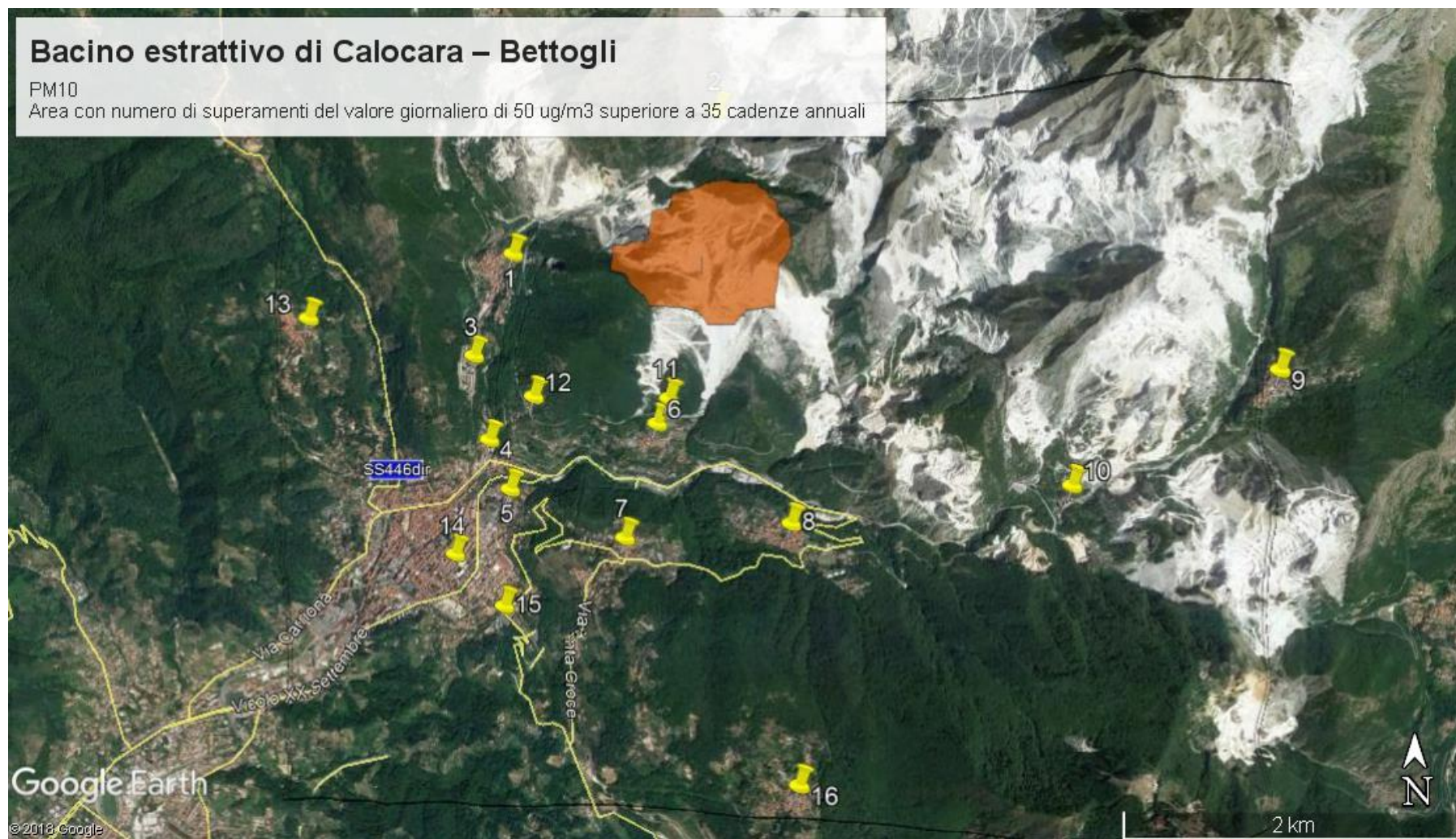


Figura 7 - PM<sub>10</sub> concentrazioni di picco giornaliere contributo solo bacino estrattivo



**Figura 8 - Numero di superamenti del valore di soglia di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  contribuito solo bacino estrattivo**



Le concentrazioni di picco giornaliere ed il 90,4° percentile prodotti dal solo bacino estrattivo sono su tutti i punti recettori inferiori al **valore limite giornaliero**.

Sommando al contributo del bacino estrattivo i valori di qualità dell'aria rilevati dalla centralina, è verificato il rispetto dei valori limite giornalieri.

I valori di picco di fondo risultano già di per sé assai significativi, circa  $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , per cui l'ulteriore contributo delle attività svolte all'interno del bacino estrattivo risulta poco significativo. Si osservano difatti incrementi di pochi  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Anche per il 90,4° percentile gli incrementi prodotti dall'impianto risultano poco significativi.

I valori medi annuali del solo impianto risultano più bassi di circa 1 ordine di grandezza rispetto al **valore limite annuale**, e se a questi sommiamo il valore medio rilevato dalla centralina di qualità dell'aria, si osserva sempre il rispetto dei valori medi annuali con ampio margine di sicurezza.

Per tutti i parametri (concentrazioni medie annuali, valori di picco sulle 24h, e 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere) gli incrementi prodotti dalle attività svolte all'interno del bacino estrattivo risultano poco significative e tali da non alterare la qualità dell'aria dell'ambiente circostante.

Osservando i grafici precedenti appare risulta che l'impatto delle attività sia circoscritto solo al bacino marmifero.

In particolare, dalla figura 5, risulta palese che il superamento dei valori di soglia di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e l'area in cui tali superamenti sono maggiori di 35 cadenze annue è limitato al solo bacino estrattivo non venendo in alcun modo ad interessare le aree circostanti.

## 13.2 PM<sub>2.5</sub>

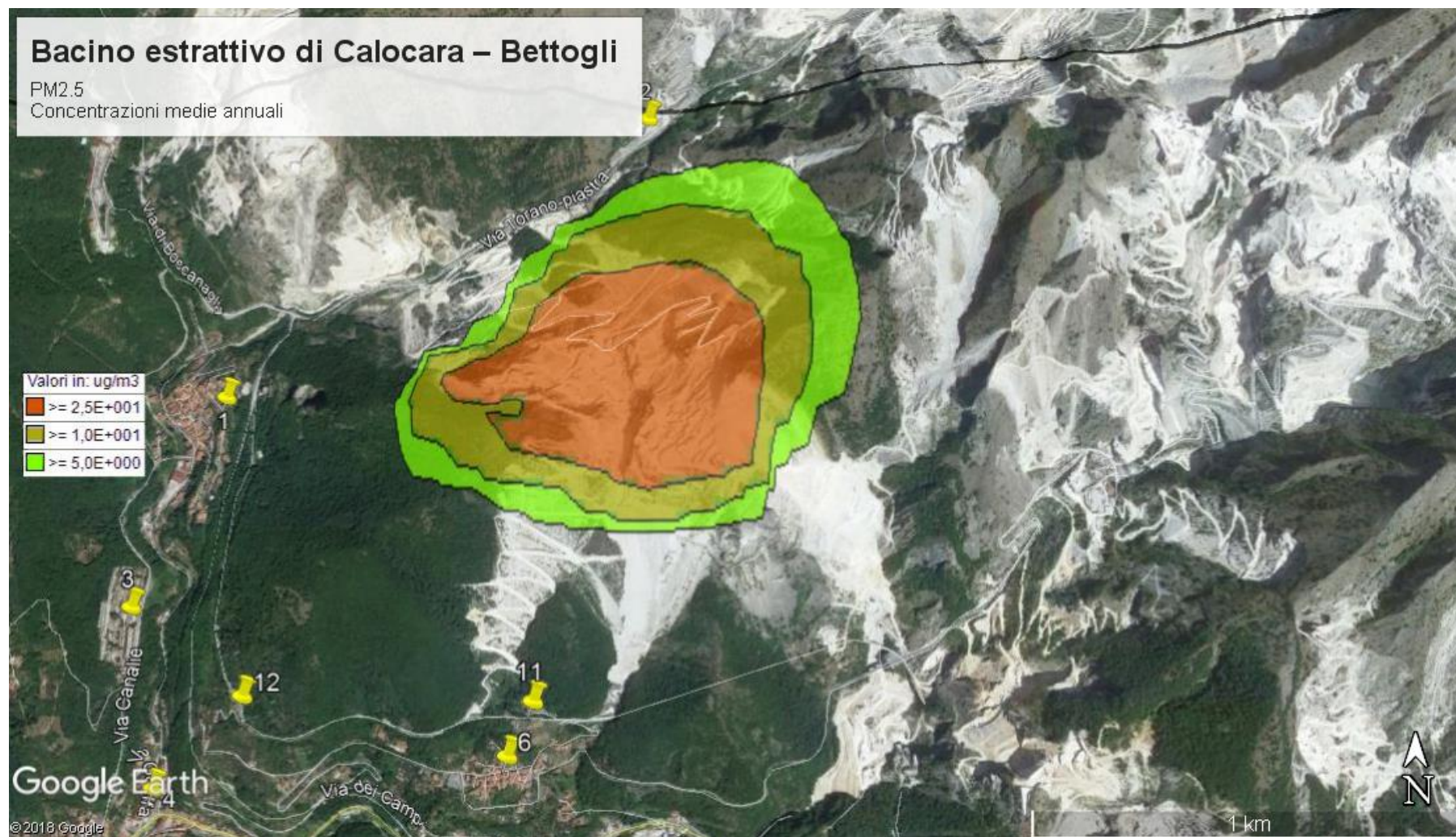
Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle simulazioni delle PM<sub>2.5</sub>.

Viene valutato il contributo del livello di fondo con i dati rilevati dalla stazione urbana di traffico di **MS-MARINA-VECCHIA**.

**Tabella 27 - Valori di concentrazione medie annuali calcolati di PM<sub>2.5</sub>**

|       | SOLO IMPIANTO                                                       | IMPIANTO + FONDO                                                    |                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Post. | PM <sub>10</sub><br>Valore medio<br>annuale<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub><br>Valore medio<br>annuale<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | PM <sub>10</sub> Valore limite anno civile per la protezione della<br>popolazione<br>(µg/m <sup>3</sup> ) |
| 1     | 0,3                                                                 | 13,8                                                                | 25                                                                                                        |
| 2     | 2,9                                                                 | 16,4                                                                | 25                                                                                                        |
| 3     | 0,2                                                                 | 13,7                                                                | 25                                                                                                        |
| 4     | 0,2                                                                 | 13,7                                                                | 25                                                                                                        |
| 5     | 0,1                                                                 | 13,6                                                                | 25                                                                                                        |
| 6     | 0,2                                                                 | 13,7                                                                | 25                                                                                                        |
| 7     | 0,2                                                                 | 13,7                                                                | 25                                                                                                        |
| 8     | 0,1                                                                 | 13,6                                                                | 25                                                                                                        |
| 9     | 0,0                                                                 | 13,5                                                                | 25                                                                                                        |
| 10    | 0,1                                                                 | 13,6                                                                | 25                                                                                                        |
| 11    | 0,3                                                                 | 13,8                                                                | 25                                                                                                        |
| 12    | 0,2                                                                 | 13,7                                                                | 25                                                                                                        |
| 13    | 0,1                                                                 | 13,6                                                                | 25                                                                                                        |
| 14    | 0,1                                                                 | 13,6                                                                | 25                                                                                                        |
| 15    | 0,1                                                                 | 13,6                                                                | 25                                                                                                        |
| 16    | 0,1                                                                 | 13,6                                                                | 25                                                                                                        |

Figura 9 - PM<sub>2.5</sub> concentrazioni medie annuali contributo solo bacino estrattivo



Per le  $PM_{2.5}$ , il contributo del solo impianto è inferiore ai valori limite di circa 1/2 ordini di grandezza.

Includendo il contributo dei valori di fondo delle  $PM_{2.5}$ , risulta un ampio rispetto dei valori limite.

Osservando che la differenza che intercorre tra le concentrazioni rilevate e quelle calcolate, e le ipotesi ampiamente cautelative utilizzate per determinare i ratei emissivi delle  $PM_{2.5}$  (pari al 60% delle  $PM_{10}$ ) è possibile affermare, che per questa tipologia di inquinante l'impatto del bacino estrattivo risulta ampiamente trascurabile.

Il grafico precedente indica che i valori più elevati delle concentrazioni medie annuali sono circoscritte solo al bacino marmifero.

In particolare, dalla figura 6, risulta evidente che il superamento dei valori di soglia di  $25 \mu g/m^3$  è ristretto solo al bacino estrattivo e che al di fuori di esso si ha un ampio rispetto del valore medio annuale considerando anche il contributo del livello di fondo.

## 14 PROPOSTA PUNTI DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI PRODOTTE DAL BACINO ESTRATTIVO

I risultati delle simulazioni indicano un ampio rispetto dei valori limite su tutti i recettori individuati per entrambi gli inquinanti analizzati.

Dai grafici ricavati risulta evidente che l'area di maggior contributo rimanga compresa entro i limiti del bacino estrattivo.

L'individuazione di una o più postazioni di monitoraggio delle polveri prodotte, può essere condotta sulla base delle seguenti osservazioni:

- i punti con maggiore impatto sono la postazione 1, 2 e 11.

La postazione 2 (Impianto industriale lungo Via Torano Piastra) non si ritiene del tutto idonea a valutare strumentalmente l'impatto delle attività svolte dal bacino estrattivo in quanto, pur presentando valori di concentrazioni non trascurabili, è posta lungo la strada di Torano-Piastra che durante tutto il periodo di riferimento diurno, e quindi durante lo svolgimento delle attività lavorative nel bacino estrattivo, risulta interessata da un intenso traffico di mezzi pesanti che potrebbero pregiudicare la rilevabilità del contributo del bacino. Inoltre si rileva che presso tale postazione non sono presenti recettori sensibili ma solo un'attività lavorativa legata alla lavorazione dei detriti di marmo.

Di maggiore interesse sono le **postazioni 1 (Abitato di Torano) e 11 (Abitato di Miseglia presso gruppo di abitazioni lungo Via Carriona per Ravaccione)**, per le quali i valori di concentrazioni del 90,4° percentile sono tra le più significative, ovvero superiori ad 1 µg/m<sup>3</sup> e quindi con almeno 35 giorni l'anno con concentrazioni medie giornaliere superiori ad 1 µg/m<sup>3</sup>.

Tali postazioni sono **rappresentative di recettori sensibili** in quanto la 1 è posta presso l'abitato di Torano e la 11 presso un gruppo di abitazioni di Miseglia poste lungo Via Carriona per Ravaccione, entrambe sono tra le **più vicine al bacino estrattivo**.

## 15 CONCLUSIONI E PROPOSTA DI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO E MITIGAZIONE E MIGLIORAMENTO

Lo studio condotto, svolto su ipotesi ampiamente cautelative, si rammenta infatti che non è stato considerata la deposizione secca ed umida, indica un pieno ed ampio rispetto dei valori limite di qualità dell'aria per le  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ .

L'impatto maggiore risulta limitato al solo bacino estrattivo, in quanto la quota più elevata rispetto ai recettori individuati e a tutte le aree abitate e sensibili presenti, permette un'importante e rapida diluizione delle concentrazioni.

Per tutti i parametri gli incrementi prodotti dalle attività svolte all'interno del bacino estrattivo risultano poco significative e tali da non alterare la qualità dell'aria dell'ambiente circostante.

Si ritiene pertanto che l'attività di estrazione condotta all'interno del bacino Calocara-Bettogli venga svolta nel rispetto dei limiti previsti dall'attuale normativa di qualità dell'aria.

I risultati ottenuti dal calcolo del rateo emissivo generato dall'attività estrattiva hanno dimostrato che le cave che operano all'interno del bacino di Calocara – Bettogli generano un' emissione polverulenta in concentrazioni significative che hanno previsto un approfondimento con la presentazione dello studio meteo diffusionale imposto su modello CALPUFF.

Come indicato nei capitoli precedenti, i risultati ottenuti dal modello rilevano che le ricadute delle emissioni diffuse generate dal bacino estrattivo Calocara – Bettogli consentono un pieno ed ampio rispetto dei valori limite di qualità dell'aria per le  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ .

Premesso che il calcolo del rateo emissivo sono stati basati su ipotesi cautelative che hanno fornito un rateo emissivo sovrastimato, escludendo in alcuni casi sistemi di mitigazione che le ditte già adottano.

In linea con le indicazioni progettuali già presentate dai progettisti, si ritiene di suggerire l'adozione dei seguenti accorgimenti operativi:

1. Umidificazione costante delle piste e dei piazzali con sistemi fissi e mobili di irrigazione e nebulizzazione;
2. Realizzazione interventi di progetto di pavimentazione delle strade;
3. Bagnatura del ravaneto della cava 105-106 durante le operazioni di posizionamento;
4. Velocità ridotte di transito di mezzi sulle aree non asfaltate;
5. Ribaltamenti graduali dei materiali detritici con le pale ed escavatori;
6. Esecuzione di tagli a secco previo utilizzo di aspiratori localizzati;
7. Pulizia delle piste e dei piazzali;
8. Manutenzione periodica dei sistemi di nebulizzazione e irrigazione;



**REGIONE TOSCANA**  
**Comune di Carrara**



## **BACINO ESTRATTIVO MARMIFERO DI CALOCARA – BETTOGLI**

**VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERE  
PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE,  
MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O  
ACCUMULO DI MATERIALI POLVERULENTI**

### **STUDIO METEO DIFFUSIONALE**

**Riferimento Normativo:**

**D.Lgs. n.152/06 Parte V** Emissioni in atmosfera

**ARPA Toscana** - Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti

**OTTOBRE 2018**

Rif. File RT-AD0609.AC.AL.AMB.docx

## **ALLEGATO**

### **REPORT FORNITURA DATI METEOROLOGICI IN FORMATO MMS CALPUFF – MAIND SRL – MILANO**

**Report fornitura dati meteorologici in formato MMS CALPUFF**

Località Bettogli - Calocara (MC)  
Coordinate (44.089881°N , 10.118532E )  
Periodo Anno 2016

**Caratteristiche del dominio richiesto:**

Origine SW x = 58614200 m E - y = 4879064.00 m N UTM fuso 32 – WGS84

Dimensioni orizzontali totali 7 km x 7 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



I dati forniti sono stati ricostruiti per l'area descritta attraverso un'elaborazione "mass consistent" effettuata con il modello meteorologico CALMET con la risoluzione indicata nella pagina precedente, dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale (vedere i file "elenco stazione superficie ICAO.pdf" e "elenco stazione radiosondaggi ICAO.pdf" allegati alla fornitura ).

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta; su questo campo meteo (STEP 1) vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteorologiche rilevate nelle stazioni di Candia Scurtarola e Carrara della rete regionale CFR-SIR della Toscana e della stazione mareografica di Livorno utilizzata per descrivere le caratteristiche del regime di brezza locale.

La stazione di Livorno, considerata attendibile anche per la costa di Carrara, è stata inserita all'interno del dominio di calcolo in una posizione "virtuale" adatta alla caratterizzazione delle temperature aria-acqua e dell'anemologia costiera.

Per informazioni più dettagliate sul funzionamento del preprocessore CALMET si deve fare riferimento alla documentazione originale del modello al seguente link  
([http://www.src.com/calpuff/download/MMS\\_Files/MMS2006\\_Volume2\\_CALMET\\_Preprocessors.pdf](http://www.src.com/calpuff/download/MMS_Files/MMS2006_Volume2_CALMET_Preprocessors.pdf))

Poiché il peso di ognuna di queste stazioni meteo usate nella ricostruzione del campo meteo è inversamente proporzionale alla distanza quadratica delle stazioni nell'immagine seguente vengono riportate le stazioni SYNOP-ICAO più vicine/significativa al sito richiesto.



## Uso dei dati 3D in MMSCalpuff

**Importazione dati:** dal navigatore di progetto selezionare

“Dominio → Importa → Dati CALMET”

oppure

“Dati meteo → Importa → Dati CALMET”

L'importazione dei dati CALMET 3D permette di importare nel progetto le caratteristiche geomorfologiche del dominio meteorologico

**NOTA:** i dati 3D forniti da MAIND sono georeferenziati in coordinate UTM Fuso 32; è possibile in fase di importazione riportare i dati mete al fuso geografico del progetto se differente da quello dei dati

## Analisi dei dati meteo 3D

Per visualizzare/analizzare il contenuto del file 3D fornito utilizzare l'utility “Rapporto” accessibile attraverso la voce “Dati meteo” del navigatore di progetto.

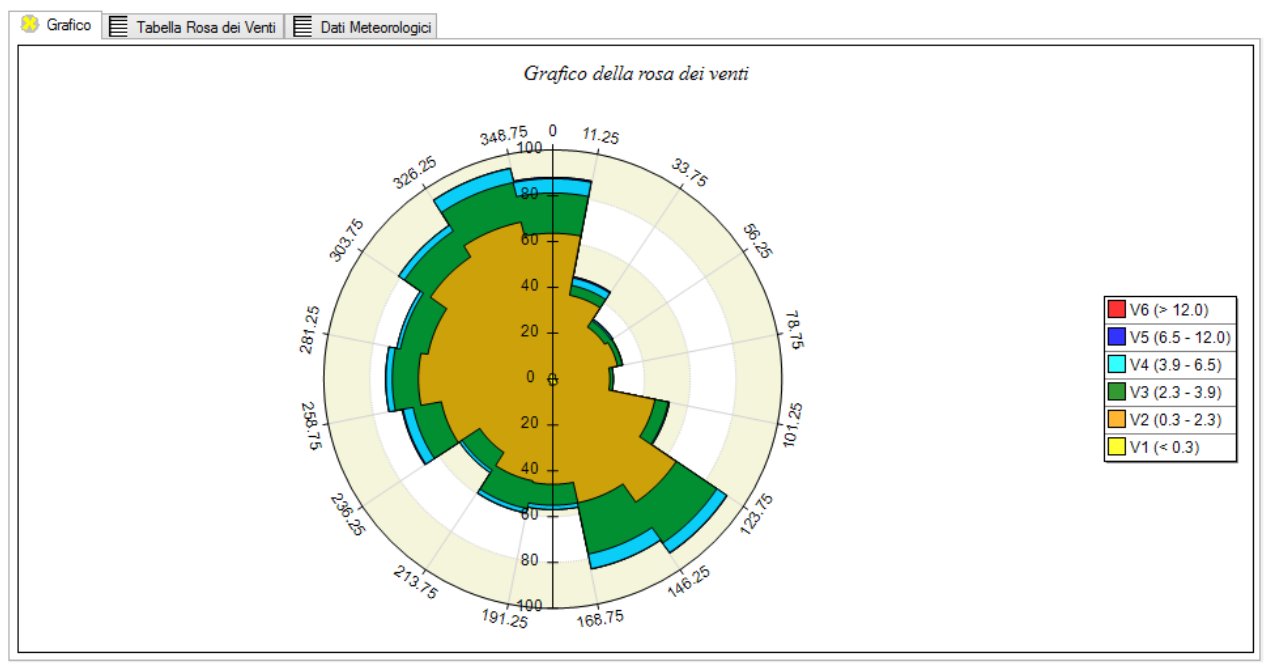
The screenshot shows the MMSCalpuff software interface. On the left is the 'Navigatore Progetto' (Project Navigator) showing a tree structure with 'Dominio' selected. On the right is the 'Dominio' tab, which contains a table of meteorological data. The table has two columns: 'Elemento' and 'Valore'.

| Elemento                            | Valore                                                                   |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipologia dati meteorologici</b> |                                                                          |
| Tipo dati meteo                     | Parametri Meteorologici calcolati su reticolo cartesiano (CALMET)        |
| <b>Informazioni generali</b>        |                                                                          |
| Calmet File                         | FIUMI.3dmet                                                              |
| Calmet File Dataset                 | Version: 2.1 (impronta= gjaPsvwEFH+GjqXeWaRI6PGC6E=)                     |
| Base Time Zone                      | UTC+0000                                                                 |
| Meteorological Grid                 | (Xo,Yo)=760550.0 X(m); 4620550.0 Y(m) 32N ; (Nx,Ny)=10 x 10; (Dx,Dy)=200 |
| Meteorological Grid Vertical Levels | 0 - 20 - 50 - 90 - 110 - 290 - 410 - 990 - 2010 - 2990 - 4010            |
| Periodo dei dati                    | 01/01/2013 00:00:00 <-> 01/01/2014 00:00:00                              |
| Ore totali                          | 8761                                                                     |

Specificando gli indici (i,j) della cella richiesta

The screenshot shows a dialog box titled 'Selezione punto di estrazione dati CALMET'. It contains a message: 'Questa finestra consente di selezionare il punto del dominio dove estrarre i dati meteorologici necessari per generare la rosa dei venti utilizzando l'utility PRTMET'. Below the message is a section titled 'Selezione del punto di estrazione'. It displays the domain information: 'Dominio: origine: 873700.0 X(m); 4576000.0 Y(m) 32N ; numero punti: 25 x 25; dimensione cella: 2000.0 DX(m) x 2000.0 DY(m)'. There are two input fields for 'Selezionare punto (i,j)': the first field contains '13' and the second field contains '18'. Below these fields, it shows the selected point: 'Punto selezionato (x,y): 13,1 (i,j); 898700.0 X(m); 4577000.0 Y(m); 3 Q(m)'. At the bottom right are 'Ok' and 'Annulla' buttons.

è possibile estrarre il grafico della rosa dei venti per la cella richiesta



la tabella dei valori orari delle principali variabili meteorologiche riferite sempre alla cella richiesta

Grafico   Tabella Rosa dei Venti   Dati Meteorologici

|   | Data             | Vel. vento (m/s) | Dir. vento (deg) | Temp. aria (K) | Stabilità | Rate Prec. (mm/hr) |
|---|------------------|------------------|------------------|----------------|-----------|--------------------|
| ▶ | 01/01/2014 00.00 | 2.4              | 346.13           | 281.15         | E         | 0                  |
|   | 01/01/2014 01.00 | 2.16             | 342.96           | 279.15         | E         | 0                  |
|   | 01/01/2014 02.00 | 1.98             | 336.35           | 279.15         | FG        | 0                  |
|   | 01/01/2014 03.00 | 1.94             | 335.93           | 278.15         | E         | 0                  |
|   | 01/01/2014 04.00 | 1.71             | 343.85           | 274.31         | FG        | 0                  |
|   | 01/01/2014 05.00 | 1.51             | 334.69           | 273.94         | FG        | 0                  |
|   | 01/01/2014 06.00 | 1.39             | 340.23           | 274.35         | FG        | 0                  |
|   | 01/01/2014 07.00 | 0.96             | 347.03           | 274.64         | C         | 0                  |
|   | 01/01/2014 08.00 | 0.82             | 6.06             | 277.93         | B         | 0                  |
|   | 01/01/2014 09.00 | 0.38             | 19.56            | 279.97         | B         | 0                  |
|   | 01/01/2014 10.00 | 0.54             | 41.58            | 282.84         | B         | 0                  |
|   | 01/01/2014 11.00 | 0.64             | 20.11            | 283.49         | B         | 0                  |
|   | 01/01/2014 12.00 | 0.32             | 28.17            | 284.76         | B         | 0                  |
|   | 01/01/2014 13.00 | 0.41             | 293.97           | 286.37         | C         | 0                  |
|   | 01/01/2014 14.00 | 0.33             | 283.45           | 286.36         | C         | 0                  |
|   | 01/01/2014 15.00 | 1.43             | 281.18           | 284.27         | C         | 0                  |
|   | 01/01/2014 16.00 | 1.08             | 301.93           | 281.46         | FG        | 0                  |
|   | 01/01/2014 17.00 | 0.93             | 349.43           | 280.34         | FG        | 0                  |
|   | 01/01/2014 18.00 | 0.84             | 310.68           | 282.15         | FG        | 0                  |
|   | 01/01/2014 19.00 | 1.09             | 323.87           | 281.15         | FG        | 0                  |

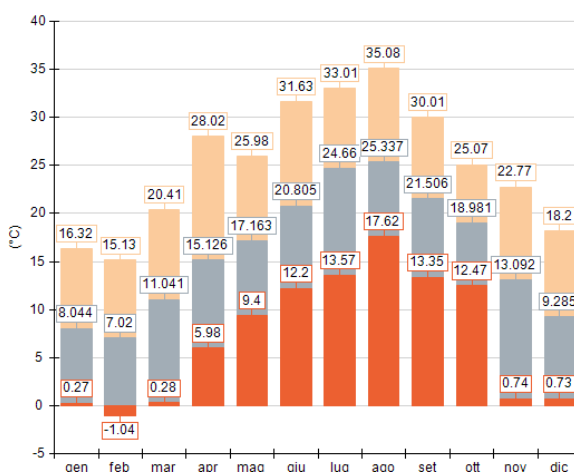
La tabella della rosa dei venti con le frequenze di accadimento velocità-direzione

I grafici mensili di temperatura e precipitazione

| Grafico Rosa dei Venti |               | Tabella Rosa dei Venti |                | Temperatura (°C) | Precipitazione (mm/hr) | Dati Meteorologici |                 |             |         |      |
|------------------------|---------------|------------------------|----------------|------------------|------------------------|--------------------|-----------------|-------------|---------|------|
| SECTORS                |               | V1 (< 0.3)             | V2 (0.3 - 0.5) | V3 (0.5 - 2.3)   | V4 (2.3 - 3.9)         | V5 (3.9 - 6.5)     | V6 (6.5 - 12.0) | V7 (> 12.0) | Totale  | Vmed |
| ►                      | 348.8 - 11.3  | 1.26                   | 0.91           | 33.56            | 17.01                  | 9.47               | 6.74            | 0.11        | 69.06   | 2.95 |
|                        | 11.3 - 33.8   | 1.48                   | 1.14           | 40.98            | 19.06                  | 10.73              | 5.82            | 0.23        | 79.45   | 2.81 |
|                        | 33.8 - 56.3   | 0.23                   | 1.71           | 46.35            | 35.39                  | 9.59               | 0.57            | 0.11        | 93.95   | 2.44 |
|                        | 56.3 - 78.8   | 0.68                   | 0.46           | 61.53            | 39.61                  | 6.51               | 0.68            | 0.00        | 109.47  | 2.28 |
|                        | 78.8 - 101.3  | 0.00                   | 0.80           | 32.31            | 49.89                  | 7.88               | 0.57            | 0.00        | 91.44   | 2.65 |
|                        | 101.3 - 123.8 | 0.23                   | 0.46           | 13.70            | 15.64                  | 11.19              | 3.20            | 0.00        | 44.41   | 3.31 |
|                        | 123.8 - 146.3 | 0.11                   | 0.46           | 9.02             | 17.24                  | 17.24              | 16.32           | 0.57        | 60.96   | 4.88 |
|                        | 146.3 - 168.8 | 0.11                   | 0.11           | 9.93             | 10.27                  | 20.21              | 10.96           | 0.46        | 52.05   | 4.67 |
|                        | 168.8 - 191.3 | 0.11                   | 0.34           | 6.05             | 12.56                  | 18.72              | 4.57            | 0.00        | 42.35   | 4.11 |
|                        | 191.3 - 213.8 | 0.00                   | 0.68           | 4.45             | 9.70                   | 11.42              | 3.20            | 0.11        | 29.57   | 3.97 |
| 213.8 - 236.3          | 0.57          | 0.00                   | 4.45           | 9.59             | 19.63                  | 7.31               | 0.23            | 41.78       | 4.71    |      |
| 236.3 - 258.8          | 0.00          | 0.11                   | 8.79           | 16.21            | 33.79                  | 21.69              | 1.14            | 81.74       | 5.21    |      |
| 258.8 - 281.3          | 0.80          | 0.57                   | 13.70          | 23.40            | 48.63                  | 10.27              | 0.23            | 97.60       | 4.29    |      |
| 281.3 - 303.8          | 0.11          | 0.11                   | 13.47          | 10.96            | 17.24                  | 6.96               | 0.00            | 48.86       | 3.97    |      |
| 303.8 - 326.3          | 0.23          | 0.91                   | 11.87          | 7.65             | 3.65                   | 1.83               | 0.00            | 26.14       | 2.82    |      |
| 326.3 - 348.8          | 0.80          | 0.57                   | 17.12          | 7.99             | 2.85                   | 1.71               | 0.00            | 31.05       | 2.36    |      |
| Variabili              |               | 0.00                   | 0.00           | 0.00             | 0.00                   | 0.00               | 0.00            | 0.00        | 0.00    | 0.00 |
| Calme                  |               | 0.11                   | 0.00           | 0.00             | 0.00                   | 0.00               | 0.00            | 0.00        | 0.11    | 0.00 |
| Totale                 |               | 6.85                   | 9.36           | 327.28           | 302.17                 | 248.74             | 102.40          | 3.20        | 1000.00 | 0.00 |

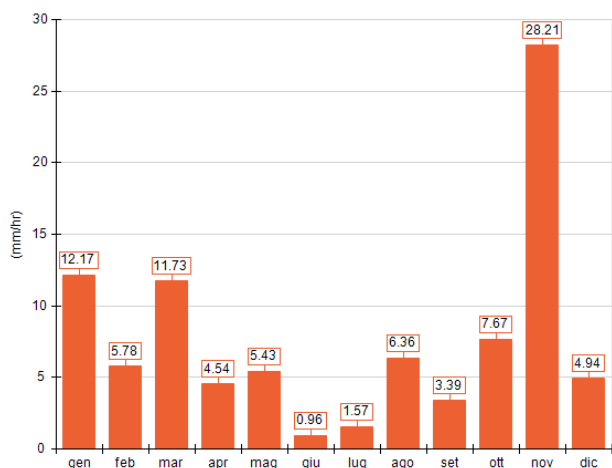
| Grafico Rosa dei Venti | Tabella Rosa dei Venti | Temperatura (°C) | Precipitazione (mm/hr) | Dati Meteorologici |
|------------------------|------------------------|------------------|------------------------|--------------------|
| Periodo                | Minima                 | Media            | Massima                |                    |
| Anno                   | -1.04                  | 16.06            | 35.08                  |                    |
| Primavera              | 0.28                   | 14.44            | 28.02                  |                    |
| Estate                 | 12.20                  | 23.63            | 35.08                  |                    |
| Autunno                | 0.74                   | 17.87            | 30.01                  |                    |
| Inverno                | -1.04                  | 8.15             | 18.20                  |                    |
| gen                    | 0.27                   | 8.04             | 16.32                  |                    |
| feb                    | -1.04                  | 7.02             | 15.13                  |                    |
| mar                    | 0.28                   | 11.04            | 20.41                  |                    |
| apr                    | 5.98                   | 15.13            | 28.02                  |                    |
| mag                    | 9.40                   | 17.16            | 25.98                  |                    |
| giu                    | 12.20                  | 20.80            | 31.63                  |                    |
| lug                    | 13.57                  | 24.66            | 33.01                  |                    |
| ago                    | 17.62                  | 25.34            | 35.08                  |                    |
| set                    | 13.35                  | 21.51            | 30.01                  |                    |
| ott                    | 12.47                  | 18.98            | 25.07                  |                    |
| nov                    | 0.74                   | 13.09            | 22.77                  |                    |
| dic                    | 0.73                   | 9.28             | 18.20                  |                    |

Temperatura minima, media massima (°C)



| Grafico Rosa dei Venti | Tabella Rosa dei Venti | Temperatura (°C) | Precipitazione (mm/hr) | Dati Meteorologici |
|------------------------|------------------------|------------------|------------------------|--------------------|
| Periodo                | Media                  | Massima          | Cumulata               |                    |
| Anno                   | 0.01                   | 4.45             | 92.75                  |                    |
| Primavera              | 0.01                   | 1.35             | 21.70                  |                    |
| Estate                 | 0.00                   | 3.75             | 8.89                   |                    |
| Autunno                | 0.02                   | 4.45             | 39.27                  |                    |
| Inverno                | 0.01                   | 1.33             | 22.89                  |                    |
| gen                    | 0.02                   | 1.10             | 12.17                  |                    |
| feb                    | 0.01                   | 1.33             | 5.78                   |                    |
| mar                    | 0.02                   | 1.35             | 11.73                  |                    |
| apr                    | 0.01                   | 0.77             | 4.54                   |                    |
| mag                    | 0.01                   | 1.08             | 5.43                   |                    |
| giu                    | 0.00                   | 0.52             | 0.96                   |                    |
| lug                    | 0.00                   | 0.53             | 1.57                   |                    |
| ago                    | 0.01                   | 3.75             | 6.36                   |                    |
| set                    | 0.00                   | 0.89             | 3.39                   |                    |
| ott                    | 0.01                   | 1.34             | 7.67                   |                    |
| nov                    | 0.04                   | 4.45             | 28.21                  |                    |
| dic                    | 0.01                   | 1.28             | 4.94                   |                    |

Precipitazione cumulata (mm/hr)



### Impostazione dei domini di calcolo

**Dominio meteo:** dominio letto dal file 3D – Non modificabile

**Dominio di calcolo diffusivo:** sottoinsieme del dominio meteo, permette di circoscrivere la zona di calcolo delle concentrazioni riducendo il dominio alla sola area interessata al fenomeno diffusivo. La scelta del dominio di calcolo può essere fatta utilizzando le frecce relative all'area "Dominio di Calcolo" o alternativamente specificando l'estensione in termini di numero di celle dalla scheda "Modifica → Dominio"

#### Dominio di Calcolo:

Ovest: 4  
Sud: 5  
Est: 18  
Nord: 22

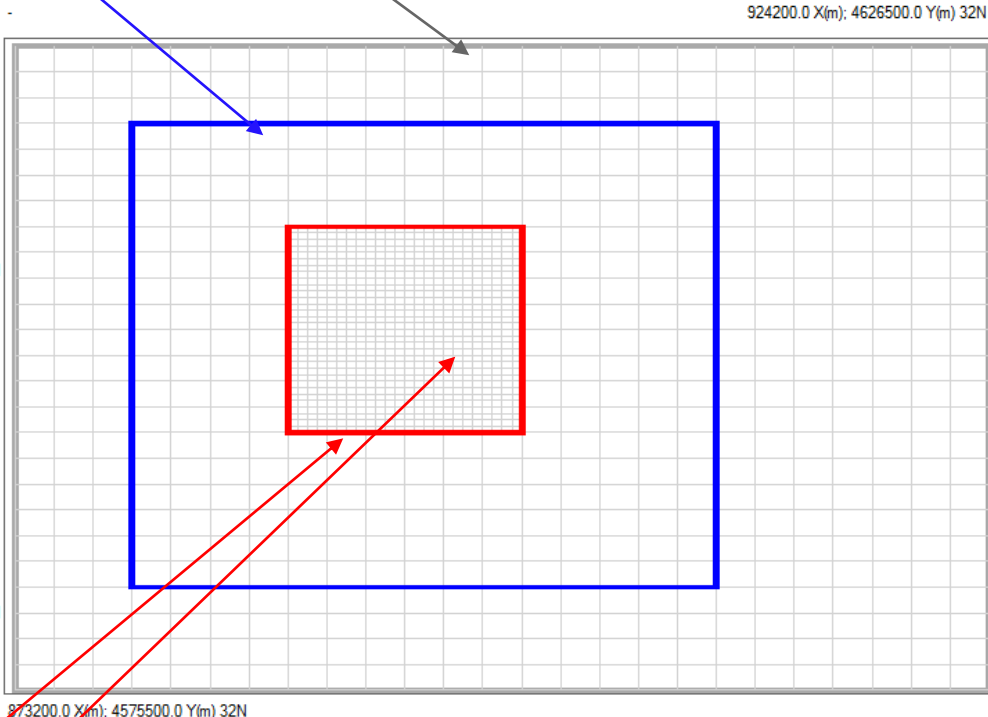
Origine:  
879700.0 X(m); 4584000.0 Y(m) 32N

#### Dominio di Salvataggio:

Ovest: 8  
Sud: 11  
Est: 13  
Nord: 18

Fattore di nesting: 4

Origine:  
887700.0 X(m); 4596000.0 Y(m) 32N



**Dominio di salvataggio:** sottoinsieme del dominio di calcolo diffusivo permette, attraverso l'impostazione di un opportuno fattore di "nesting" l'infittimento della griglia di recettori nei quali verranno salvati i valori di concentrazione calcolati dal modello. La scelta del dominio di calcolo può essere fatta utilizzando le frecce relative all'area "Dominio di Calcolo" o alternativamente specificando l'estensione in termini di numero di celle dalla scheda "Modifica → Dominio"

#### Impostazioni del dominio meteorologico

Origine (angolo Sud Ovest) X (m): 873700 Y (m): 4576000  
Numero di punti Nx: 25 Ny: 25  
Dimensione della cella DGRID (m): 2000

#### Impostazioni del dominio di calcolo e di salvataggio dati

Imposta graficamente ->

Indici lungo X del reticolo di calcolo Start index: 4 End index: 18  
Indici lungo Y del reticolo di calcolo Start index: 5 End index: 22  
Indici lungo X del reticolo di campionamento indice iniziale: 8 indice finale: 13  
Indici lungo Y del reticolo di campionamento indice iniziale: 11 indice finale: 18  
Fattore di annidamento: 4

**Elenco stazioni SYNOP – ICAO di radiosondaggio sul territorio italiano**

| USAF  | STATION NAME                          | ICAO | LAT    | LON   | ELEV(M) |
|-------|---------------------------------------|------|--------|-------|---------|
| 16080 | Linate                                |      | 45.43  | 9.28  |         |
| 16113 | LEVALDIGI                             |      | 44.533 | 7.62  |         |
| 16044 | Udine Campoformido (fino giugno 2016) |      | 46.03  | 13.18 |         |
| 16045 | Udine Rivolto                         |      | 45.97  | 13.05 |         |
| 16144 | San Pietro Capofiume                  |      | 44.65  | 11.62 |         |
| 16245 | Pratica di Mare                       |      | 41.65  | 12.43 |         |
| 16320 | Brindisi-Casale                       |      | 40.65  | 17.95 |         |
| 16429 | Trapani-Birgi                         |      | 37.92  | 12.50 |         |
|       |                                       |      |        |       |         |
| 77610 | Ajaccio                               |      | 41.92  | 8.80  |         |

**Elenco generale stazioni SYNOP – ICAO sul territorio italiano**

| USAF   | STATION NAME           | ICAO | LAT    | LON    | ELEV(M) | BEGIN    | END      |
|--------|------------------------|------|--------|--------|---------|----------|----------|
| 160010 | BASSANO DEL GRAPPA     | LIPJ | 45.767 | 11.733 |         | 19770513 | 19790830 |
| 160016 | ANCONA                 |      | 43.617 | 13.517 | 103     | 19730101 | 19751109 |
| 160060 | BOGUS ITALIAN          |      |        |        |         | 19860721 | 20020121 |
| 160080 | S. VALENTINO ALLA MUTA |      | 46.75  | 10.533 | 1461    | 19670102 | 20160109 |
| 160083 | RESIA PASS             | LIVE | 46.833 | 10.5   | 1800    | 19870326 | 20160109 |
| 160140 | VIPITENO               |      | 46.883 | 11.433 | 921     | 20050727 | 20160109 |
| 160150 | BRENNERO PASS          |      | 46.983 | 11.5   | 1362    | 19730101 | 19840514 |
| 160180 | SOPRABOLZANO           |      | 46.533 | 11.417 | 1298    | 19730226 | 19760101 |
| 160200 | BOLZANO                | LIPB | 46.46  | 11.326 | 240.5   | 19650129 | 20160109 |
| 160210 | ROLLE PASS             | LIVR | 46.3   | 11.783 | 2006    | 19730101 | 20160109 |
| 160220 | PAGANELLA MOUNTAIN     | LIVP | 46.15  | 11.033 | 2129    | 19730101 | 20160109 |
| 160230 | TRENTO                 |      | 46.017 | 11.117 | 190     | 20070605 | 20120531 |
| 160330 | DOBBIACO               | LIVD | 46.733 | 12.217 | 1226    | 19730101 | 20160109 |
| 160360 | AVIANO AB              | LIPA | 46.032 | 12.596 | 117     | 19660701 | 20160109 |
| 160370 | AVIANO (USAF)          | LIYW | 46.033 | 12.617 | 125     | 19930701 | 20151020 |
| 160400 | TARVISIO               | LIVO | 46.5   | 13.583 | 778     | 19650129 | 20160109 |
| 160440 | UDINE/CAMPOFORMIDO     | LIPD | 46.033 | 13.183 | 94      | 19660104 | 19990330 |
| 160450 | RIVOLTO                | LIPI | 45.979 | 13.049 | 54.6    | 19580414 | 20151222 |
| 160455 | GORIZIA                | LIPG | 45.95  | 13.633 | 63      | 19731122 | 19840512 |
| 160460 | UDINE/RIVOLTO          |      | 45.967 | 13.033 | 53      | 20061024 | 20120531 |
| 160520 | PIAN ROSA (MTN TOP)    | LIMH | 45.933 | 7.7    | 3488    | 19650129 | 20160109 |
| 160530 | COLLE DEL GIGANTE      | LIMI | 46.917 | 12.1   | -999.9  | 19730101 | 20050505 |
| 160540 | AOSTA POLLEIN          | LIMW | 45.733 | 7.35   | 551     | 19840701 | 20160109 |
| 160580 | BOUSSON                |      | 44.933 | 6.817  | 1400    | 20050727 | 20160109 |
| 160590 | TORINO CASELLE         | LIMF | 45.201 | 7.65   | 301.4   | 19640811 | 20160109 |
| 160595 | AERITALIA-TORINO       | LIMA | 45.086 | 7.603  | 288.3   | 20080425 | 20160109 |
| 160600 | TORINO VENARIA         |      | 45.117 | 7.617  | 277     | 20050727 | 20160109 |
| 160610 | TORINO/BRIC CROCE      | LIMK | 45.033 | 7.733  | 710     | 19730101 | 20160109 |
| 160640 | CAMERI                 | LIMN | 45.53  | 8.669  | 178.6   | 19660923 | 20160108 |
| 160660 | MALPENSA               | LIMC | 45.631 | 8.728  | 233.8   | 19650204 | 20160109 |
| 160670 | GALLARATE              |      | 45.65  | 8.817  | 238     | 20061024 | 20120531 |
| 160680 | CASALE MONFERRATO      |      | 45.1   | 8.45   | 120     | 20050727 | 20120531 |
| 160700 | GRIGNA SETTENTRION     |      | 45.95  | 9.383  | 2403    | 19730301 | 20050902 |
| 160720 | BISBINO MOUNTAIN       | LIMO | 45.867 | 9.067  | 1322    | 19730101 | 20070227 |
| 160730 | MONTE BISBINO          |      | 45.867 | 9.067  | 1323    | 20060201 | 20080801 |
| 160740 | VALCAVA                |      | 45.783 | 9.517  | 1262    | 19770309 | 19790828 |
| 160760 | BERGAMO ORIO AL SERIO  | LIME | 45.674 | 9.704  | 238.4   | 19660908 | 20160109 |
| 160800 | LINATE                 | LIML | 45.445 | 9.277  | 107.6   | 19310104 | 20160109 |
| 160810 | MILANO/LINATE          |      | 45.467 | 9.267  | 108     | 20050727 | 20160109 |
| 160840 | PIACENZA               | LIMS | 44.913 | 9.723  | 139     | 19660914 | 20160109 |
| 160880 | GHEDI                  | LIPL | 45.432 | 10.268 | 101.5   | 19660904 | 20160108 |

|        |                                           |      |        |        |      |          |          |
|--------|-------------------------------------------|------|--------|--------|------|----------|----------|
| 160890 | DESENZANO                                 |      | 45.467 | 10.55  | 65   | 20050727 | 20160109 |
| 160900 | VILLAFRANCA                               | LIPX | 45.396 | 10.889 | 72.8 | 19450518 | 20160109 |
| 160903 | PADOVA (CIV/IT-AFB)                       |      | 45.4   | 11.85  | 13   | 19820625 | 19901115 |
| 160920 | GRAPPA MOUNTAIN                           |      | 45.867 | 11.8   | 1775 | 19730101 | 19840910 |
| 160940 | VICENZA                                   | LIPT | 45.573 | 11.53  | 39   | 19660904 | 20150116 |
| 160950 | PADOVA                                    | LIPU | 45.4   | 11.85  | 14   | 19730101 | 20160109 |
| 160960 | MOUNT VENDA                               | LIVV | 45.317 | 11.683 | 575  | 19730101 | 19790315 |
| 160980 | ISTRANA                                   | LIPS | 45.685 | 12.083 | 41.8 | 19660904 | 20160109 |
| 160990 | TREVISO                                   | LIPH | 45.648 | 12.194 | 18   | 19660901 | 20160109 |
| 161000 | VENEZIA/SAN NICOLO                        | LIPV | 45.433 | 12.383 | 4    | 19511001 | 19790830 |
| 161010 | VENEZIA LIDO                              |      | 45.433 | 12.383 | 5    | 19961205 | 20120531 |
| 161050 | VENEZIA TESSERA                           | LIPZ | 45.505 | 12.352 | 2.1  | 19610301 | 20160109 |
| 161070 | CONCORDIA SAGITTARIA                      |      | 45.75  | 12.85  | 2    | 20051013 | 20160109 |
| 161080 | RONCHI DEI LEGIONARI                      | LIPQ | 45.828 | 13.472 | 11.3 | 19730101 | 20160109 |
| 161100 | TRIESTE                                   | LIVT | 45.65  | 13.75  | 20   | 19321020 | 20160109 |
| 161110 | MONTE SETTEPANI                           |      | 44.233 | 8.2    | 1382 | 20050727 | 20160109 |
| 161120 | FRAITEVE MOUNTAIN                         | LIMX | 44.983 | 6.85   | 2680 | 19730101 | 19840525 |
| 161140 | MONDOVI                                   |      | 44.383 | 7.817  | 560  | 19841101 | 20160109 |
| 161150 | MALANOTTE MOUNTAIN                        | LIMY | 44.25  | 7.8    | 1742 | 19730608 | 20160109 |
| 161160 | GOVONE                                    |      | 44.8   | 8.1    | 315  | 19730101 | 20010713 |
| 161170 | CUNEO LEVALDIGI                           |      | 44.533 | 7.617  | 386  | 19730620 | 20120531 |
| 161180 | NOVI LIGURE                               |      | 44.767 | 8.783  | 187  | 19750401 | 20050506 |
| 161190 | GIOVI PASS                                | LIMV | 44.633 | 8.933  | 475  | 19730101 | 20160108 |
| 161200 | GENOVA SESTRI                             | LIMJ | 44.412 | 8.842  | 4    | 19280101 | 20160109 |
| 161210 | GENOVA                                    |      | 44.4   | 8.9    | 45   | 19511001 | 20160109 |
| 161220 | ALBENGA                                   | LIMG | 44.051 | 8.127  | 45.1 | 19730101 | 20160109 |
| 161230 | CHIAVARI                                  |      | 44.317 | 9.333  | 30   | 20050727 | 20160109 |
| 161240 | CISA PASS                                 | LIMT | 44.433 | 9.933  | 1040 | 19730101 | 20160108 |
| 161250 | SARZANA/LUNI                              | LIQW | 44.083 | 9.983  | 10   | 19731109 | 20160108 |
| 161260 | PASSO DEI GIOVI                           |      | 44.55  | 8.933  | 488  | 20050727 | 20120531 |
| 161280 | MODENA                                    |      | 44.65  | 10.95  | 33   | 20050727 | 20120531 |
| 161290 | PALMARIA ISLAND                           | LIQP | 44.033 | 9.833  | 192  | 19730101 | 20160109 |
| 161300 | PARMA                                     |      | 44.817 | 10.283 | 51   | 19660101 | 20120531 |
| 161320 | BOLOGNA                                   |      | 44.533 | 11.283 | 52   | 20050727 | 20160109 |
| 161330 | FERRARA                                   |      | 44.8   | 11.6   | 10   | 20050727 | 20160109 |
| 161340 | CIMONE MOUNTAIN                           | LIVC | 44.2   | 10.7   | 2173 | 19650201 | 20160109 |
| 161380 | FERRARA (AUT)                             | LIPF | 44.833 | 11.617 | 10   | 19730101 | 20160109 |
| 161400 | BOLOGNA                                   | LIPE | 44.535 | 11.289 | 37.5 | 19640811 | 20160109 |
| 161420 | RIFREDO MUGELLO                           |      | 44.05  | 11.383 | 887  | 19441202 | 20050124 |
| 161440 | S. PIETRO CAPOFUME<br>MOLINELLA (BOLOGNA) |      | 44.65  | 11.617 | 12   | 20001019 | 20010202 |
| 161460 | POINT MARINA/RAVENN                       | LIVM | 44.45  | 12.3   | 6    | 19660104 | 20160108 |
| 161470 | FORLI                                     | LIPK | 44.195 | 12.07  | 29.6 | 19730101 | 20160108 |
| 161480 | CERVIA                                    | LIPC | 44.224 | 12.307 | 5.5  | 19730101 | 20160109 |

|        |                     |      |        |        |       |          |          |
|--------|---------------------|------|--------|--------|-------|----------|----------|
| 161490 | RIMINI              | LIPR | 44.02  | 12.612 | 12.5  | 19450408 | 20160109 |
| 161500 | IMPERIA             |      | 43.867 | 8.033  | 60    | 19851201 | 20120531 |
| 161530 | CAPE MELE           | LIMU | 43.95  | 8.167  | 221   | 19650501 | 20160109 |
| 161540 | ISOLA GORGONA       |      | 43.433 | 9.9    | 260   | 19730101 | 20090206 |
| 161550 | ISOLA CAPRAIA       |      | 43.033 | 9.817  | 27    | 20070717 | 20081113 |
| 161580 | PISA                | LIRP | 43.684 | 10.393 | 1.8   | 19441124 | 20160109 |
| 161650 | VOLTERRA            |      | 43.4   | 10.883 | 575   | 20050727 | 20060927 |
| 161680 | MOUNT ARGENTARIO    | LIQO | 42.383 | 11.167 | 632   | 19730101 | 20160109 |
| 161700 | FIRENZE             | LIRQ | 43.81  | 11.205 | 43.9  | 19310102 | 20160109 |
| 161710 | FIRENZE             |      | 43.783 | 11.217 | 18    | 20050727 | 20160109 |
| 161720 | AREZZO              | LIQB | 43.467 | 11.85  | 249   | 19780914 | 20160109 |
| 161743 | SIENA               | LIQS | 43.317 | 11.35  | 322   | 19441004 | 19450116 |
| 161760 | SASSOFELTRIO        |      | 43.883 | 12.517 | 461   | 19730101 | 19751224 |
| 161790 | FRONTONE            | LIVF | 43.517 | 12.733 | 574   | 19730101 | 20160109 |
| 161810 | PERUGIA             | LIRZ | 43.096 | 12.513 | 211.2 | 19671106 | 20160109 |
| 161820 | PERUGIA S. EGIDIO   |      | 43.1   | 12.5   | 205   | 20050727 | 20120531 |
| 161900 | ANCONA              |      | 43.617 | 13.533 | 142   | 19490403 | 20160109 |
| 161910 | FALCONARA           | LIPY | 43.616 | 13.362 | 14.9  | 19450414 | 20160109 |
| 161915 | JESI                |      | 43.517 | 13.233 | -999  | 19730719 | 19740814 |
| 161920 | LORETO              |      | 43.433 | 13.583 | 197   | 20050727 | 20160109 |
| 161970 | MONTE CALAMITA      | LIRX | 42.733 | 10.4   | 397   | 19730101 | 20160109 |
| 161980 | ISOLA D'ELBA        |      | 42.733 | 10.4   | 397   | 20050727 | 20090206 |
| 162000 | PIANOSA ISLAND      |      | 42.583 | 10.1   | 15    | 19650201 | 19791220 |
| 162040 | RADICOFANI          | LIQR | 42.9   | 11.767 | 918   | 19730101 | 20160108 |
| 162060 | GROSSETO            | LIRS | 42.76  | 11.072 | 4.6   | 19441211 | 20160109 |
| 162100 | FURBARA             |      | 42     | 12.017 | 11    | 20151209 | 20160106 |
| 162120 | S. TERESA           |      | 44.417 | 14.167 | 5     | 20070809 | 20070809 |
| 162140 | CIVITAVECCHIA       |      | 42.017 | 11.817 | 4     | 19450305 | 20160109 |
| 162150 | CIVITAVECCHIA       | LIQJ | 42.02  | 11.82  | 4     | 20050727 | 20160109 |
| 162160 | VITERBO             | LIRV | 42.43  | 12.064 | 301.8 | 19440701 | 20160109 |
| 162170 | ORTE                |      | 42.483 | 12.333 | 75    | 20050727 | 20120531 |
| 162180 | VITERBO             |      | 42.433 | 12.05  | 310   | 20050727 | 20160109 |
| 162190 | TERMINILLO MOUNTAIN | LIRK | 42.467 | 12.983 | 1875  | 19650201 | 20160108 |
| 162210 | RIETI               | LIQN | 42.417 | 12.85  | 389   | 19731213 | 20160109 |
| 162230 | VIGNA DI VALLE      |      | 42.083 | 12.217 | 266   | 20050727 | 20080523 |
| 162240 | VIGNA DI VALLE(MIL) | LIRB | 42.083 | 12.217 | 270   | 19730101 | 20160109 |
| 162250 | GROTTAMMARE         |      | 42.983 | 13.867 | 1     | 19730101 | 19840916 |
| 162260 | L'AQUILA            |      | 42.367 | 13.317 | 669   | 20050727 | 20080611 |
| 162270 | FUCINO              |      | 41.983 | 13.6   | 650   | 19840801 | 20160109 |
| 162280 | PRETURO             | LIAP | 42.367 | 13.3   | 667   | 19730101 | 19891204 |
| 162281 | GRAN SASSO MTN RNG  |      | 42.45  | 13.55  | 2138  | 19850118 | 19900125 |
| 162283 | GRAN SASSO MTN RNG  | LIQI | 42.45  | 13.7   | 2138  | 19900208 | 20090603 |
| 162290 | GRAN SASSO MTN RNG  |      | 42.45  | 13.7   | 2138  | 20030725 | 20050511 |
| 162300 | PESCARA             | LIBP | 42.432 | 14.181 | 14.6  | 19650201 | 20160109 |

|        |                    |      |        |        |       |          |          |
|--------|--------------------|------|--------|--------|-------|----------|----------|
| 162310 | MONTE S. ANGELO    | LIBE | 41.7   | 15.95  | 844   | 20040917 | 20160109 |
| 162320 | TERMOLI            | LIBT | 42     | 15     | 44    | 19730101 | 20160109 |
| 162330 | GUIDONIA           |      | 42     | 12.733 | 90    | 20050727 | 20120531 |
| 162340 | GUIDONIA           | LIRG | 41.99  | 12.741 | 88.1  | 19660923 | 20160108 |
| 162350 | URBE               | LIRU | 41.952 | 12.499 | 16.8  | 19730101 | 20160109 |
| 162380 | ROMA/CENTOCELLE    |      | 41.867 | 12.567 | 53    | 20050727 | 20120531 |
| 162390 | CIAMPINO           | LIRA | 41.799 | 12.595 | 130.1 | 19511001 | 20160109 |
| 162400 | ROME               |      | 41.9   | 12.483 | 95    | 19280101 | 20040826 |
| 162420 | FIUMICINO          | LIRF | 41.804 | 12.251 | 4.6   | 19650701 | 20160109 |
| 162430 | LATINA             | LIRL | 41.542 | 12.909 | 28.3  | 19440301 | 20160109 |
| 162440 | FROSINONE (IT-AFB) | LIRH | 41.633 | 13.3   | 181   | 19730101 | 20160109 |
| 162450 | PRATICA DI MARE    | LIRE | 41.659 | 12.445 | 12.5  | 19660923 | 20160109 |
| 162460 | FROSINONE          |      | 41.633 | 13.3   | 186   | 20050727 | 20090206 |
| 162470 | LATINA             |      | 41.55  | 12.9   | 26    | 20050727 | 20160109 |
| 162490 | CAPE CIRCEO        | LIQT | 41.217 | 13.05  | 3     | 19730101 | 20160109 |
| 162520 | CAMPOBASSO         | LIBS | 41.567 | 14.65  | 807   | 19650201 | 20160109 |
| 162530 | GRAZZANISE         | LIRM | 41.061 | 14.082 | 8.8   | 19440331 | 20160109 |
| 162580 | MONTE S. ANGELO    |      | 41.7   | 15.95  | 848   | 19730101 | 20160109 |
| 162591 | PARMA              | LIMP | 44.824 | 10.296 | 49.1  | 20040525 | 20160109 |
| 162592 | LEVALDIGI          | LIMZ | 44.547 | 7.623  | 386.2 | 20040510 | 20160109 |
| 162593 | MONTICHIARI        | LIPO | 45.429 | 10.331 | 108.5 | 20040510 | 20160109 |
| 162600 | GINA LISA          | LIBF | 41.433 | 15.533 | 81    | 19570701 | 20160109 |
| 162603 | FOGGIA/GINO LISA & | LIBF | 41.433 | 15.533 | 80    | 19430930 | 19460915 |
| 162610 | AMENDOLA           | LIBA | 41.541 | 15.718 | 55.8  | 19440131 | 20160109 |
| 162620 | TREVICO            |      | 41.05  | 15.233 | 1093  | 20050727 | 20120531 |
| 162630 | TREVICO            | LIRT | 41.05  | 15.233 | 1093  | 19730101 | 20160109 |
| 162640 | MARINA DI GINOSA   |      | 41.133 | 15.517 | 514   | 19730101 | 19900403 |
| 162660 | VIESTE             |      | 41.883 | 16.167 | 4     | 19730101 | 20160109 |
| 162700 | BARI               | LIBD | 41.133 | 16.767 | 53.9  | 19431207 | 20160109 |
| 162710 | BARI               |      | 41.117 | 16.883 | 11    | 20050727 | 20120531 |
| 162800 | PONZA ISLAND       | LIQZ | 40.917 | 12.95  | 185   | 19650201 | 20160109 |
| 162810 | PONZA              |      | 40.917 | 12.95  | 185   | 20050831 | 20081003 |
| 162880 | CASERTA            |      | 41.067 | 14.317 | 62    | 20050727 | 20160109 |
| 162890 | NAPOLI/CAPODICHINO | LIRN | 40.85  | 14.3   | 72    | 19511001 | 20150602 |
| 162894 | NAPLES             | KQNN | 40.9   | 14.3   | 93    | 19861104 | 20160109 |
| 162920 | PONTECAGNANO       |      | 40.617 | 14.917 | 39    | 19730101 | 20090206 |
| 162923 | PONTECAGNANO       | LIRI | 40.62  | 14.911 | 37.5  | 19930129 | 20160109 |
| 162940 | CAPRI ISLAND       | LIQC | 40.55  | 14.25  | 269   | 19730101 | 20160109 |
| 162950 | CAPRI              |      | 40.55  | 14.2   | 161   | 20050728 | 20060529 |
| 163000 | POTENZA            | LIBZ | 40.633 | 15.8   | 843   | 19650201 | 20070213 |
| 163100 | CAPE PALINURO      | LIQK | 40.017 | 15.283 | 185   | 19640811 | 20160109 |
| 163120 | GIOIA DEL COLLE    | LIBV | 40.768 | 16.933 | 361.8 | 19440229 | 20160109 |
| 163140 | MATERA             |      | 40.65  | 16.7   | 498   | 20050727 | 20160109 |
| 163160 | LATRONICO          |      | 40.083 | 16.017 | 896   | 19740902 | 20160109 |

|        |                      |      |        |        |       |          |          |
|--------|----------------------|------|--------|--------|-------|----------|----------|
| 163170 | LATRONICO            | LIBU | 40.083 | 16.017 | 896   | 20050727 | 20160109 |
| 163180 | MARTINA FRANCA       |      | 40.633 | 17.217 | 414   | 19730915 | 20160109 |
| 163200 | CASALE               | LIBR | 40.658 | 17.947 | 14.3  | 19431129 | 20160109 |
| 163240 | GROTTAGLIE           | LIBG | 40.518 | 17.403 | 65.5  | 19430927 | 20160109 |
| 163250 | MARINA DI GINOSA     | LIBH | 40.433 | 16.883 | 12    | 19670317 | 20160109 |
| 163300 | TARANTO              |      | 40.467 | 17.233 | 22    | 19310104 | 19391231 |
| 163320 | LECCE                | LIBN | 40.239 | 18.133 | 47.5  | 19431231 | 20160109 |
| 163330 | LECCE                |      | 40.233 | 18.133 | 48    | 20050727 | 20160109 |
| 163340 | OTRANTO              |      | 40.1   | 18.483 | 80    | 19730101 | 20160109 |
| 163360 | BONIFATI             |      | 39.583 | 15.9   | 485   | 20060201 | 20120531 |
| 163370 | BONIFATI (CAPE)      | LIBW | 39.583 | 15.883 | 485   | 19650201 | 20160109 |
| 163380 | CALOPEZZATI          | LICM | 39.567 | 16.8   | 179   | 19740808 | 19810220 |
| 163383 | CALOPEZZATI          | LICM | 39.55  | 16.8   | 179   | 19930312 | 19961009 |
| 163440 | MONTE SCURO          |      | 39.333 | 16.4   | 1677  | 19730101 | 20160109 |
| 163445 | SCURO MOUNTAIN       | LIBQ | 39.333 | 16.4   | 1720  | 20070806 | 20160109 |
| 163450 | MONTE SCURO          |      | 39.333 | 16.4   | 1677  | 20061024 | 20120531 |
| 163500 | CROTONE              | LIBC | 38.997 | 17.08  | 158.8 | 19570701 | 20160109 |
| 163510 | CROTONE              |      | 39     | 17.083 | 155   | 20050727 | 20120531 |
| 163600 | SANTA MARIA DI LEUC  | LIBY | 39.817 | 18.35  | 112   | 19650201 | 20160109 |
| 163620 | LAMEZIA TERME        | LICA | 38.905 | 16.242 | 11.9  | 19771101 | 20160109 |
| 163640 | SERRALTA DI S. VITO  |      | 38.75  | 16.367 | 997   | 19730101 | 20160109 |
| 163650 | CATANZARO            |      | 38.9   | 16.6   | 358   | 20060711 | 20160109 |
| 163680 | VIBO VALENTIA        |      | 38.667 | 16.1   | 520   | 19730725 | 19810711 |
| 164000 | USTICA ISLAND        | LICU | 38.7   | 13.183 | 251   | 19570701 | 20160109 |
| 164010 | USTICA               |      | 38.7   | 13.183 | 243   | 20051017 | 20120529 |
| 164050 | PALERMO              | LICJ | 38.176 | 13.091 | 19.8  | 19640811 | 20160109 |
| 164090 | PALERMO BOCCADIFALCO |      | 38.117 | 13.317 | 123   | 20060710 | 20120531 |
| 164100 | BOCCADIFALCO         | LICP | 38.111 | 13.313 | 105.2 | 19430807 | 20090111 |
| 164150 | ISOLA SALINA         |      | 38.567 | 14.85  | 46    | 19840501 | 20160109 |
| 164160 | ISOLA STROMBOLI      |      | 38.8   | 15.233 | 5     | 19730101 | 20160109 |
| 164200 | MESSINA              | LICF | 38.2   | 15.55  | 51    | 19310101 | 20160109 |
| 164220 | REGGIO CALABRIA      | LICR | 38.071 | 15.652 | 29.3  | 19730101 | 20160109 |
| 164290 | TRAPANI BIRGI        | LICT | 37.911 | 12.488 | 7.3   | 19650201 | 20160109 |
| 164300 | MARSALA              |      | 37.817 | 12.467 | 2     | 19570701 | 19581231 |
| 164340 | PRIZZI               | LICX | 37.717 | 13.433 | 1035  | 19730101 | 20160109 |
| 164350 | PRIZZI               |      | 37.717 | 13.433 | 1035  | 20050727 | 20120531 |
| 164360 | SCIACCA              |      | 37.517 | 13.083 | 125   | 19431010 | 20120531 |
| 164420 | GIBILMANNA           |      | 37.983 | 14.017 | 998   | 20050727 | 20160109 |
| 164500 | ENNA                 | LICE | 37.567 | 14.283 | 965   | 19730101 | 20160109 |
| 164530 | GELA                 | LICL | 37.083 | 14.217 | 33    | 19430902 | 20160109 |
| 164540 | GELA                 |      | 37.083 | 14.217 | 65    | 20050727 | 20120531 |
| 164590 | CATANIA/SIGONELLA    | LICZ | 37.4   | 14.917 | 22    | 19430810 | 20160109 |
| 164594 | SIGONELLA            | KQNS | 37.4   | 14.917 | 31.1  | 19790101 | 20040930 |
| 164600 | CATANIA FONTANAROSSA | LICC | 37.467 | 15.066 | 11.9  | 19431028 | 20160109 |

|        |                      |      |        |        |       |          |          |
|--------|----------------------|------|--------|--------|-------|----------|----------|
| 164640 | SIRACUSA             |      | 37.05  | 15.767 | 2     | 20050727 | 20160109 |
| 164650 | MEZZO GREGORIO       |      | 36.967 | 14.95  | 639   | 20050727 | 20160109 |
| 164690 | CAPO SPARTIVENTO     |      | 37.933 | 16.05  | 118   | 19740601 | 20160109 |
| 164700 | PANTELLERIA          | LICG | 36.817 | 11.969 | 193.5 | 19430620 | 20160109 |
| 164710 | PANTELLERIA          |      | 36.817 | 11.967 | 185   | 20050727 | 20090206 |
| 164750 | COMISO               | LICB | 36.983 | 14.617 | 210   | 20050727 | 20160109 |
| 164751 | COMISO AS (USAF)     | LICB | 36.983 | 14.583 | 220   | 19840323 | 19860430 |
| 164800 | COZZO SPADARO        | LICO | 36.683 | 15.133 | 51    | 19660101 | 20160109 |
| 164900 | LAMPEDUSA            | LICD | 35.498 | 12.618 | 21.3  | 19660104 | 20160109 |
| 164910 | LAMPEDUSA            |      | 35.5   | 12.6   | 50    | 20050727 | 20120531 |
| 165020 | ASINARA ISLAND       | LIER | 41.117 | 8.317  | 115   | 19701001 | 19751209 |
| 165040 | PORTO TORRES         |      | 40.839 | 8.405  | 8     | 20151207 | 20160109 |
| 165060 | GUARDIAVECCHIA       | LIEG | 41.217 | 9.4    | 170   | 19701001 | 20021029 |
| 165200 | ALGHERO              | LIEA | 40.632 | 8.291  | 26.5  | 19570701 | 20160109 |
| 165220 | CAPE CACCIA          | LIEH | 40.567 | 8.167  | 205   | 19750717 | 20160109 |
| 165230 | CAPO CACCIA          |      | 40.567 | 8.167  | 204   | 20050727 | 20120528 |
| 165240 | MACOMER SA' CRABARZA |      | 40.267 | 8.767  | 586   | 19730101 | 20090206 |
| 165300 | OLSIA SARDINIA       |      | 40.933 | 9.5    | 2.1   | 19310104 | 19750910 |
| 165310 | OLBIA COSTA SMERALDA | LIEO | 40.899 | 9.518  | 11.3  | 19691117 | 20160109 |
| 165320 | MONTE LIMBARA        |      | 40.85  | 9.167  | 1363  | 20050727 | 20120531 |
| 165370 | FONNI                |      | 40.117 | 9.25   | 992   | 20050727 | 20080221 |
| 165380 | FONNI                | LIEN | 40.117 | 9.25   | 1029  | 19730301 | 20061116 |
| 165390 | CAPE FRASCA          | LIEF | 39.75  | 8.467  | 92    | 19660104 | 20160109 |
| 165410 | PERDASDEFOGU         | LIEP | 39.667 | 9.433  | 645   | 19730101 | 20160108 |
| 165420 | CAPE S. LORENZO      | LIEL | 39.5   | 9.617  | 22    | 19730101 | 20160108 |
| 165430 | CAPO S. LORENZO      |      | 39.5   | 9.633  | 3     | 20050727 | 20081125 |
| 165440 | MOUNT SERPEDDI       |      | 39.367 | 9.3    | 1067  | 19730101 | 19780812 |
| 165450 | PERDASDEFOGU         |      | 39.667 | 9.45   | 609   | 20050727 | 20120531 |
| 165460 | DECIMOMANNU          | LIED | 39.354 | 8.972  | 30.5  | 19660923 | 20160109 |
| 165480 | CARLOFORTE           |      | 39.133 | 8.317  | 15    | 19780914 | 20020327 |
| 165490 | CARLOFORTE           |      | 39.133 | 8.3    | 12    | 19850301 | 20081023 |
| 165500 | CAPE BELLAVISTA      | LIEB | 39.933 | 9.717  | 156   | 19660104 | 20160109 |
| 165600 | ELMAS                | LIEE | 39.251 | 9.054  | 4     | 19431101 | 20160109 |
| 165635 | LAMEZIA TERME        |      | 38.917 | 16.233 | 12    | 19770125 | 19830627 |
| 165640 | CAPE CARBONARA       | LIEC | 39.1   | 9.517  | 118   | 19730101 | 20160109 |
| 165643 | BOGUS ITALIAN        | LIEZ |        |        |       | 19890310 | 19900901 |
| 165650 | CAPO CARBONARA       |      | 39.1   | 9.517  | 118   | 20050805 | 20120525 |
| 165700 | TEULADA              |      | 38.983 | 8.65   | 50    | 20080115 | 20120529 |
| 165820 | PADOVA               |      | 45.7   | 11.85  | 15    | 20070822 | 20090206 |
| 165840 | BARI PALESE          |      | 41.133 | 16.767 | 46    | 20070822 | 20090206 |
| 165850 | CAGLIARI S AVENDRACE |      | 39.25  | 9.05   | 17    | 20070822 | 20080406 |
| 165860 | TRIPANI BIRGI        |      | 37.917 | 12.5   | 5     | 20080414 | 20080514 |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CALMET.INP      | File di input CALMET usato per ricostruire il campo 3D (generato da chi usa CALMET) in questo caso si tratta del file Bettogli.INP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CALPUFF.INP     | File di input CALPUFF, è il file di input del caso studio creato con MMS Calpuff, si trova nella cartella di progetto ("nome_del_caso_studio.inp")                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| PTEMARB.DAT     | file esterno delle emissioni variabili, viene usato solo se la variabilità temporale delle emissioni non può essere descritta usando gli schemi di schedulazione temporale costanti es: ciclo sulle 24 ore, sul mese ...). Potrebbe non esserci, ma se è stato utilizzato si trova anche lui nella cartella di progetto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| TERRAD = 0.5 km | Raggio di influenza delle caratteristiche orografiche cioè la distanza da ogni recettore fino alla quale considerare la presenza di rilievi orografici per valutarne l'influenza su quel recettore. Nel caso in esame il valore di 6 km permette di considerare mediamente sempre (cioè in tutti i recettori di griglia) sia la presenza del rilievo a NE che la presenza della fascia costiera.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| RMAX1 = 25 km   | <p>Raggio di influenza delle stazioni di superficie nell'interpolazione del campo meteo iniziale. Questo parametro permette di pesare maggiormente in questo procedimento di interpolazione, una stazione piuttosto che un'altra rispetto alla posizione relative dei recettori di griglia; di fatto è il raggio che determina l'area di significatività di una stazione meteo. Ogni stazione meteo dovrebbe di fatto poter avere un suo proprio raggio di influenza ma CALMET attualmente non lo consente. Il valore usato di 25 km rappresenta un raggio di significatività "medio" risultante dall'ipotesi che le stazioni SYNOP presenti sul territorio nazionale abbiano una distribuzione mediamente uniforme sull'area nazionale.</p> <p>Nel caso particolare questa distanza permette di considerare significative sul dominio meteo le due stazioni SYNOP di Sarzana/Luni e dell'isola della Palmaria</p> <p>NOTA: il campo iniziale prodotto per interpolazione viene poi modificato considerando la presenza eventuale dell'orografia (inserendo quindi a seconda del valore di TERRAD, l'effetto delle eventuali pendenze, fattori di "blocking" e altro) generando il campo meteo denominato STEP1 (o "first guess")</p> |
| RMAX2 = 300 km  | Raggio di influenza delle stazioni profilometriche nell'interpolazione del campo meteo STEP1. Stesso significato del parametro precedente ma per le stazioni profilometriche. Va sottolineato che l'unica stazione profilometrica presente sul Tirreno è Pratica di Mare noi, per dare una caratterizzazione più specifica di bacino abbiamo inserito anche la stazione profilometrica di Ajaccio in Corsica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| R1=0.2 km       | <p>Peso che viene assegnato alla variabili sitospecifiche di superficie nella fase di reinserimento (STEP2) delle osservazioni nel campo STEP1.</p> <p>In sostanza poiché il campo STEP1, come descritto prima, è prodotto per</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

interpolazione matematica rischia di perdere le caratteristiche iniziali contenute nelle osservabili meteo “misurate” dai sensori, per recuperare queste caratteristiche sito specifiche CALMET prevede uno SPEP2 dove i valori “misurati” vengono reinseriti nel campo iniziale STEP1. In questo contesto R1 rappresenta la distanza dalla stazione di misura alla quale i valori misurati ed i valori interpolati (STEP1) hanno lo stesso peso cioè se la distanza di un recettore da una sorgente è minore di R1 il peso della sorgente “domina” sul campo interpolato ed il suo valore iniziale interpolato viene rimodulato (sempre con peso  $1/r^2$ ) al valore misurato mentre se la distanza recettore sorgente è maggiore di R1 “domina” il valore interpolato.

Se il valore R1 è troppo piccolo si rischia di minimizzare l’importanza del dato misurato, se il valore di R1 è troppo grande si distrugge però il lavoro di interpolazione fatto nella fase STEP1.

Nel caso specifico di Avenza è stato scelto il valore di 15 km in modo da mantenere nel centro del dominio il contributo SPEP1 di entrambe le due stazioni SYNOP prima indicate mentre avvicinandosi ai confini NW e SW diventano sempre più pesanti (ma in modo armonizzato) i contributi rispettivamente di Sarzana e della Palmaria.

NOTA: se verranno in futuro usate le due stazioni della rete toscana questo parametro dovrà essere opportunamente modificato.

R2 = 50 km

Ha lo stesso significato descritto per R1 ma per le stazioni profilometriche. Nel caso specifico questa scelta, essendo i punti di profilo molto distanti e quindi non essendoci un particolare effetto sitospecifico, dà più peso al campo STEP 1 interpolato perché negli strati di superficie è stata considerata l’extrapolazione in quota secondo la teoria della similarità (IEXTRP = 4) delle stazioni di superficie (Sarzana e Palmaria) mentre negli strati più elevati l’interpolazione iniziale descrive più correttamente la situazione sinottica del bacino.

IEXTRP = 4

Il valore di questo indice definisce se e come le osservabili misurate alla superficie (i valori delle stazioni SYNOP di superficie) debbano o meno essere estrapolate in verticale per contribuire all’interpolazione verticale dei profili. In questo caso il valore 4 stabilisce che tali valori vengono estrapolati in verticale usando la teoria della similarità di Monin-Obukhov, metodologia attualmente ritenuta come più significativa dal punto di vista micrometeorologico.

BIAS

è un parametro che determina il peso relativo delle osservabili di superficie rispetto alle osservabili profilometriche nell’interpolazione: se per uno strato  $BIAS = -1$  nell’interpolazione dei valori meteo di quello strato peseranno solo le variabili di superficie mentre se  $BIAS = 1$  peseranno solo le variabili profilometriche. Il BIAS va specificato per ogni strato verticale, negli 8 strati considerati nel campo di Bettogli la distribuzione dei BIAS è la seguente:

$BIAS = -1, -1, -0.75, -0.5, -0.25, 0, 0.5, 1$

cioè il peso delle misure profilometriche viene gradatamente aumentato con la quota sul suolo

Per quanto riguarda la richiesta di un profilo verticale locale eventualmente ricavato dall'applicazione di un LAM (Modello ad Area Limitata) CALMET stesso lo è quindi quando si ricostruisce il campo meteo 3D a partire dai dati reali dei profili verticali misurati nelle stazioni SYNP Profilometriche non si fa altro che ricostruire in ogni cella del dominio 3D un profilo verticale quindi questa richiesta dovrebbe essere automaticamente soddisfatta dalla ricostruzione del campo 3D

I valori di orografia utilizzati sono stati estratti dal DTM NASA SRTM3 mentre i valori di uso del suolo sono stati ottenuti dal Corine Land Cover 2000 come richiesto nella comunicazione ARPA