



**FAGIOLI VINCENZO**  
DI FAGIOLI DANTE & C. S.N.C

*"tentare di lasciare ai figli un mondo migliore"*

C.da Ete, 11 - 63900 Fermo (FM)  
tel. 0734.224526 - Fax 0734.511389 - Cell. 335.1316414  
IVA 01062460447 - Iscr. Albo Cat. 8 AN/78  
Aut. Impianto 127/Gen - 17/Set + S.M.I  
-Mail: info@fagiolisnc.191.it

## Valutazione previsionale di impatto atmosferico

Documento	Data presentazione	Rielaborati richiesti con protocolli n. 41384 e 41893	Revisione a seguito di conferenza dei servizi del 23/04/2015 (agosto 2015)
Valutazione previsionale di impatto atmosferico	07/09/2014	<b>Prot. 41893 p.to 13</b>	<b>REV.2</b>

**REV.2 (A seguito di modifica progettuale dopo la Conferenza di Servizi del 23/04/2015)**

**Azienda A. Fagioli Vincenzo di Fagioli Dante & C. Snc., C.da Ete, 11/A – Fermo,**

**Provincia di Fermo,**

**27 luglio 2015**

**REV. 2 Relazione previsionale di impatto atmosferico**

## Impresa Autotrasporti Fagioli Vincenzo di Fagioli Dante & C. S.n.c.

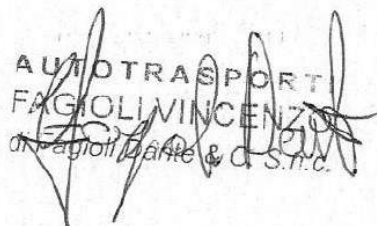
Istanza di adeguamento ed integrazione autorizzazione 127/GEN- 17/SET del 24/2/2010, rilasciata per l'esercizio delle operazioni di recupero sui rifiuti pericolosi e non pericolosi ed Istanza VIA/AIA (procedimento unico), per le operazioni R3, R4, R5, R8, R12, R13, D9, D13, D14, e D15 per rifiuti pericolosi e non pericolosi

**COMMITTENTE:** Fagioli Vincenzo di Fagioli Dante & C. Snc.

**LOCALITÀ:** Contrada Ete n. 11, Fermo

**Data:** 27/07/2015

n. revisione	Protocollo	Autore	Revisione
2	VIAAIA_At20150220	Leonardo Marotta	Gianmario Deandrea



AUTOTRASPORT  
FAGIOLI VINCENZO  
di Fagioli Dante & C. S.n.c.

## Indice

<b>INDICE.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>CLIMATOLOGIA E METEOROLOGIA.....</b>	<b>2</b>
<b>MODELLISTICA DEGLI INQUINANTI .....</b>	<b>4</b>
Dati utilizzati.....	5
Radiazione solare globale.....	7
Vento .....	7
<b>QUALITÀ DELL'ARIA .....</b>	<b>9</b>
<b>STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI .....</b>	<b>13</b>
Fase di cantiere .....	13
Impatti post operam .....	16
<i>Impatti dei Mezzi in arrivo.....</i>	<i>16</i>
<i>Impatti delle emissioni aziendali.....</i>	<i>18</i>
Concentrazione nei terreni .....	27
<i>Composti delle classi I, II, III .....</i>	<i>28</i>
<i>Metalli Pesanti.....</i>	<i>28</i>
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>30</b>
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>30</b>

## Introduzione

La relazione è stata richiesta dal Comune di Fermo, sportello unico per le imprese con nota del 31 ottobre 2014 prot. 41973 avente per oggetto: Applicazione D.P.R. n. 160/210 - D.Lgs. n. 152/2006 e L.R. n. 3/2012 - Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale - Impresa Autotrasporti Fagioli Vincenzo di Fagioli Dante & C. S.n.c. - Progetto di "Istanza di adeguamento ed integrazione autorizzazione 127/GEN- 17/SET del 24/2/2010, rilasciata per l'esercizio delle operazioni di recupero sui rifiuti pericolosi e non pericolosi ed Istanza VIA/AIA (procedimento unico), per le operazioni R3, R4, R5, R8, R12, R13, D9, D13, D14, e D15 per rifiuti pericolosi e non pericolosi" - Impianto situato in Contrada Ete, 11/A - Fermo.

Il presente documento riporta i risultati dello studio di valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria effettuato relativamente ad un nuovo impianto di trattamento rifiuti solidi e

semisolidi che l'Azienda Fagioli prevede di realizzare nel Comune di Fermo (FM), nella frazione di Ponte Ete Calderette, a sud del centro abitato.

## Climatologia e meteorologia

Come dati di input sono stati utilizzati quelli relativi a due stazioni meteorologiche, ossia quella di Fermo (dati presentati in tabella 1) e quella di Macerata (Osservatorio Geofisico), i dati sono presentati nelle tabelle 2-6. In aggiunta, per effettuare le simulazioni tenendo in considerazione anche le deposizioni umide utili per la valutazione dell'effetto delle emissioni di inquinanti organici e metalli pesanti sulla qualità dei suoli, si è fatto uso dei dati di pioggia registrati dalla stazione di Fermo.

Stazione di Fermo		unità
Longitudine	43.158	N
Latitudine	13.734	E
Altitudine	220	m s.l.m.m
Altezza dal suolo	1,3	m
<b>Tabella 1:</b> dati stazione di Fermo		

trentennio	Precipitazione totale	Anomalia
1961-1990	845	
1971-2000	820	-3
1981-2010	799	-2,5
<b>Tabella 2:</b> climatologia trentennale delle precipitazioni		

Seguono i dati di temperatura e piogge mensili.

trentennio	temperatura media gradi C	Anomalia
1961-1990	13,1	
1971-2000	13,3	0,2
1981-2010	13,6	0,3
<b>Tabella 3:</b> climatologia trentennale della temperatura		

	Anno		
	2012	2013	2010-2013
mese	mm pioggia	mm pioggia	temperature medie mensili

<b>gennaio</b>	13	41,2	5,5
<b>febbraio</b>	110,4	96,8	4,8
<b>marzo</b>	90,4	87,4	9,6
<b>aprile</b>	107,8	31,2	14,5
<b>maggio</b>	41	134,8	15,5
<b>giugno</b>	20,2	116,8	21,6
<b>luglio</b>	37,2	8,2	24,5
<b>agosto</b>	1,4	51,8	24,6
<b>settembre</b>	263,5	6,5	20,4
<b>ottobre</b>	7,3	6	15,4
<b>novembre</b>	16,1	248,6	10,8
<b>dicembre</b>	69,6	127,8	6,8

**Tabella 4:** mm pioggia e temperatura, dati 2010-2013.

La distribuzione delle direzioni dei venti è uno dei parametri fondamentali per le simulazioni.

<b>distribuzione delle direzione dei venti</b>						
<b>N</b>	<b>NE</b>	<b>E</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>	<b>SO</b>	<b>NO</b>
26,4	8,4	7,3	5,6	6,2	11,4	9,7

**Tabella 5:** distribuzione direzionale dei venti.

<b>Calma di vento</b>	<b>Brezza leggera</b>	<b>Brezza</b>	<b>Brezza vivace</b>	<b>Brezza tesa</b>	<b>Vento</b>
v<0,3	0,3-3,3	3,3-5,4	5,4-7,9	7,9-10,7	v>10,7
2,2	86,8	7,7	1,8	0,2	0,4

**Tabella 6:** distribuzione dell'intensità dei venti. La prima riga indica gli intervalli delle velocità.

Da segnalare che la raffica più elevata registrata in questi ultimi anni (2013, 2014) a Fermo ha toccato i 140 km/h con direzione sudovest; altre raffiche hanno raggiunto i 120 e i 140 km/h per lo più provenienti dai quadranti occidentali e in misura secondaria da sudest. E' infatti noto come i venti di "libeccio", dopo aver superato la catena appenninica, spesso si riversano lungo le vallate delle Marche sotto forma di venti catabatici, acquisendo una maggiore velocità, un innalzamento della propria temperatura e una diminuzione dell'umidità.

## Modellistica degli inquinanti

Il modello utilizzato è il CALPUFF. Il sistema, dotato di interfaccia in italiano, consente la preparazione di tutti i dati di ingresso necessari all'esecuzione combinata dei modelli matematici citati, e l'analisi numerica e grafica (basata su ambiente GIS MAPX) dei risultati prodotti.

Con il modello CALPUFF è possibile simulare scenari di evoluzione spazio temporale di emissioni di varia natura (areali, puntiformi, lineari e volumetriche) variabili nel tempo simulando fenomeni di rimozione (sia secca che umida) e semplici interazioni chimiche.

Il modello CALPUFF inserito in CALWin utilizza come input meteorologico i campi del vento tridimensionali prodotti dal modello CALMET.

Il sistema permette il calcolo delle concentrazioni orarie delle specie di inquinanti simulate e i flussi di deposizione secca e umida. CALPUFF è stato proposto per l'inserimento nelle Guideline on air Quality Models dell'EPA ed è inserito nell'elenco dei modelli consigliati da APAT (Agenzia Italiana per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) per la valutazione e gestione della qualità dell'aria (<http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/> -> "Entra negli scenari -> Scenario 2: Aree extraurbane), conforme alle norme UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi. Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici" e UNI 10964:2001 "Studi di impatto ambientale. Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria".

I risultati sono forniti in forma grafica con mappe delle isoplete con domini che possono andare da 1 km x 1 km a 50 x 50 km. CALPUFF è applicabile in ogni situazione dove i semplici modelli gaussiani non rappresentano più una soluzione accettabile.

Per poter analizzare gli impatti dell'impianto, è stato utilizzato un sistema modellistico a scala locale basato sul modello di dispersione CALPUFF e sul modello meteorologico diagnostico CALMET, entrambi inseriti all'interno della suite di codici denominata CALPro Plus. Questo è un modello di dispersione lagrangiano a puff gaussiani ed è tra i modelli attualmente raccomandati dall'US-EPA. Tale codice permette di simulare la dispersione in aria degli inquinanti emessi da più sorgenti e calcolarne le concentrazioni mediate su aree suddivise in vari tipi di reticoli territoriali a partire dai dati emissivi delle diverse sorgenti e dalle informazioni sulle condizioni micro-meteorologiche. Inoltre è capace di tenere in considerazione la disomogeneità spaziale del dominio e, quindi, l'influenza sia dell'orografia che del differente utilizzo del suolo nella circolazione dei venti e nella diffusione degli inquinanti e simulare in maniera adeguata anche fenomeni di calme di vento o di regimi di brezza. Questo è possibile grazie all'adozione di un primo step di elaborazione basato sul preprocessore meteorologico diagnostico CALMET con il quale è possibile ricostruire in maniera più approfondita la microcircolazione del vento e le variabili micrometeorologiche per tutta l'estensione del dominio e per ciascuno step temporale.

La formulazione lagrangiana, inoltre, permette di valutare le ricadute al suolo sia nelle vicinanze delle varie sorgenti simulate sia a distanze più elevate.



La suite di programmi utilizzata si chiama CALPro Plus, versione 7.7.0, e si compone essenzialmente di vari moduli di calcolo.

CALPUFF, è il modello di dispersione degli inquinanti che, come già detto, è di tipo lagrangiano a puff gaussiani. Il sistema permette di descrivere in modo preciso la sorgente con i relativi dati emissivi e, sfruttando i dati meteorologici e orografici elaborati da CALMET, di valutare le concentrazioni al suolo. Il modello è stato impostato per valutare solamente gli inquinanti principali direttamente emesse dalle sorgenti e non gli inquinanti secondari.

Nel modello esistono vari tipi di sorgenti per le quali è possibile effettuare le simulazioni: puntuali, lineari, areali e volumetriche.

### Dati utilizzati

Per le modellazioni sono stati utilizzati i dati meteorologici in quota acquistati da ARPA Emilia Romagna relativamente ad un punto estratto dal dataset denominato "LAMA" (Limited Area Meteorological Analysis) il quale è stato prodotto sfruttando le simulazioni operative del modello meteorologico COSMO, i dati del database ASSAM (con cadenza oraria) e le osservazioni della rete meteorologica internazionale (dati GTS). L'input meteorologico è stato ricostruito dal modello CALMET (Scire et al., 1999). CALMET è un preprocessore meteo di tipo diagnostico che ha il compito di ricostruire i campi di vento 3D, ovvero i valori sia per il grigliato orizzontale che verticale del dominio, per ciascuna ora simulata, e tutti i parametri micro meteorologici 2D, ovvero per ciascun punto della griglia orizzontale, fondamentali per la simulazione della dispersione in atmosfera. Per parametrizzare adeguatamente la bassa atmosfera nell'area sottoposta allo studio è stata risolta derivando le informazioni micro-meteorologiche richieste dai dati del modello meteorologico nazionale LAMA gestito dal Servizio Idro-Meteo Clima dell'ARPA Emilia Romagna. Al fine di alimentare Calmet con tali dati, è stato utilizzato il sistema di ARPA Emilia Romagna per poter elaborare i dati grezzi del modello meteorologico nazionale LAMA e passandoli in input a CALMET come grigliato 3D di dati meteo.

Il "Sistema di modelli CALPUFF" è stato applicato ad un intero anno meteorologico di riferimento corrispondente al periodo 1 gennaio 2012 – 31 gennaio 2013 (per un totale di 8760 ore). Tale estensione temporale ha consentito di prendere in considerazione, dal punto di vista della turbolenza atmosferica e delle caratteristiche microclimatiche, le alternanze stagionali dei vari parametri.

Lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera è stato condotto su un'area vasta quadrata di 25 km<sup>2</sup> con lato di 5 km centrata sul sito dell'impianto. Il grigliato usato nelle varie simulazioni di questo studio è sempre con un passo di 100 x 100 m centrato rispetto al camino principale di ciascun impianto studiato e con un'estensione di 2,5 km dal centro (dominio quadrato di 5 x 5 km) e, quindi, con 50 x 50 celle di calcolo sul piano orizzontale.

Rispetto alla verticale, il dominio è composto da 9 livelli verticali le cui interfacce hanno le seguenti altezze (in m): 0, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1000, 1500, 2000. La definizione dello scenario consiste nello scegliere e caratterizzare i seguenti elementi:

- il dominio geografico in cui è presente la sorgente e l'area di ricaduta degli inquinanti,

- i parametri meteorologici
- la sorgente degli inquinanti che va descritta sia dal punto di vista geometrico che emissivo.

Le caratteristiche del dominio necessarie sia per il modello CALMET che per CALPUFF devono essere impostate per ciascuna cella orizzontale di cui è composta l'area in studio.

Queste caratteristiche sono:

1. coordinate orizzontali e verticali dei punti del grigliato (3D);
2. orografia;
3. uso del suolo.



**Figura 1.** Immagine da *Google Earth* dell'area del dominio di simulazione con la posizione delle emissioni dell'impianto.

Stabilito il dominio delle simulazioni, sono state elaborate le rispettive informazioni geofisiche. Tali elaborazioni sono state realizzate con l'ausilio dei preprocessori presenti all'interno del programma CALPro: TERREL, CTGPROC e MAKEGEO.

Il primo elabora l'altezza sul livello del mare per ciascuna cella del dominio ed è stato alimentato con i dati derivati dalla cartografia tematica regionale e, in particolar modo, dalle mappe di suolo digitale (DTM) con passo di circa 25 m. Le informazioni sull'uso del suolo sono state elaborate a partire dal dataset Europeo Corine Land Cover 2000 (con l'ultimo aggiornamento a fine 2009), convertite per rispettare la classificazione adottata da CALMET.



Per quanto riguarda i dati riferiti al suolo, CALMET richiede almeno i seguenti parametri orari:

- temperatura (K);
- precipitazione totale (cmH<sub>2</sub>O/h);

dati in quota servono i seguenti parametri orari:

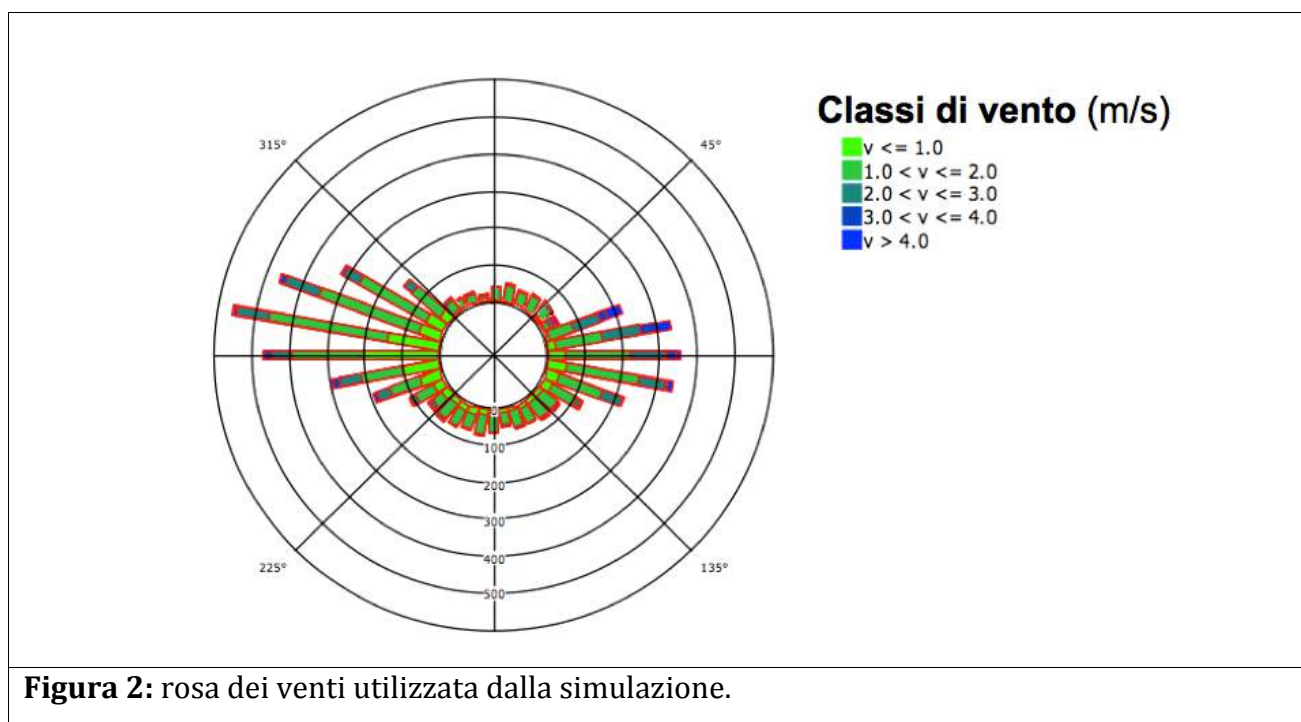
- pressione (hPa);
- altezza (m s.l.m.);
- temperatura (K);
- direzione vento (provenienza in ° da N) modulo vento (m/s);
- umidità relativa (%);
- rapporto di mescolanza (mixing ratio) del vapore d'acqua (g/kg) contenuto di acqua nelle nubi (g/kg).

### Radiazione solare globale

La radiazione solare nell'anno di riferimento 2013 mostra un valore medio pari a 124 W/m<sup>2</sup> con valori minimi invernali inferiori a 25 W/m<sup>2</sup> (come media giornaliera) e massimi estivi superiori a 300 W/m<sup>2</sup> in giugno-luglio.

### Vento

Il regime anemologico è caratterizzato dal 10 % di calme; il vento presenta una velocità media annuale pari a 1,5 m/s, e la direzione da ovest ha una media di 2,6 m/s (regime di brezza leggera), mentre da nord è in regime di bava di vento (0,9 m/s). Il vento ha direzioni principali da ovest con direzioni secondarie posizionate a nord ovest ed est-sud-est. I dati hanno distribuzione che nel 90% si colloca nelle classi di bava di vento o brezza leggera. Nel sito in esame la forma della valle e la vicinanza delle colline di fatto danno luogo ad una circolazione prevalente est-ovest ed una distribuzione angolare secondo la rosa dei venti (figura 2).

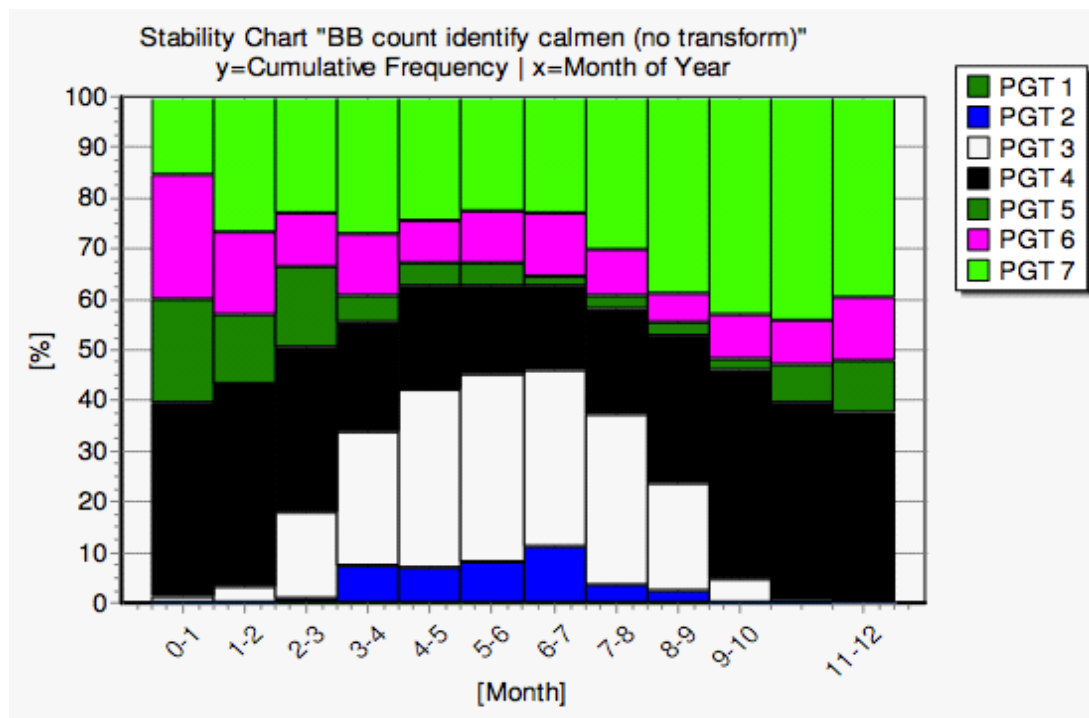


Le classi di stabilità atmosferica di Pasquill Gifford sono state calcolate a partire dalla velocità del vento e dalla radiazione solare secondo quanto suggerito dall'EPA.

Nello studio della dispersione in atmosfera delle sostanze inquinanti in generale, riveste una considerevole importanza l'analisi dei dati relativi alla stabilità atmosferica.

La stabilità atmosferica è di norma definita attraverso il gradiente termico verticale esistente, ossia attraverso le variazioni della temperatura dell'aria con la quota: da essa dipendono le modalità con le quali si verifica la dispersione nello strato limite atmosferico.

In genere, tale parametro atmosferico viene descritto attraverso le cosiddette classi di stabilità di Pasquill-Gifford. Esse comprendono tre classi (A, B e C) per l'atmosfera instabile, una classe (D) per l'atmosfera neutra e due classi (E ed F+G) per l'atmosfera stabile.



<b>Categoria A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione estremamente instabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica molto forte;</li> <li>• shear del vento molto debole.</li> </ul>
<b>Categoria B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione moderatamente instabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica media;</li> <li>• shear del vento moderato;</li> </ul>
<b>Categoria C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione debolmente instabile;</li> <li>• turbolenza molto debole;</li> <li>• shear del vento moderato-forte.</li> </ul>
<b>Categoria D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica);</li> <li>• turbolenza termodinamica molto debole;</li> <li>• shear del vento forte.</li> </ul>
<b>Categoria E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione debolmente instabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica molto debole;</li> <li>• shear del vento forte.</li> </ul>
<b>Categoria F + G</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione stabile o molto stabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica assente;</li> <li>• shear del vento molto forte.</li> </ul>

**Figura 3:** classi di Pasquill Gifford utilizzate dalla simulazione. Le categorie sono riportate nel grafico con il numero (A=1, B=2, ecc.)

Le condizioni meteorologiche sono caratterizzate dalla preponderanza delle classi di stabilità C e D, che determina situazioni di lieve instabilità e neutralità, seguite da condizioni di stabilità e turbolenza termodinamica assente, corrispondenti alla classe F+G.

Con questi dati è stato preparato il file 3D.DAT dato in input a CALMET insieme al file GEO.DAT generato precedentemente con i dati geo-fisici. Il modello CALMET così impostato, genera il file meteorologico di input al modello di dispersione degli inquinanti CALPUFF.

## Qualità dell'aria

Vengono riportati nelle successive tabelle i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria; i valori limite sono espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ad eccezione del Monossido di Carbonio espresso come  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) e il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293°K e ad una pressione di 101,3 kPa.

Il Dlgs 155/2010, ha definito i limiti per ogni inquinante considerato, ovvero: il biossido di zolfo; il biossido di azoto e gli ossidi di azoto; il monossido di carbonio; l'ozono; il benzene; il PM10; il PM2.5; il piombo; l'arsenico; il cadmio; il mercurio; il nichel gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

La norma definisce specifici valori limite con cui confrontare le valutazioni (misure e/o ricostruzioni modellistiche) realizzate per l'intero territorio regionale (ad esclusione dei luoghi di lavoro).

Se si considerano il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, il monossido di carbonio, il PM10, il piombo ed il benzene, vengono definiti uno o più valori limite, intendendo col termine valore limite un livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e/o per l'ambiente nel suo complesso. Tali valori limite sono riportati nella tabella 7 e sono quelli attualmente in vigore.

Inquinante	Scopo del valore limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Riferimento
<b>Biossido di Zolfo</b>	Protezione della salute umana	Media Oraria	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte in un anno	Dlgs 155/2010
		Media Giornaliera	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte l'anno	
	Protezione degli ecosistemi	Media annua nel periodo 1 ottobre - 31 marzo	20 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Biossido di azoto</b>	Protezione della salute umana	Media Oraria	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte l'anno	
		Media Annua	40 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Ossidi di Azoto</b>	Protezione degli ecosistemi	Media Annua	30 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Monossido di carbonio</b>	Protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	
<b>PM10</b>	Protezione della salute umana	Media giornaliera	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte l'anno	
		Media annua	40 µg/m <sup>3</sup>	
<b>PM2.5</b>	Protezione della salute umana	Media annua	25 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Benzene</b>	Protezione della salute umana	Media annua	5 µg/m <sup>3</sup>	

<b>Piombo</b>	Protezione della salute umana	Media annua	0.5 µg/m <sup>3</sup>	
---------------	-------------------------------	-------------	-----------------------	--

**Tabella 7:** limiti del Dlgs 155/2010.

Per tener conto degli effetti nocivi del biossido di zolfo e del biossido di azoto sulla salute umana, sono stati introdotti per tali inquinanti anche delle soglie di allarme, intendendo con soglia di allarme il livello oltre il quale vi è rischio per la salute umana in caso di esposizione a breve durata della popolazione nel suo insieme e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire. Tali soglie di allarme sono riportate nella tabella 8.

		soglia di allarme
Inquinante	Scopo del valore limite	
<b>Biossido di Zolfo</b>	soglia di rischio per la salute umana	500 µg/m <sup>3</sup>
<b>Biossido di Azoto</b>	soglia di rischio per la salute umana	400 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 8:** valori limite per il biossido di Zolfo e di azoto

Per quanto riguarda l'Ozono (D.Lgs. 183/2004) viene definito (tabella 9), sia per la protezione della salute umana che per la protezione della vegetazione):

- il valore obiettivo, cioè il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso;
- il valore obiettivo a lungo termine, Livello da raggiungere nel lungo periodo al di assicurare un efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;
- la soglia di informazione, cioè il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottati gli opportuni piani di azione;
- la soglia di allarme, cioè il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottati opportuni piani di intervento.



Limite	Indicatore	Valore	Riferimento
Valore Obiettivo per la protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell'anno	120 µg/m³ da non superare più di 25 giorni l'anno (come media su 3 anni)	D.Lgs. 183/2004
Valore Obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m³h (come media su 5 anni)	
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell'anno	120 µg/m³	
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m³h	
Soglia di informazione	Media oraria	180 µg/m³	
Soglia di allarme	Media oraria (misurata o prevista per 3 ore consecutive)	240 µg/m³	

**Tabella 8:** valori limite per l'ozono. AOT40 è la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m3 e 80 µg/m3 rilevate da maggio a luglio di un anno, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale.

Arsenico, il Cadmio, il Nichel e il Benzo(a)pirene (D.Lgs. 152/2007), hanno un valore obiettivo per la concentrazione di tali sostanze nel PM10. In questo caso il valore obiettivo è definito come la media annua di ognuna di tali sostanze nel PM10 stabilito al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente. Tali valori obiettivo sono riportati nella tabella seguente.

Inquinante	Valore Obiettivo	Riferimento
Arsenico	6 ng/m³	D.Lgs. 152/2007
Cadmio	5 ng/m³	
Nichel	20 ng/m³	
Benzo(a)pirene	1 ng/m³	
Tabella 9: valori limite di inquinanti nel PM10.		

Le Regioni e le Province autonome individuano le zone e gli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti sopra riportati sono al disotto del rispettivo valore obiettivo. In tali zone e agglomerati deve essere assicurato il mantenimento di detti livelli. Nelle zone in cui tali valori obiettivo sono superati, si evidenziano le aree di superamento e le fonti che contribuiscono a tale superamento. Sono stati adottati nei limiti delle risorse disponibili a legislazione vigente, le misure necessarie a perseguire il raggiungimento del valore obiettivo entro il 31 dicembre 2012, con priorità per le misure che intervengono sulle principali fonti di emissione.

Per l'analisi dello stato di qualità dell'aria sono stati utilizzati i dati registrati dalle centraline della Rete Provinciale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria della Regione Marche. Nello specifico sono state considerate le stazioni ubicate nelle vicinanze dell'impianto in progetto e le polveri sottili come inquinante di interesse (tabelle 11 ed 12). Il tipo di stazione definito dal campo "Tipo stazione" che ha i valori: T = traffico; I = industriale; F = fondo.

La geografia regionale è definita dal campo "Stazioni di tipo" che ha come valori del campo quelli riportati in prima colonna della tabella 10 ed i valori medi riportati nella seconda colonna della stessa:

Stazioni di tipo	Sigla utilizzata	Valore medio (mg/mc)
Traffico urbano	U (stazione T)	28.9
Fondo urbano	U (stazione F)	24.0
Fondo rurale e suburbano	R	17.9
Industriale suburbano	S	28.6
<b>Tabella 10:</b> valori medio di polveri sottili per tipologia di luogo geografico nella Regione Marche, media dei dati annuale (anno 2012), fonte: <a href="http://www.arpa.marche.it/index.php/salute-inquinamento-atmosferico">http://www.arpa.marche.it/index.php/salute-inquinamento-atmosferico</a> .		

Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	N° superamen □ V.L. (50 mg/mc)	Valore massimo (mg/mc) data	Media del periodo (V.L. annuo 40 mg/mc)	Dati □ disponibili
San Benedetto	T	U	22	85,0 (il 22/12)	25.9	219
Ascoli	F	U	4	63,5 (il	21.2	191

<b>Monticelli</b>				22/12)		
<b>Macerata Collevario</b>	F	U	0	50,6 (il 04/05)	17,8	191
<b>Civitanova Ippodromo</b>	F	R	2	60,5 (il 08/08)	19,7	256
<b>Montemonaco</b>	F	R	0	38,8 (il 30/07)	9,9	153
<b>Ripatransone</b>	F	R	0	47,6 (il 21/12)	12,5	194

**Tabella 11:** valori delle misure di polveri sottili, superamenti dal 01 GENNAIO al 31 DICEMBRE 2013, fonte: <http://www.arpa.marche.it/index.php/salute-inquinamento-atmosferico>

<b>Stazione</b>	<b>Tipo stazione</b>	<b>Tipo zona</b>	<b>N° superamen □ V.L. (50 mg/mc)</b>	<b>Valore massimo (mg/mc) data</b>	<b>Media del periodo (V.L. annuo 40 mg/mc)</b>	<b>Dati □ disponibili</b>
<b>San Benedetto</b>	T	U	14	86,9 (il 15/01)	45	31
<b>Ascoli Monticelli</b>	F	U	7	72,9 (il 15/01)	36,3	31
<b>Macerata Collevario</b>	F	U	0	32,1 (il 03/01)	16,4	31
<b>Civitanova Ippodromo</b>	F	R	2	69,4 (il 31/01)	29,5	30

<b>Montemonaco</b>	F	R	0	11 (il 14/01)	6,1	21
<b>Ripatransone</b>	F	R	0	33,8 (il 19/01)	15,5	31
<b>Tabella 12:</b> valori delle misure di polveri sottili, superamenti dal 1 GENNAIO al 31 GENNAIO 2014, fonte: <a href="http://www.arpa.marche.it/images/newsletter/44.pdf">http://www.arpa.marche.it/images/newsletter/44.pdf</a> .						

## Stima e valutazione degli impatti

### Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere l'emissione di polveri è principalmente dovuta a:

- polverizzazione ed abrasione delle superfici, causate da mezzi in movimento durante la movimentazione di terra e materiali;
- trascinamento delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiale incoerente (cumuli di inerti da costruzione, etc.);
- azione meccanica su materiali incoerenti e scavi con l'utilizzo di bulldozer, escavatori, ecc.;
- trasporto involontario di fango attaccato alle ruote degli autocarri.

La nuova costruzione prevede di realizzare:

- Opificio B, Superficie Utile 354 m<sup>2</sup>, con un movimento terra di circa 10 m<sup>3</sup>.
- Superficie pavimentata 1425 m<sup>2</sup>;
- Scavi per l'impianto di prima pioggia e l'impianto di fitodepurazione (a flusso sub-superficiale e a superficie libera), con massimo di circa 110 m<sup>3</sup> di terra movimentata.

La superficie esposta si può considerare pari a 0,179 ha. Il programma di intervento prevede una durata totale di circa 45 giorni.

La valutazione indicativa degli impatti considera che:

- l'area interessata dalle attività di cantiere sarà circa 354 m<sup>2</sup> per la costruzione dell'edificio e di 1425 m<sup>2</sup> interessati esclusivamente da operazioni di livellamento e compattazione. Lo scavo di terreno si prevede pari a circa 120 m<sup>3</sup>.
- La stima della produzione di polveri totali legate alle suddette attività viene effettuata attraverso l'utilizzo di opportuni fattori di emissione proposti dall'US EPA (*United States Environmental Protection Agency*) per le attività di cantiere (EPA, 2011). Considerando un valore medio di peso specifico del terreno pari a 1,8 t/m<sup>3</sup>, dal volume sopra citato (120 m<sup>3</sup>) si ricava una massa di materiale movimentato pari a 216 t.

Nella seguente tabella 13 è valutata la stima delle emissioni totali di polveri dalle fonti attività del cantiere e risospensione per l'azione erosiva del vento.

Attività / fattore di impatto	Operazione elementare	Fattore di Emission e	Quantità di Materiale	Superficie esposta	tempo di esposizione	Emissioni di Polveri
		(kg/tonn)	(tonn)	(ha)	(anni)	(tonn)
Realizzazione opificio B e pavimentazio ne	Carico mezzi	0,02	216			0,0045
	Scarico mezzi	0,02	216			0,0045
Risospensione dei materiali da parte del Vento		(tonn/ ha*anno)				
		0,85		0,179	0,12	0,0183
Polveri Totali (tonn)						0,02735

**Tabella 13:** Emissioni totali di polveri in cantiere ed emissione di polvere dovuta alla risospensione da parte del vento, calcolo, fonte per i fattori di emissione: EPA, 2011.

Dalle tabelle sopra riportate si ricava un'emissione di polveri complessiva pari a circa 0,027 t per il cantiere. Ipotizzando inoltre circa 45 giorni lavorativi totali per la realizzazione del progetto, si ottiene una produzione giornaliera di PTS (polveri totali sospese) pari a circa 0,61 kg/giorno.

Sebbene non sia possibile effettuare una stima accurata del tasso di deposizione in funzione della distanza dal cantiere, possono comunque essere svolti dei calcoli parametrici volti ad individuare l'ordine di grandezza della deposizione attesa di polveri (si vedano NSW, 2002; EPA, 2011).

Il modello calcola un fattore di deposizione sottovento alla sorgente, attraverso:

- il valore di emissione giornaliero pari a 0,61 kg/giorno;
- la sorgente, rappresentata mediante un flusso di polvere uniformemente distribuito su di una superficie verticale rettangolare di base 1 metro e di altezza variabile parametricamente.

Si ammette che la deposizione di polvere, sottovento alla sorgente, sia funzione della sola distanza dalla stessa e che i fenomeni di dispersione laterale delle polveri siano trascurabili (NSW, 2002; EPA, 2011).

Il metodo di stima degli impatti utilizzato fornisce una stima delle concentrazioni massime sottovento al cantiere, in condizioni meteorologiche critiche. Nei calcoli si assume che la velocità del vento sia sempre uguale a 2 m/s (EPA, 2011). Si osservi che il fattore di emissione



specifico, stimato precedentemente, è indipendente dalla velocità del vento e costituisce una stima cautelativa delle situazioni medie.

Variazioni della velocità del vento possono quindi modificare la sola modalità di dispersione: velocità limitate riducono l'area impattata, ma aumentano la deposizione di polvere nelle prossimità del cantiere; la situazione inversa si determina nel caso di elevate velocità del vento.

Le emissioni complessive calcolate sono ipotizzate distribuite su di un certo fronte lineare, ortogonale alla direzione del vento. Il fronte lineare di emissione è correlato alle dimensioni del cantiere: in questa sede si ipotizza, per semplicità di calcolo ed in maniera conservativa, che tale lunghezza di emissione sia pari alla radice quadrata della superficie del cantiere.

Riguardo al fronte di emissione occorrerebbe calcolare, in funzione della direzione del vento, la dimensione trasversale del cantiere e quindi ipotizzare una certa distribuzione delle emissioni all'interno di tale lunghezza. Poiché tale dimensione è sostanzialmente ignota, anche a causa delle diverse forme che essa assume durante le varie fasi di vita del cantiere stesso, si preferisce un approccio riproducibile in tutti i cantieri. Questo ha il vantaggio di fornire un'indicazione diretta e certa della relativa criticità di ogni singolo cantiere.

Si noti che a parità di altre condizioni, un'area minore comporta un rateo di deposizione più elevato (dovuto ad una maggiore emissione per unità di superficie).

Si ipotizza che le emissioni avvengano ad un'altezza variabile tra 0 e 5 m da terra. I livelli di deposizione delle polveri al suolo sono stimate a partire dalla loro velocità di sedimentazione gravimetrica. Cautelativamente, si ammette che le polveri non subiscano dispersione ("diluizione") in direzione ortogonale a quella del vento.

La velocità di sedimentazione dipende dalla granulometria delle particelle, che può essere nota solo con analisi di laboratorio da effettuarsi dopo che il Cantiere stesso sia già stato aperto. Le particelle di dimensione significativamente superiore ai 30  $\mu\text{m}$  si depositano nelle immediate prossimità del cantiere. La fascia dei primi 100 metri attorno ad ogni cantiere è quindi valutata, in relazione alle polveri, come significativamente impattata, lungo l'asse di trasporto del vento (est-ovest) indipendentemente da ogni calcolo numerico.

In questa fascia non ci sono recettori sensibili.

Per il calcolo dell'impatto delle polveri a distanze superiori, si suppone da dati di letteratura (DLWC, 2001; NSW 1998; 2002) che nel range 1-100  $\mu\text{m}$  la distribuzione dimensionale delle particelle di polvere sollevate da terra sia simile alla distribuzione dimensionale delle particelle che compongono il terreno. Nel caso in esame si può assumere la seguente composizione:

- 10% della massa in particelle con diametro equivalente inferiore a 10  $\mu\text{m}$ ;
- 10% della massa con diametro equivalente compreso tra 10 e 20  $\mu\text{m}$ ;
- 10% della massa con diametro equivalente compreso tra 20 e 30  $\mu\text{m}$ ;
- rimanente massa emessa con granulometria superiore, che si deposita nei primi 100 metri di distanza dal cantiere o all'interno del cantiere stesso, subito dopo l'emissione.

La velocità con cui le particelle di medie dimensioni sedimentano per l'azione della forza di gravità oscilla tra 0,6 e 3 cm/s.

Considerando le suddette velocità di deposizione, è possibile calcolare la distanza alla quale si depositano le particelle in funzione della velocità del vento e dell'altezza di emissione; tali distanze risultano (per particelle emesse a 5 metri da terra con vento a 2 m/s):

- particelle da 10 µm: 800 metri sottovento;
- particelle da 20 µm: 550 metri sottovento;
- particelle da 30 µm: 300 metri sottovento.

La deposizione di polvere in fasce di distanza dal cantiere è quindi calcolata sulla base delle ipotesi esposte, secondo le formule **[a.1]**:

$D_{<100\text{ m}} = \text{rilevante}$ $D_{100-300} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{300 L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{550 L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{800 L}$ $D_{300-550} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{550 L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{800 L}$ $D_{550-800} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{800 L}$	<b>[a.1]</b>
<p>dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>D_{xx}</math> è la deposizione (in g/m<sup>2</sup>.giorno) all'interno delle fasce di distanza indicate dal pedice "xx"; <math>D_{&lt;100\text{ m}}</math> può essere sovrastimato come <math>2 \cdot (D_{100-300})^3</math> - con un massimo di <math>(D_{100-300})^4</math>;</li> <li>• <math>L</math> è la lunghezza del cantiere e viene posta uguale a 200 (metri) per i cantieri mobili e ad <math>A^{0,5}</math>, per i cantieri fissi (incluse le aree tecniche), dove <math>A</math> è la superficie del cantiere in m<sup>2</sup>;</li> <li>• <math>F.E.</math> è l'emissione totale di polvere (in g/giorno).</li> </ul> <p>Fonti: Defra, 2005 e EPA, 2011 e riferimenti associati.</p>	

Una stima accurata del tasso di deposizione in funzione della distanza dai due tipi di cantiere è difficilmente elaborabile. L'impatto della deposizione delle polveri è valutato confrontando il tasso di deposizione gravimetrico con i valori degli indici di polverosità presentati nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente (da cui deriva la Normativa per la fissazione degli STANDARD: D.P.R. luglio 1991 -lgs n. 351 del 1999), riportati nella tabella 14.

Classe di Polverosità	Polvere Totale Sedimentabile (mg/m <sup>2</sup> giorno)	Indice Polverosità
I	< 100	Praticamente Assente

II	100 – 250	Basso
III	251 - 500	Medio
IV	501 - 600	Medio – Alto
V	> 600	Elevato

**Tabella 14.** Classi di Polverosità in funzione del tasso di deposizione.

Tipologia (m <sup>2</sup> )	Distanza Cantiere (m)	Impatto (mg/m <sup>2</sup> giorno)	Definizione qualitativa di impatto come Indice di polverosità
Cantiere 7900 m <sup>2</sup>	< 100	167,8 (valore massimo=367,1)	Basso (valore massimo Medio)
	100 - 300	4,4	Praticamente Assente
	300 - 550	2,1	Praticamente Assente
	550 - 800	0,9	Praticamente Assente

**Tabella 15.** Impatto della Polverosità in funzione del tasso di deposizione.

I dati riportati nella Tabella 15 mostrano, sulla base delle ipotesi fatte, come l'impatto dovuto alla deposizione di materiale aerodisperso sia praticamente assente per tutte le distanze superiori a 100 m. Considerando che il primo ricettore sensibile (civile abitazione) dista circa 120 m in direzione –nord-ovest rispetto all'impianto ed è mascherata dall'edificio opificio C, mentre il secondo è a nord ed è mascherato dall'opificio A, si può ritenere che l'impatto di cantiere non sia significativo neppure nell'area interna a 100 m dove l'impatto è basso (con possibile picco massimo localizzato a medio). Inoltre si ricorda che la fase di cantiere avrà una durata temporale limitata (circa 45 giorni).

Si può notare come l'approccio adottato sia assolutamente cautelativo ed i valori sovrastimati, quindi il valore stimato rappresenta la massima deposizione che potrebbe verificarsi sottovento al cantiere e non quella media nel punto considerato.

La gestione di cantiere e la programmazione dei lavori sarà comunque finalizzata a contenere la durata delle fasi con massimo impatto.

### Impatti post operam

### Impatti dei Mezzi in arrivo

Considerando che allo stato attuale la media di mezzi che arrivano è un mezzo l'ora e che in futuro si potrà avere al massimo un raddoppio e che il picco potrà essere tre mezzi per ora, valutando che il tempo all'interno dell'impianto è di 5 minuti si possono calcolare i consumi.

Si considerano quindi 1, 2, 3 mezzi pesanti con un consumo medio di 20 litri/ora, si hanno tre scenari (tabella 16).

numero mezzi	Ora/giorno mezzo	litri/ora	kg/litro	kg gasolio/giorno	scenario
1	0,167	20	0,85	2,83	attuale
2	0,167	20	0,85	5,67	post operam
3	0,167	20	0,85	8,50	picco

**Tabella 16.** Consumi giornalieri di gasolio dai mezzi pesanti in arrivo all'azienda, considerando tre scenari.

Considerando i coefficienti CORINAIR 2002 (bulk emission factor), presentati nella seconda colonna della tabella 17, si ottengono le emissioni per scenario (terza, quarta e quinta colonna rispettivamente).

	bulk emission factor, CORINAIR 2002 per il gasolio	Scenario		
		attuale (g/giorno)	post operam (g/giorno)	picco (g/giorno)
CO (g/kg di gasolio)	11,13	31,54	63,07	536,10
NO <sub>x</sub> (g/kg di gasolio)	18,18	51,51	103,02	875,67
Nm VOC (g/kg di gasolio)	1,79	5,07	10,14	86,22
CH <sub>4</sub> (g/kg di gasolio)	0,07	0,20	0,40	3,37
PM (g/kg di gasolio)	2,90	8,22	16,43	139,68
CO <sub>2</sub> (g/kg di gasolio)	3,11	8,81	17,62	149,80

**Tabella 17.** Fattori di emissione ed emissioni giornaliere dai mezzi pesanti in arrivo/partenza, considerando tre scenari.

Le emissioni sono riportate in tabella 18.

	Scenario		
	attuale	post operam	picco
CO (kg giorno)	3,15E-02	6,31E-02	5,36E-01
NO <sub>x</sub> (kg giorno)	5,15E-02	1,03E-01	8,76E-01
Nm VOC ((kg giorno)	5,07E-03	1,01E-02	8,62E-02
CH <sub>4</sub> (kg giorno)	1,98E-04	3,97E-04	3,37E-03
PM (kg giorno)	8,22E-03	1,64E-02	1,40E-01
CO <sub>2</sub> (kg giorno)	8,81E-03	1,76E-02	1,50E-01
<b>Tabella 18.</b> emissioni giornaliere in kg giorno di inquinante, provocate da arrivi e partenze dai mezzi pesanti all'azienda, considerando tre scenari.			

L'impatto derivante è significativo, locale e globale (per l'effetto serra) ma trascurabile nel contesto. Inoltre l'incremento reale rispetto all'attuale è considerabile intorno al 50% di emissione, trascurabile se si considera che la logistica dell'azienda è volta al recupero di materia.

### Impatti delle emissioni aziendali

L'azienda attualmente non punti di emissione. Lo scenario futuro prevede i seguenti punti di emissione con coordinate 43°8'16" N, 13°43'29" E. I punti di emissione ed i flussi sono indicati in tabella 19.

Le emissioni considerate sono sovradimensionate di circa il doppio, cosa che permette di eseguire uno scenario modellistico privo di emissioni fuggitive, considerando queste ricomprese all'interno del flusso totale.

Sigla emissione	Portata (Nmc/h)	Durata emissione assimilata h/giorno	Durata emissione assimilata g/anno	Impianto	Temperatura (°C)	Sistema di abbattimento
<b>E1</b> <b>h=10 m</b>	5.000	10	300	Calcinazione	150	C+AD+ FT+AD+AU
<b>E2</b> <b>h= 10 m</b>	4.000	10	300	Granulazione	20	FT
<b>E3</b>	10.000	10	300	Triturazione	20	FT+ADC+AU



<b>h=10 m</b>						
<b>E4</b> <b>h=10 m</b>	1.400	4	300	Silos ceneri e polveri	20	FT
<b>E5</b> <b>h=10 m</b>	500	24	300	Silos liquidi	20	ADC
<b>LC01</b> <b>h=5 m</b>	200	8	120	Stufa a pellets non significativa	80	-

**Tabella 19.** Punti di emissione, impianto e sistemi di abbattimento

Per la determinazione degli impatti sulla qualità dell'aria e dei suoli è stato considerato, conservativamente, che l'impianto funzioni al carico massimo per la totalità delle 300 ore di funzionamento. Le simulazioni delle dispersioni in atmosfera degli inquinanti sono state effettuate utilizzando una sorgente puntuale posizionata in corrispondenza dell'opificio B e considerando lo scenario emissivo caratteristico del funzionamento dello stesso al carico massimo come sarebbe in esercizio. In tale condizione la temperatura dei fumi in uscita dal punto E1 è inferiore rispetto alla temperatura reale: ciò comporta un minor innalzamento del pennacchio e, quindi, maggiori ricadute di inquinanti al suolo. Per ogni tipologia di emissione sono stati riportati sia i valori totali calcolati con tutti i punti di emissione funzionanti contemporaneamente (valore riportato in **GRASSETTO**), che il valore reale calcolato con i punti realmente funzionanti contemporaneamente. Nelle situazioni di presenza di una linea asservita ad un solo macchinario è stato riportato un solo valore.

A livello di calcolo preventivo ai fini della valutazione dello studio di impatto ambientale per la verifica della ricaduta al suolo si useranno i valori massimi anche se non si potrà mai verificare una tale situazione.

Viene inoltre effettuata una valutazione sulle ricadute simulando un'ulteriore scenario massimo ammissibile con un valore delle emissioni aumentato del 50% rispetto a quello calcolato sulla base di stime effettuate in base alle ipotizzate perdite di lavorazione da aspirare ed abbattere per mantenere un ambiente di lavoro efficiente e nel rispetto delle normative di sicurezza e salute dei lavoratori. La percentuale di abbattimento utilizzata nel calcolo delle emissioni è stata approssimata per tutti gli impianti di abbattimento al 95% per uniformità di calcolo (tabella 20).

<b>Inquinante</b>	<b>Flusso di massa/ora</b>	<b>Flusso di massa/giorno</b>	<b>Flusso di massa/anno</b>	<b>Metodo applicato</b>
	kg/h	kg/g	t/a	
TABELLA C CLASSE IV+V (emissioni con tutti i punti realmente funzionanti in contemporaneità)  Ossidi di azoto e altri composti dell'azoto compresa ammoniacca	<b>0,675</b>	<b>5,93</b>	<b>1,040</b>	<b>UNI EN 14792:2006</b>  <b>UNI EN 10878.2000</b>
TABELLA C CLASSE V (emissioni calcolata con i punti realmente funzionanti)  Ossidi di zolfo e altri composti dello zolfo  E1.1	<b>0,375</b>	<b>3,75</b>	<b>0,7500</b>	<b>UNI EN 10393:1995</b>  <b>UNI EN 14791:2006</b>
TABELLA C CLASSE V (NO <sub>x</sub> )	<b>0,25</b>	<b>2,5</b>	<b>0,500</b>	<b>UNI EN 14792:2006</b>  <b>UNI EN 10878.2000</b>
TABELLA C CLASSE IV  Ammoniaca	<b>0,26</b>	<b>2,23</b>	<b>0,540</b>	<b>UNI EN 14792:2006</b>  <b>UNI EN 10878.2006</b>
<b>TABELLA D - Classi I+II+III+IV+V (E5+ E3.1+E3.2+E3.3)</b>	<b>0,918</b>	<b>7,024</b>	<b>1,8192</b>	<b>UNI EN 13649</b>
TABELLA D - Classi I+II+III+IV+V (E3.1+E3.2+E5)	<b>0,838</b>	<b>6,704</b>	<b>1,7232</b>	<b>UNI EN 13649</b>
SOV come TOC - E1.1	<b>0,25</b>	<b>2,5</b>	<b>0,500</b>	<b>UNI EN 12619:2013</b> <b>COT&gt;20mg/Nm<sup>3</sup></b>

<b>TABELLA B</b> <b>Metalli e relativi composti E1+E3</b>	<b>0,0496</b>	<b>0,41664</b>	<b>0,058272</b>	<b>UNI EN 14385:2004</b>
TABELLA B Metalli e relativi composti E1.1+E3.1+E3.2( <b>E3.3 non funzionante</b> )	<b>0,02356</b>	<b>0,21328</b>	<b>0,046864</b>	<b>UNI EN 14385:2004</b>
TABELLA B Metalli e relativi composti E1.1+E3.1+E3.2+E3.3( <b>E3.3 funzionante</b> )	<b>0,0248</b>	<b>0,21344</b>	<b>0,048352</b>	<b>UNI EN 14385:2004</b>
<b>TABELLA A1 CLASSE II</b> <b>Arsenico e suoi composti espresso come As</b>	<b>0,002</b>	<b>0,01728</b>	<b>0,002856</b>	UNI EN14385:2004
TABELLA A1 CLASSE II Arsenico e suoi composti espresso come As	<b>0,00112</b>	<b>0,01056</b>	<b>0,00244</b>	UNI EN14385:2004
Polveri (E1.1+E2.1+E2.2+E2.3+E3.1+E3.2+E4 )	<b>0,204</b>	<b>1,596</b>	<b>0,4048</b>	<b>UNI EN 13284-1-2003</b>
<b>Polveri (E1.+E2+E3+E4)</b>	<b>0,304</b>	<b>2,436</b>	<b>0,4448</b>	<b>UNI EN 13284-1-2003</b>
<b>Cloro e suoi composti (Espresso come HCl)</b>	<b>0,1225</b>	<b>1,03</b>	<b>0,172</b>	UNI EN1911:2010
Cloro e suoi composti (Espresso come HCl)	<b>0,0725</b>	<b>0,63</b>	<b>0,146</b>	UNI EN1911:2010
<b>Fluoro , e suoi composti</b> <b>Bromo, e suoi composti</b> <b>Acido Solfidrico</b>	<b>0,0735</b>	<b>0,618</b>	<b>0,1032</b>	ISO 15713:2006  UNI EN 1911:2010  EPA METHOD 15-15A  EPA METHOD 16-16A-16B

Analizzando le concentrazioni di NO<sub>2</sub> aumenterebbero di una quantità trascurabile in seguito alla messa in esercizio del nuovo impianto.

Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub> si ha un lieve incremento rispetto allo stato attuale.

Alla luce dei risultati ottenuti si può affermare che la realizzazione dell'impianto manterrebbe sostanzialmente inalterata la qualità dell'aria.

I recettori sono i seguenti, e sono riportati in cartografia.

		<b>distanza (m)</b>	<b>Tipologia</b>
Recettori	R1	135	Civile
	R2	178	Civile
	R3	121	Civile

	R4	487	Industriale
	R5	510	Semiurbano

**Tabella 21.** Recettori utilizzati.

Di seguito i valori massimi nel dominio (considerando la produzione di PM secondario). I massimi orari sono calcolati solo per gli inquinanti maggiori.

Di seguito sono riportati i valori massimi nel dominio con le emissioni previste aumentate del 50%

Massimi di dominio delle concentrazioni stimate dal modello					
WHO Air Quality Guidelines	Inquinante		Concentrazione		
		Unità di misura	Media Anno	Massimo orario	Massimo giornaliero
10	SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	8,90E-03	5,34E-01	1,07E-01
30	NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup>	4,45E-01	2,67E+00	7,92E-01
40	NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	3,56E-01	1,78E+00	6,85E-01
20	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,78E-02	2,67E-01	8,90E-02
10	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	2,70E-03	4,05E-02	1,35E-02
	Cd	ng/m <sup>3</sup>	1,10E-04	1,07E-02	
	As	ng/m <sup>3</sup>	2,47E-04	2,40E-02	
	Pb	ng/m <sup>3</sup>	4,13E+00	4,01E+02	
	Ni	ng/m <sup>3</sup>	1,56E-04	1,51E-02	
	VOC	µg/m <sup>3</sup>	8,01E-02	1,87E+00	
	IPA	pg/m <sup>3</sup>	3,37E-03	3,28E-01	
	Tl	ng/m <sup>3</sup>	1,83E-04	1,78E-02	
1000	Hg	ng/m <sup>3</sup>	1,10E-03	1,07E-01	
150	Mn	ng/m <sup>3</sup>	4,58E-03	4,45E-01	
1000	V	ng/m <sup>3</sup>	9,17E-05	8,90E-03	
	Zn	ng/m <sup>3</sup>	2,75E-04	2,67E-02	

**Tabella 22.** Massimi di concentrazione da modello (valori aumentati del 50%).



Di seguito sono riportati i massimi di concentrazione con le emissioni previste.

<b>Massimi di dominio delle concentrazioni stimate dal modello</b>					
WHO Air Quality Guidelines	Inquinante		Concentrazione		
		Unità di misura	Media Anno	Massimo orario	Massimo giornaliero
10	SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	5,00E-03	3,00E-01	6,00E-02
30	NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup>	2,50E-01	1,50E+00	4,45E-01
40	NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	2,00E-01	1,00E+00	3,85E-01
20	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,00E-02	1,50E-01	5,00E-02
10	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,52E-03	2,28E-02	7,60E-03
	Cd	ng/m <sup>3</sup>	6,20E-05	6,00E-03	
	As	ng/m <sup>3</sup>	1,39E-04	1,35E-02	
	Pb	ng/m <sup>3</sup>	2,32E+00	2,25E+02	
	Ni	ng/m <sup>3</sup>	8,75E-05	8,50E-03	
	VOC	µg/m <sup>3</sup>	4,50E-02	1,05E+00	
	IPA	pg/m <sup>3</sup>	1,90E-03	1,84E-01	
	Tl	ng/m <sup>3</sup>	1,03E-04	1,00E-02	
1000	Hg	ng/m <sup>3</sup>	6,20E-04	6,00E-02	
150	Mn	ng/m <sup>3</sup>	2,58E-03	2,50E-01	
1000	V	ng/m <sup>3</sup>	5,15E-05	5,00E-03	
	Zn	ng/m <sup>3</sup>	1,55E-04	1,50E-02	

**Tabella 22.** Massimi di concentrazione da modello.

Di seguito sono riportati i valori massimi con

<b>Massimi di dominio delle concentrazioni stimate dal modello</b>			
WHO Air Quality	Inquinante		Concentrazione massima ai recettori sensibili

Guidelines							
		Unità di misura	R1	R2	R3	R4	R5
10	SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	3,95E-01	6,00E-02	4,41E-01	4,39E-03	4,19E-03
30	NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,98E+00	3,00E-01	2,21E+00	3,26E-02	3,11E-02
40	NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,32E+00	2,00E-01	1,47E+00	2,81E-02	2,69E-02
20	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,98E-01	3,00E-02	2,21E-01	3,66E-03	3,49E-03
10	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	3,00E-02	4,55E-03	3,35E-02	5,54E-04	5,29E-04
	Cd	ng/m <sup>3</sup>	7,91E-03	1,20E-03	8,83E-03	5,54E-04	5,29E-04
	As	ng/m <sup>3</sup>	1,78E-02	2,70E-03	1,98E-02	4,39E-04	4,19E-04
	Pb	ng/m <sup>3</sup>	2,96E+02	4,50E+01	3,31E+02	9,88E-04	9,43E-04
	Ni	ng/m <sup>3</sup>	1,12E-02	1,70E-03	1,25E-02	1,65E+01	1,57E+01
	VOC	µg/m <sup>3</sup>	1,39E+00	2,10E-01	1,55E+00	6,21E-04	5,94E-04
	IPA	pg/m <sup>3</sup>	2,43E-01	3,68E-02	2,71E-01	7,67E-02	7,33E-02
	TI	ng/m <sup>3</sup>	1,32E-02	2,00E-03	1,47E-02	1,34E-02	1,28E-02
1000	Hg	ng/m <sup>3</sup>	7,91E-02	1,20E-02	8,83E-02	7,31E-04	6,98E-04
150	Mn	ng/m <sup>3</sup>	3,29E-01	5,00E-02	3,68E-01	4,39E-03	4,19E-03
1000	V	ng/m <sup>3</sup>	6,59E-03	9,97E-04	7,35E-03	1,82E-02	1,74E-02
	Zn	ng/m <sup>3</sup>	1,98E-02	3,00E-03	2,21E-02	4,39E-03	4,19E-03

**Tabella 23.** Massimi di ricaduta ai recettori (con emissioni aventi incremento del 50%).

Sopra sono riportati i valori massimi ai recettori sensibili

I risultati delle simulazioni sono riportati nelle figure seguenti Sim1, Sim 7.

Figura Sim1: Concentrazioni NO<sub>x</sub>, max orarie

Figura Sim1: Concentrazioni COV, massimo orario.



Figura Sim2: Concentrazioni COV, massimo orario.

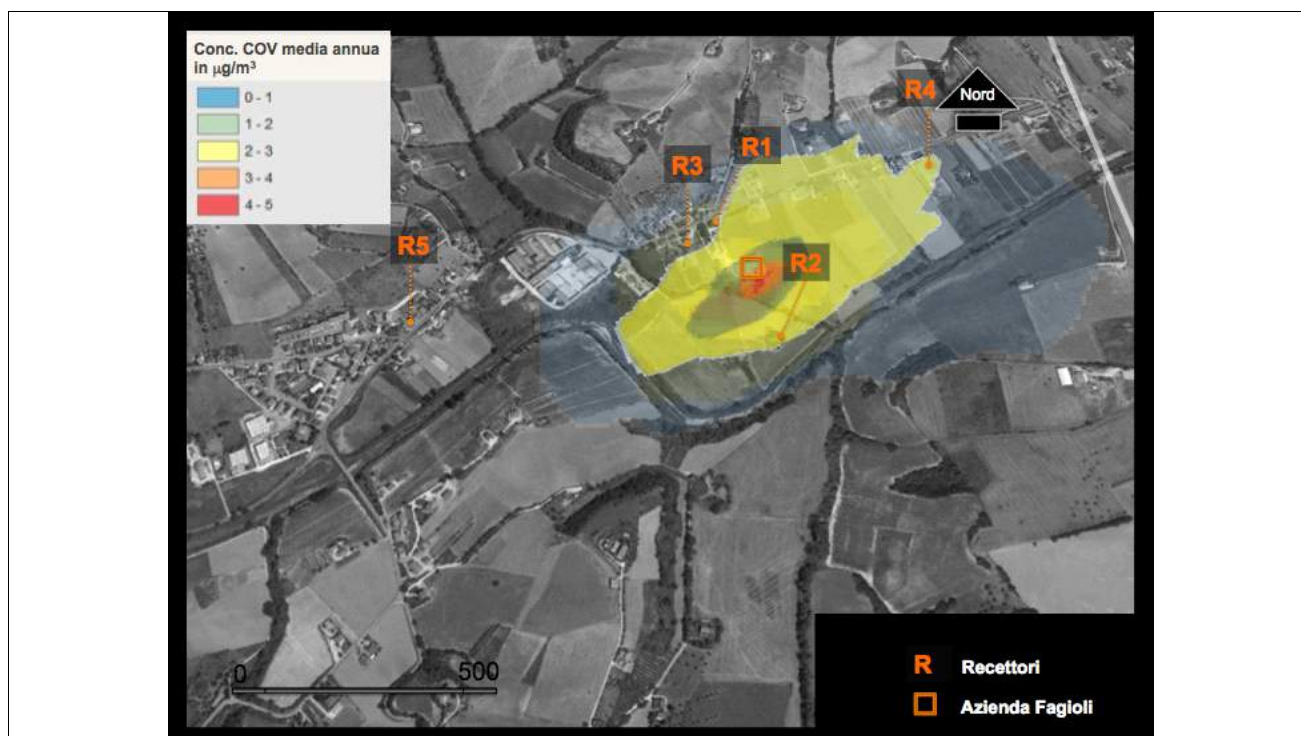


Figura Sim3: Concentrazioni COV, media annua.



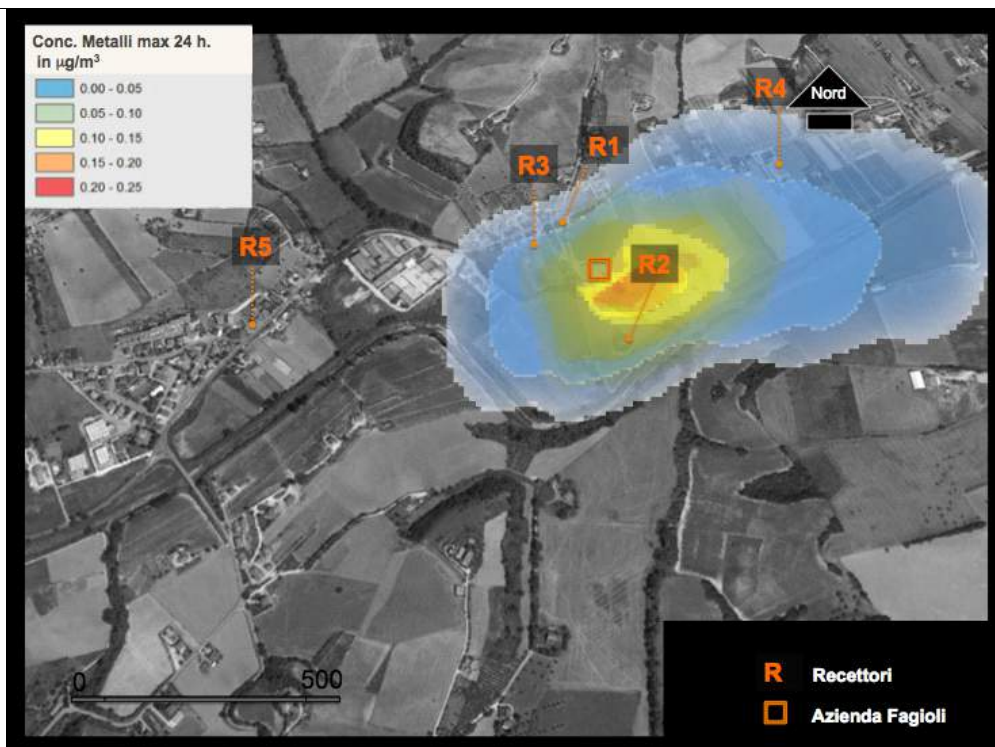


Figura Sim4: Concentrazioni Metalli, massimo orario.



Figura Sim5: Concentrazioni metalli media annua.

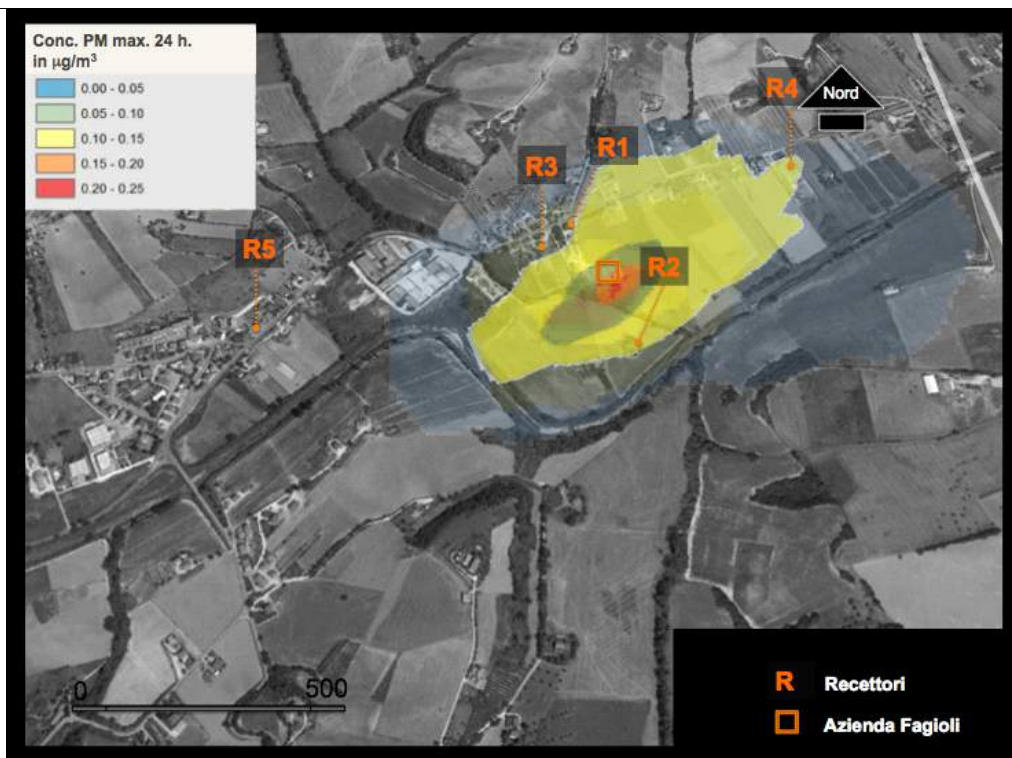


Figura Sim6: Concentrazioni PM, massimo orario.

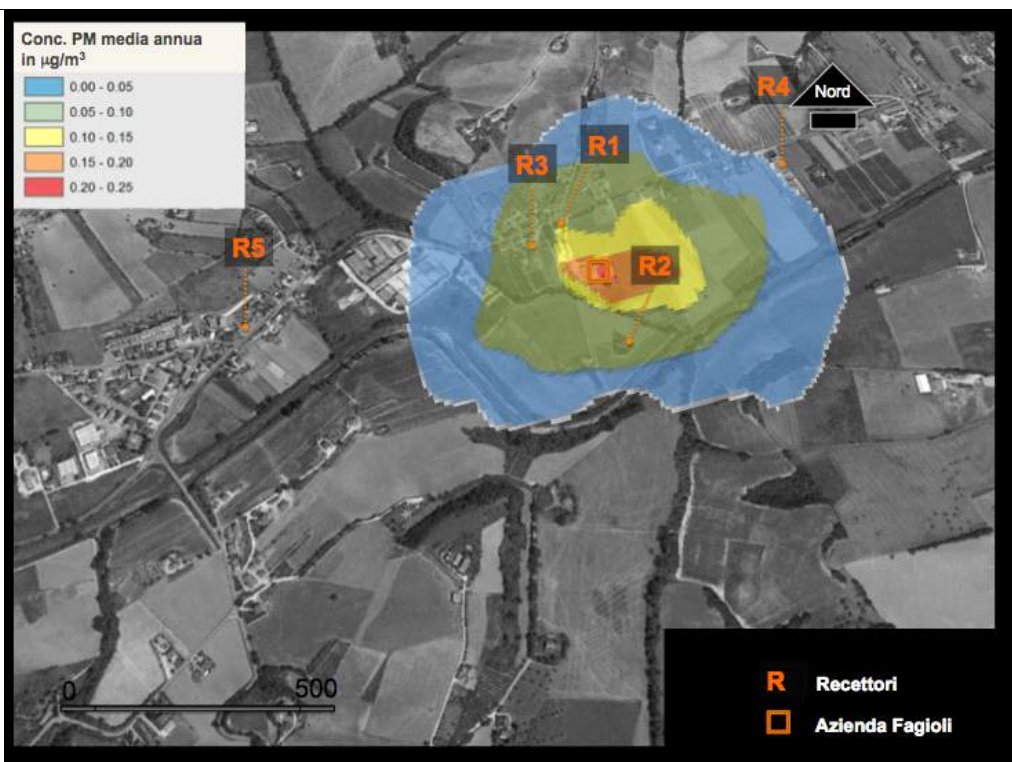


Figura Sim7: Concentrazioni PM, media annua.

## Concentrazione nei terreni

Al fine di prevedere l'impatto dell'impianto sulla concentrazione nel terreno di sostanze di classe I, II e III e metalli pesanti per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale indicato nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta del D. Lgs. 152/2006 è stata svolta un'analisi di sensitività per stimare le quantità massime di tali inquinanti accumulate nel suolo per diversi valori dell'altezza e della densità dello strato superficiale di terreno interessato dalle deposizioni.

Le ipotesi conservative su cui si basa tale stima sono:

- le sostanze di classe I, II e III e i metalli pesanti si accumulano soltanto nello strato superficiale del suolo e non vengono dilavati dalla pioggia;
- il periodo di accumulo è pari a 30 anni (periodo di vita dell'impianto previsto).

Ai fini della simulazione è stata considerata una distribuzione granulometrica del particolato tipica di un impianto di rifiuti, (*U.S EPA Appendix B.1 Particle Size Distribution Data and Sized Emission Factors for Selected Sources; chapter 2.1*).

Per la stima della percentuale in peso delle varie classi granulometriche di particolato in uscita dal camino, essendo presente un sistema di filtrazione (filtro a tessuto), sono stati applicati i coefficienti di abbattimento indicati, per le varie classi granulometriche, in *Tabella 2.3* del documento *U.S EPA Appendix B.2 Generalized Particle Size distribution*.

Per quanto riguarda le deposizioni umide sono stati utilizzati i coefficienti di *scavenging* per le precipitazioni piovose e nevose, riportati in *"La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria"* (Sozzi, 2004).

## Composti delle classi I, II, III

Dall'analisi dei dati emerge che la cella del dominio di calcolo in cui si verifica la deposizione massima, pari a  $2,8 \cdot 10^{-13} \text{ g m}^{-2} \text{ anno}^{-1}$ , è quella situata a Est e Ovest dell'impianto, nelle immediate vicinanze dello stesso.

Il limite viene equiparato con quello per le diossine che è il più basso per i composti organici nei suoli.

Deposizione annuale massima	Periodo di accumulo	Q.tà accumulata massima	Altezza dello strato superficiale di terreno	Densità dello strato superficiale di terreno	Accumulo nello strato superficiale	Limite D. Lgs 152/06 (come mg PCDD/kg)
[g/m <sup>2</sup> *anno]	[anni]	[mg/m <sup>2</sup> ]	[mg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[mg/kg]	[mg/kg]
$2,8 \cdot 10^{-13}$	30	$6,0 \cdot 10^{-9}$	0,15	1500	$2,2 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-5}$
$2,8 \cdot 10^{-13}$	30	$6,0 \cdot 10^{-9}$	0,15	1750	$4,1 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-5}$
$2,8 \cdot 10^{-13}$	30	$6,0 \cdot 10^{-9}$	0,3	1500	$1,1 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-5}$
<b>Tabella 23</b> Inquinamento da sostanze dei gruppi I, II, III, nei terreni.						



## Metalli Pesanti

Considerando che i limiti di emissione in atmosfera dei metalli pesanti per un impianto di trattamento rifiuti, normati nel punto 3. Parte A dell'Allegato 1 del D. Lgs. 11 Maggio 2005, n. 133, sono espressi in funzione della natura chimica dei metalli (divisi in tre classi, rispettivamente Cd+Tl, Hg, altri elementi) e che i limiti di concentrazione nel terreno, imposti dalla tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta del D. Lgs. 152/2006, sono invece specifici per ogni singolo elemento chimico, per poter effettuare un confronto tra le deposizioni dovute all'impianto e i valori limite nei suoli si è deciso, cautelativamente, di:

- considerare le deposizioni separate delle tre classi individuate nel punto 3. Parte A dell'Allegato 1 del D. Lgs. 11 Maggio 2005, n. 133;
- confrontare i valori di accumulo nel terreno per le tre classi considerate con il limite più basso (riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta del D. Lgs. 152/2006) tra quelli relativi agli elementi di ciascuna classe.
- Cadmio+Tallio e Loro Composti
- Mercurio e Suoi Composti
- Altri Metalli Pesanti

In ogni caso si nota come i valori sono al di sotto dei limiti di legge, per alcuni ordini di grandezza.

Deposizione annuale massima	Periodo di accumulo	Quantità accumulata a massima	Altezza dello strato superficiale e di terreno	Densità dello strato superficiale e di terreno	Accumulo nello strato superficiale	Limite D. Lgs 152/06	
[g/m <sup>2</sup> *anno]	[anni]	[mg/m <sup>2</sup> ]	[mg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[mg/kg]	(come mg Tl/Hg/kg)	(come mg metallo/kg)
2,1*10 <sup>-7</sup>	30	6,0*10 <sup>-9</sup>	0,15	1500	2,2*10 <sup>-5</sup>	1	2
2,1*10 <sup>-7</sup>	30	6,0*10 <sup>-9</sup>	0,15	1750	4,0*10 <sup>-5</sup>	1	2
2,1*10 <sup>-7</sup>	30	6,50*10 <sup>-9</sup>	0,3	1500	1,0*10 <sup>-5</sup>	1	2

**Tabella 24** Inquinamento da Metalli nei terreni.

## Conclusioni

Alla luce dei risultati dello studio eseguito si può concludere che:

- lo stato di qualità dell'aria che emerge dall'analisi dei dati monitorati dalle stazioni di monitoraggio risulta buono: i limiti di legge sulla qualità dell'aria imposti dal D.M. 60/2002 sono ampiamente rispettati per tutti gli inquinanti analizzati;
- la quantità di sostanze nelle classi I, II, III e delle varie classi di metalli pesanti considerate accumulata nel terreno nel punto dove si verifica la massima deposizione è, in ogni caso, almeno quattro ordini di grandezza inferiore al limite imposto dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta del D. Lgs. 152/2006.

Indipendentemente, quindi, dalla qualità attuale dei suoli, il contributo delle deposizioni dovute all'esercizio del proposto impianto può esser considerato non significativo.

## Riferimenti bibliografici

Defra (2005). Air Quality Expert Group: Particulate Matter in the United Kingdom, Department for the Environment, Food and Rural Affairs- Crown, London. Available at: <http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/aqeg/contents.pdf>

DLWC (2001) Guidelines for Erosion and Sediment Control on Building Sites. Department of Land and Water Conservation, Windsor.

EPA (2011). AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories & Emissions Factors. Available at: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch13/>

NSW Environmental Protection Authority (2002) Model EMP: Environmental Management Plan for Landscaping Works. NSW EPA, Sydney. Available at: [www.epa.nsw.gov.au](http://www.epa.nsw.gov.au)

NSW Department of Housing (1998) Managing Urban Stormwater: soils and construction. NSW Department of Housing, Sydney. Available at: [www.epa.nsw.gov.au](http://www.epa.nsw.gov.au)

Scire J.S., F.R. Robe, M. E. Fernau, R. J. Yamartino (1999). A User's guide for the CALMET meteorological model – Version 5.0, Internal report Earth Tech inc.

Sozzi, R. (2004) La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Aria. APAT, RTI CTN\_ACE XX/2003, Firenze.

## **Appendice: Qualità dell'aria e Modellistica degli inquinanti atmosferici**

### **Indice**

<b>Appendice: Qualità dell'aria e Modellistica degli inquinanti atmosferici .....</b>	<b>37</b>
Qualità dell'aria: valori guida .....	38
Emissioni diffuse o fuggitive .....	39
<b>Parametri usati per la valutazione previsionale .....</b>	<b>41</b>
<b>Risultati del modello .....</b>	<b>45</b>

## Qualità dell'aria: valori guida

Le linee guida per la qualità ambientale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, *World Health Organization*, identificano gli obiettivi di qualità per la qualità dell'aria, dove gli obiettivi intermedi (*Interim targets*) sono rilasciati in riconoscimento della necessità di un approccio graduale per raggiungere i valori consigliati dalle linee guida.

Inquinante	Periodo di media	Valore della linee guida in microgrammi per metro cubo
Sulfur dioxide (SO <sub>2</sub> )	24-hour	125 (Interim target-1) 50 (Interim target-2) 20 (guideline)
	10 minute	500 (guideline)
Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> )	1-year	40 (guideline)
	1-hour	200 (guideline)
Particulate Matter PM <sub>10</sub>	1-year	70 (Interim target-1) 50 (Interim target-2) 30 (Interim target-3) 20 (guideline)
	24-hour	150 (Interim target-1) 100 (Interim target-2) 75 (Interim target-3) 50 (guideline)
Particulate Matter PM <sub>2.5</sub>	1-year	35 (Interim target-1) 25 (Interim target-2) 15 (Interim target-3) 10 (guideline)
	24-hour	75 (Interim target-1) 50 (Interim target-2) 37.5 (Interim target-3) 25 (guideline)
Ozone	8-hour daily maximum	160 (Interim target-1) 100 (guideline)

**Tabella A1:** Valori guida, i valori guida del PM (PM 24-hour value) è dato dal 99esimo percentile.

I dati sono ricavati da: World Health Organization (WHO). Air Quality Guidelines Global Update, 2005.

## Emissioni diffuse o fuggitive

Le emissioni fuggitive sono considerate basse ed irrilevanti per una poter seguire un approccio di modellazione preliminare per i seguenti motivi:

- l'azienda non prevede una grande quantità di attrezzature ed operazioni di reimballo in atmosfera libera;
- le operazioni saranno eseguite all'interno dei capannoni dove esistono dei punti di aspirazione;
- le attrezzature prevedono un numero limitato di componenti impiantistiche (Equipment in tabella A2);
- Ad impianti ultimati verrà seguito il concetto di miglioramento continuo del sistema di gestione applicato anche per individuare e ridurre le emissioni fuggitive attraverso l'applicazione di Deming o spirale del miglioramento continuo di tipo LDAR (Leak Detection and Repair), relativo alle emissioni fuggitive.

Nell'ambito delle emissioni in atmosfera, le emissioni diffuse hanno acquisito dignità tecnica e importanza pari a quella delle emissioni convogliate: sono definite emissioni fuggitive quelle che possono derivare dal sistema di tenuta dei componenti. Provengono in operazioni le cui emissioni non vengono convogliate ed inviate attraverso un punto di emissione. Le emissioni fuggitive hanno il potenziale maggiore di impatto a livello del suolo (per unità di emissioni) rispetto fonti convogliate, poiché vengono scaricate e dispersi in prossimità del terreno. I due tipi principali di emissioni fuggitive sono dati da composti organici volatili (COV) e particolato (PM). La produzione di altri inquinanti ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  e CO) è legato essenzialmente a processi di combustione.

Il protocollo EPA ("Protocol for Equipment Leak Emission Estimates" – EPA-453/R-95-017 – Nov. 1995) prende le mosse da una fase di inventario delle diverse componenti impiantistiche (fonti di emissione), quali :

- Valvole
- Tenute di pompe
- Tenute di compressori
- Valvole di sicurezza
- Flange
- Tronchetti
- Prese campione.

Per tali componenti devono essere segnalati il numero di ore di funzionamento nell'arco di tempo di interesse (normalmente un anno) e il tipo di servizio (fluido trattato), tra i seguenti :

Gas = fluidi allo stato gassoso nelle condizioni operative;

Liquido Leggero = fluidi allo stato liquido nelle condizioni operative, aventi composizione tale che almeno il 20% in peso sia costituito da liquidi con tensione di vapore superiore a 0,3 kPa a 20°C; Liquido Pesante = fluidi non classificabili tra i precedenti.

Secondo il protocollo EPA si procede a questo punto con l'applicazione di diversi metodi, connotati da un grado progressivo di accuratezza dei risultati; la scelta del grado di approfondimento deve essere effettuata sulla base di un'attenta comparazione tra costi e benefici.

EPA con la CMA (*Chemical Manufactures Association*) ha sviluppato un diagramma di flusso che riporta i diversi gradi di approfondimento indicati in base alla loro accuratezza; i fattori di emissione applicabili sono differenti per diverse realtà e situazioni produttive. In tabella A2 sono riportati i coefficienti di perdita.

Equipment	Servizio	Fattore (kg/h/sorgente)
Valvole	Gas	0.00597
	Liquido leggero	0.00403
	Liquido pesante	0.00023
Tenute di pompe	Liquido leggero	0.0199
	Liquido pesante	0.00862
Tenute di compressori	Gas/Vapore	0.228
Valvole di sicurezza	Gas/Vapore	0.104
Flange	Tutti	0.00183
Tronchetti	Tutti	0.0017
Prese campione	Tutti	0.015

**Tabella A2.** Valori di emissione delle perdite, fonte: EPA, 1996.

In tabella A3 sono riportati i coefficienti di perdita dopo una misura attraverso l'approccio Leak / No leak, con questo l'EPA definisce "perdente" (leak) una sorgente nell'intorno della quale sia misurata una concentrazione pari o superiore a 10.000 ppm. A questo punto viene applicato un approccio analogo a quello dei fattori medi: il numero di componenti viene moltiplicato per un determinato fattore.

L'unica differenza consiste nel fatto che sono forniti in questo caso due diversi fattori, riportati nella tabella seguente (come nella precedente sono rappresentati ad esempio i fattori SOCFI), a seconda che la concentrazione sia minore (No leak) o maggiore (Leak) a 10.000 ppm

Equipment	Servizio	Fattore (kg/h/sorgente)
Valvole	Gas	0.00597
	Liquido leggero	0.00403
	Liquido pesante	0.00023
Tenute di pompe	Liquido leggero	0.0199
	Liquido pesante	0.00862
Tenute di compressori	Gas/Vapore	0.228
Valvole di sicurezza	Gas/Vapore	0.104
Flange	Tutti	0.00183
Tronchetti	Tutti	0.0017
Prese campione	Tutti	0.015

**Tabella A3.** Valori di emissione delle perdite, fonte: EPA, 1996.

L'obiettivo in ogni caso tramite il sistema di gestione ambientale sarà quello di prevenire, ridurre e, laddove non possibile, controllare l'impatto ambientale, in linea con le Best Available Technique (o "migliori tecniche disponibili"). Il modello utilizzato sarà quello del Ciclo di Deming (PLAN-DO-CHECK-ACT), dove PLAN - Censimento/inventario delle sorgenti; DO - Monitoraggio e inventario delle perdite (Leak Detection); CHECK - riparazione (Repair), ACT - Definizione di nuovi obiettivi.

L'insieme dei valori che può assumere una tale emissione ha comunque un ordine di grandezza estremamente ridotto compreso tra  $10^{-7}$  e  $10^{-1}$  kg/h.

Fonti:

EPA (1995). Protocol for Equipment Leak Emission Estimates" – EPA-453/R-95-017

EPA (1996). Preferred and alternative methods for estimating fugitive emissions from equipment leaks" Final Report – EPA EIIP.

## Parametri usati per la valutazione previsionale

I coefficienti di dispersione vengono implementati tenendo conto principalmente della turbolenza atmosferica e di componenti di dispersione dovute alla spinta di galleggiamento.

Il modello propone diverse opzioni per la determinazione dei coefficienti di dispersione, le principali sono:

- "misure" dirette dei valori di turbolenza,  $\sigma_v$  e  $\sigma_w$ ;
- calcolo dei valori di  $\sigma_v$  e  $\sigma_w$  usando le variabili micrometeorologiche;
- uso dei coefficienti di dispersione di Pasquill-Gifford (1976) per le aree rurali e di McElroy-Pooler (1968) per quelle urbane: questa opzione tiene conto del tipo di terreno (categoria di land use) e della classe di stabilità a cui sono associati dei coefficienti che vengono inseriti nelle equazioni generali per il calcolo di  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  in



funzione della distanza sottovento.

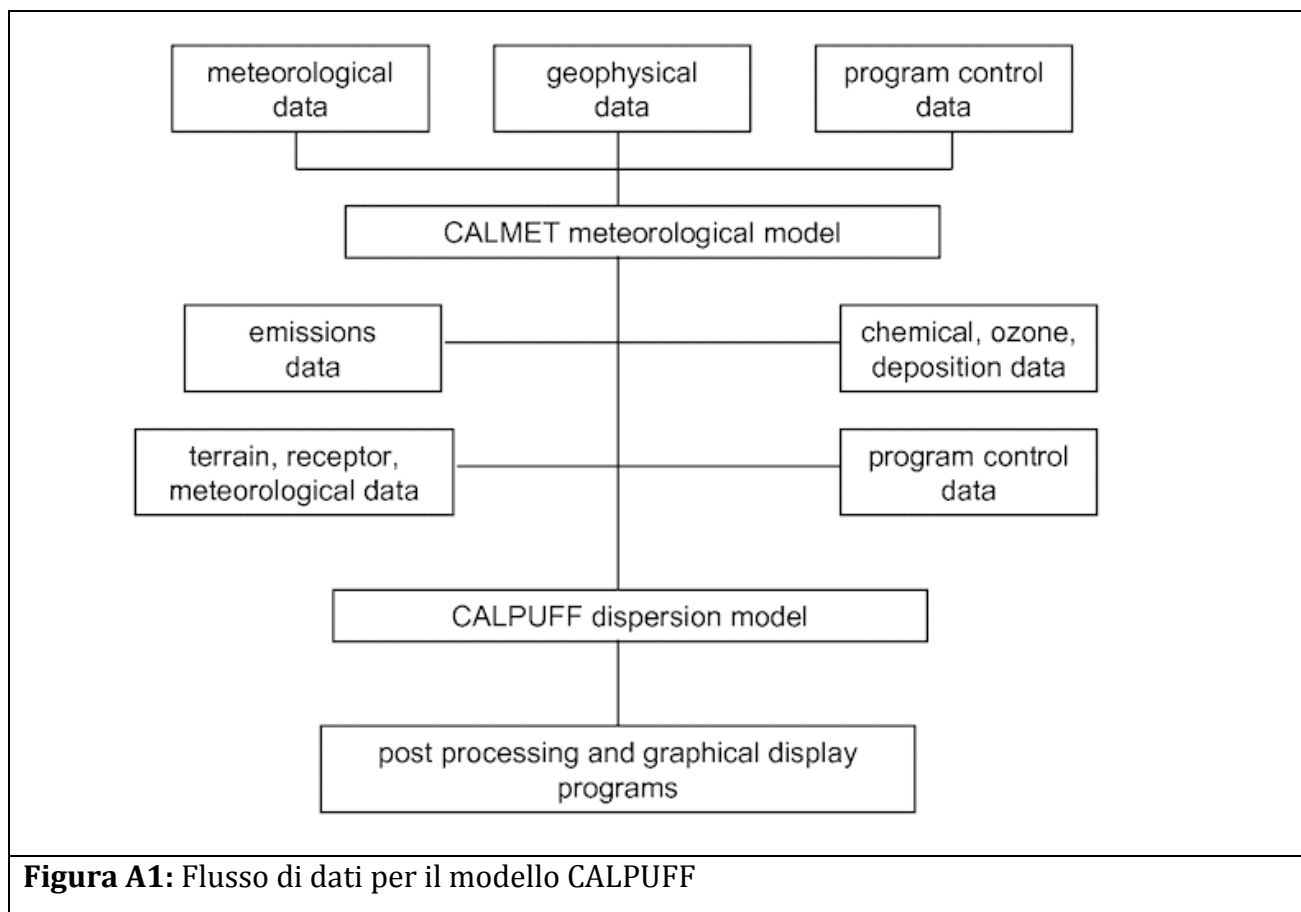
Inoltre, in merito alla dispersione in atmosfera il modello prevede:

- procedure di calcolo per tener conto dell'asimmetria della dispersione verticale all'interno del PBL: in questo modo è possibile considerare la diversa dispersione che si ha nello strato superiore e in quello inferiore della zona di miscelamento, utile, in particolare, in quei casi in cui il pennacchio si presenta alto e galleggiante nella parte alta dell'atmosfera;
- opzioni per gli effetti della presenza di edifici ed ostacoli (*building downwash*): a seconda dell'altezza della sorgente rispetto alle dimensioni dell'edificio vengono implementati due diversi modelli che influenzano sia i coefficienti di dispersione che l'innalzamento del pennacchio;
- algoritmi per la dispersione in zone marine e costiere, che tengono conto della diversa struttura dello strato limite marino e della sua incidenza in termini di dispersione di inquinanti;
- possibilità di trattare calme di vento: in questo caso non è presente un algoritmo specifico, ma CALPUFF tiene conto del fenomeno attraverso modifiche sul codice che riguardano il tipo di rilascio e l'innalzamento degli slug, l'evoluzione durante gli intervalli di tempo e il modo di simulare gli effetti in vicinanza della sorgente.; in pratica il codice schematizza "la calma" considerando uno pseudo-trasporto nella direzione del vento calcolato da CALMET, in funzione della velocità del vento.

Nell'implementazione del calcolo si schematizzano anche i seguenti fenomeni:

- Innalzamento del pennacchio (*plume rise*);
- Orografia complessa: CALPUFF tiene conto dell'interazione tra puff e terreno sia su piccola che su grande scala. Per quanto riguarda la fisionomia del terreno su scala più grande, se ne tiene conto in CALMET, per la scala più piccola si fa riferimento ad una distinta subroutine del modello CTSG (*Complex Terrain algorithm for SubGrid scale features*).
- Deposizione a secco: il modello prevede diversi livelli di dettaglio nel trattare il fenomeno della deposizione secca; la variazione spazio-temporale del flusso di deposizione può essere calcolata mediante un modello "a resistenza"; tramite l'inserimento da parte dell'utente della velocità di deposizione nelle 24 ore.
- Rimozione ad umido: la rimozione ad umido è rappresentata come funzione del tasso di rimozione  $\lambda$  che dipende sia dalle caratteristiche dell'inquinante (solubilità, reattività) sia dalla natura della precipitazione (liquida o solida).
- Trasformazioni chimiche;
- Possibilità di descrivere la dispersione degli odori;
- Possibilità di modellare sorgenti areali, volumetriche e lineari.

Il flusso di dati è riportato in Figura A1.



Si riportano di seguito i valori di alcuni parametri fondamentali scelti per l'applicazione del modello CALPUFF all'area in esame (Comune di Fermo, Frazione Ete Caldarette), per la descrizione delle variabili di seguito indicate si faccia riferimento al manuale d'uso del modello CALPUFF. I dati sono immessi nella modalità CALPUFF.INP con sorgente con emissioni cicliche variabili nell'arco della giornata e della stagione (IVARY=3), sono stati identificati 4 recettori (HILLRCT.DAT=1,...4).

Parametro usato nel modello	Variabile del Modello	Valore Variabile
Distribuzione verticale Gaussiana	MGAUSS	1
Adattamento terreno a penetrazione parziale del pennacchio emissivo	MCTADJ	3
Innalzamento transitorio del pennacchio emissivo	MTRANS	1
Dilavamento su estremità del camino	MTIP	1
Shear verticale di vento sull'estremità del camino	MSHEAR	1
Modello chimico (opzione per la trasformazione di ossidi di azoto e	MCHEM	1

zolfo)		
Deposizione a secco modellata	MDRY	1
Deposizione a umido modellata	MWET	1
Calcolo dei coefficienti di dispersione separato per aree rurali (Pasquill-Gilford)	MDISP, PG usato per aree rurali	3
Penetrazione parziale di “pennacchio emissivo” in inversioni termiche in quota	MPARTL	1
Report orario di specie selezionate	IMFLUX	1
Emissione variabile per ora e mese	IVARY	3
Specie	CSPEC	PM10_p (6 classi), NOx, SO <sub>2</sub> , PM10_s, NMVOC, IPA, Cd  As, Pb, Ni  VOC, IPA, Tl, Hg  Mn, V, Zn
<b>Tabella A4.</b> Parametri utilizzati nel modello ( <i>model setting</i> ).		

I dati dei valori di orografia e di uso del suolo sono utilizzati come CORINE Land Cover 1:100.000, per la regione Centro Adriatica (regione 6). Sono riportati di seguito i settaggi per il modello per la ricaduta (deposizione umida, Tabella A5).

INPUT GROUP: 10 -- Wet Deposition Parameters			
=====			
Scavenging Coefficient -- Units: (sec)**(-1)			
	Pollutant	Liquid Precip.	Frozen Precip.
	-----	-----	-----
1	SO2 =	3.0E-05,	0.0E00 !
1	NOX =	0.0,	0.0 !
1	PMSIZE1 =	1.0E-04,	3.0E-05 !
1	PMSIZE2 =	1.0E-04,	3.0E-05 !
1	PMSIZE3 =	1.0E-04,	3.0E-05 !
1	PMSIZE4 =	1.0E-04,	3.0E-05 !
1	PMSIZE5 =	1.0E-04,	3.0E-05 !
1	PMSIZE6 =	1.0E-04,	3.0E-05 !
!END!			
<b>Tabella A5.</b> Parametri utilizzati nel modello per le deposizioni umide ( <i>wet deposition model setting</i> ).			

I calcoli per i microinquinanti (metalli pesanti, IPA), come già accennato, sono stati condotti a partire dagli output delle polveri fini, ipotizzando che tali inquinanti siano interamente veicolati da esse. Anche se tale ipotesi può essere ritenuta non calzante per il mercurio, la cui emissione a camino avviene maggiormente in fase gassosa, si precisa che il calcolo di dispersione (e di conseguente deposizione) in realtà – per il tipo di simulazione condotta – viene a dipendere quasi completamente dal flusso di massa inserito in input. Avendo trattato le polveri come polveri a granulometria varia (tabella A6), le polveri grossolane e le fini hanno comportamento differenziato, ed il campo di concentrazione per le particelle più piccole assume infatti praticamente le stesse forme di quello di un gas.

	SPECIES NAME	GEOMETRIC MASS MEAN DIAMETER (microns)	GEOMETRIC STANDARD DEVIATION (microns)
1	PMSIZE1 =	0.05,	0. 1
1	PMSIZE2 =	0.1,	0. 1
1	PMSIZE3 =	0.2,	0. 1
1	PMSIZE4 =	0.4,	0. 1
1	PMSIZE5 =	0.8,	0. 1
1	PMSIZE6 =	1.6,	0. 1
	!END!		

**Tabella A6.** Parametri utilizzati nel modello per il PM10 (PM size *model setting*).

Per gli IPA si considera maggiormente cautelativo simulare le emissioni come adsorbite sul particolato, anche se parte di esse viene emessa sotto forma di gas.

Per la valutazione di queste è stata assunta la parametrizzazione granulometrica utilizzata anche dal modello EMEP (EMEP Status Report 3/2009, Persistent Organic Pollutants in the Environment, June 2009), ovvero il valore di 0.84  $\mu\text{m}$  per il diametro aerodinamico.

## Risultati del modello

Di seguito sono mostrati i risultati significativi del modello (media annua, massimo orario), con la ricaduta ai recettori

I recettori sono i seguenti, e sono riportati in relazione nella cartografia.

		distanza (m)	Tipologia
Recettori	R1	135	Civile
	R2	178	Civile
	R3	121	Civile
	R4	487	Industriale
	R5	510	Semiurbano

**Tabella A7.** Recettori utilizzati.

Di seguito i valori massimi nel dominio (considerando la produzione di PM secondario). I massimi orari sono calcolati solo per gli inquinanti maggiori.

Per quanto concerne gli scenari ipotizzati è possibile prendere in considerazione, come valori di assoluta cautela, i dati di concentrazione massima di ricaduta al suolo sul breve periodo relativi alle simulazioni riportate nelle tabelle A8 e A9.

Dall'esame dei dati si evince che il territorio (che comprende tutti i recettori sensibili e la popolazione interessata), risulta essere esposta ad un incremento massimo potenziale del livello di inquinanti atmosferici molto modesto, con valori sempre al di sotto dei valori limite imposti.

Se si considera poi che:

1) I fattori di emissione si riferiscono a condizioni di funzionamento in contemporanea di tutti gli

impianti ed alla massima potenzialità;

2) La ricaduta al suolo degli inquinanti è stata calcolata come valore massimo nell'ora;

3) è stata considerata la ricaduta nei recettori sensibili molto prossimi all'impianto.

è possibile affermare che lo scenario di ricaduta degli inquinanti presso i ricettori sensibili considerati sarà sicuramente migliore rispetto a quello valutato in via previsionale.

<b>Massimi di dominio delle concentrazioni stimate dal modello</b>					
WHO Air Quality Guidelines	Inquinante		Concentrazione		
		Unità di misura	Media Anno	Massimo orario	Massimo giornaliero
10	SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	8,90E-03	5,34E-01	1,07E-01
30	NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup>	4,45E-01	2,67E+00	7,92E-01
40	NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	3,56E-01	1,78E+00	6,85E-01
20	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,78E-02	2,67E-01	8,90E-02
10	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	2,70E-03	4,05E-02	1,35E-02
	Cd	ng/m <sup>3</sup>	1,10E-04	1,07E-02	
	As	ng/m <sup>3</sup>	2,47E-04	2,40E-02	
	Pb	ng/m <sup>3</sup>	4,13E+00	4,01E+02	

	Ni	ng/m <sup>3</sup>	1,56E-04	1,51E-02	
	VOC	µg/m <sup>3</sup>	8,01E-02	1,87E+00	
	IPA	pg/m <sup>3</sup>	3,37E-03	3,28E-01	
	Tl	ng/m <sup>3</sup>	1,83E-04	1,78E-02	
1000	Hg	ng/m <sup>3</sup>	1,10E-03	1,07E-01	
150	Mn	ng/m <sup>3</sup>	4,58E-03	4,45E-01	
1000	V	ng/m <sup>3</sup>	9,17E-05	8,90E-03	
	Zn	ng/m <sup>3</sup>	2,75E-04	2,67E-02	

**Tabella A8.** Massimi di concentrazione da modello.

Massimi di dominio delle concentrazioni stimate dal modello							
WHO Air Quality Guidelines	Inquinante		Concentrazione massima ai recettori sensibili				
		Unità di misura	R1	R2	R3	R4	R5
10	SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	3,95E-01	6,00E-02	4,41E-01	4,39E-03	4,19E-03
30	NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,98E+00	3,00E-01	2,21E+00	3,26E-02	3,11E-02
40	NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,32E+00	2,00E-01	1,47E+00	2,81E-02	2,69E-02
20	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,98E-01	3,00E-02	2,21E-01	3,66E-03	3,49E-03
10	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	3,00E-02	4,55E-03	3,35E-02	5,54E-04	5,29E-04
	Cd	ng/m <sup>3</sup>	7,91E-03	1,20E-03	8,83E-03	5,54E-04	5,29E-04
	As	ng/m <sup>3</sup>	1,78E-02	2,70E-03	1,98E-02	4,39E-04	4,19E-04
	Pb	ng/m <sup>3</sup>	2,96E+02	4,50E+01	3,31E+02	9,88E-04	9,43E-04
	Ni	ng/m <sup>3</sup>	1,12E-02	1,70E-03	1,25E-02	1,65E+01	1,57E+01
	VOC	µg/m <sup>3</sup>	1,39E+00	2,10E-01	1,55E+00	6,21E-04	5,94E-04
	IPA	pg/m <sup>3</sup>	2,43E-01	3,68E-02	2,71E-01	7,67E-02	7,33E-02
	Tl	ng/m <sup>3</sup>	1,32E-02	2,00E-03	1,47E-02	1,34E-02	1,28E-02
1000	Hg	ng/m <sup>3</sup>	7,91E-02	1,20E-02	8,83E-02	7,31E-04	6,98E-04

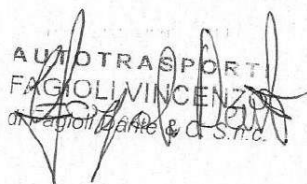
150	Mn	ng/m <sup>3</sup>	3,29E-01	5,00E-02	3,68E-01	4,39E-03	4,19E-03
1000	V	ng/m <sup>3</sup>	6,59E-03	9,97E-04	7,35E-03	1,82E-02	1,74E-02
	Zn	ng/m <sup>3</sup>	1,98E-02	3,00E-03	2,21E-02	4,39E-03	4,19E-03

**Tabella A9a.** Massimi di ricaduta ai recettori (incremento del 50%).

Massimi di dominio delle concentrazioni stimate dal modello							
WHO Air Quality Guidelines	Inquinante		Concentrazione massima ai recettori sensibili				
		Unità di misura	R1	R2	R3	R4	R5
10	SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,98E-01	3,00E-02	2,21E-01	2,20E-03	2,10E-03
30	NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup>	9,90E-01	1,50E-01	1,11E+00	1,63E-02	1,56E-02
40	NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	6,60E-01	1,00E-01	7,35E-01	1,41E-02	1,35E-02
20	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	9,90E-02	1,50E-02	1,11E-01	1,83E-03	1,75E-03
10	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1,50E-02	2,28E-03	1,68E-02	2,77E-04	2,65E-04
	Cd	ng/m <sup>3</sup>	3,96E-03	6,00E-04	4,42E-03	2,77E-04	2,65E-04
	As	ng/m <sup>3</sup>	8,90E-03	1,35E-03	9,90E-03	2,20E-04	2,10E-04
	Pb	ng/m <sup>3</sup>	1,48E+02	2,25E+01	1,66E+02	4,94E-04	4,72E-04
	Ni	ng/m <sup>3</sup>	5,60E-03	8,50E-04	6,25E-03	8,25E+00	7,85E+00
	VOC	µg/m <sup>3</sup>	6,95E-01	1,05E-01	7,75E-01	3,11E-04	2,97E-04
	IPA	pg/m <sup>3</sup>	1,22E-01	1,84E-02	1,36E-01	3,84E-02	3,67E-02
	TI	ng/m <sup>3</sup>	6,60E-03	1,00E-03	7,35E-03	6,70E-03	6,40E-03
1000	Hg	ng/m <sup>3</sup>	3,96E-02	6,00E-03	4,42E-02	3,66E-04	3,49E-04
150	Mn	ng/m <sup>3</sup>	1,65E-01	2,50E-02	1,84E-01	2,20E-03	2,10E-03
1000	V	ng/m <sup>3</sup>	3,30E-03	4,99E-04	3,68E-03	9,10E-03	8,70E-03
	Zn	ng/m <sup>3</sup>	9,90E-03	1,50E-03	1,11E-02	2,20E-03	2,10E-03

**Tabella A9b.** Massimi di ricaduta ai recettori con emissioni standard.

  
 Ambrosiano  
 Ambrosiano  
 Ambrosiano

  
 AUTOTRASPORTI  
 FAGIOLI VINCENZO  
 Fagioli Vincenzo & C. S.r.l.