

Generation 3.0 s.r.l.

Studio d'impatto ambientale

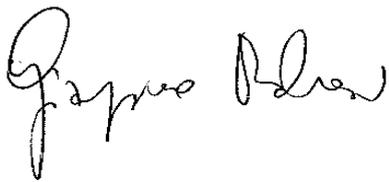
Aumento potenzialità recupero rifiuti e ampliamento codici C.E.R.

Integrazione atti

Punto 4. modellizzazione per le ricadute di polveri in ambiente esterno al sito

Padova, 26 novembre 2018

Giampiero Malvasi

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Giampiero Malvasi', written in a cursive style.

INDICE

1. Premessa metodologica.....	3
2. Normativa di riferimento	3
3. Stima delle emissioni	3
3.1 Algoritmi di valutazione delle sorgenti emissive considerate	5
3.1.1 Emissioni convogliate.....	5
3.1.2 Emissioni diffuse per la movimentazione dei materiali “Aggregate handling and Storage Piles”	5
3.1.3 Emissioni diffuse per l’azione del vento sui cumoli	6
3.1.4 Emissioni diffuse da risolleamento dai piazzali	7
3.1.5 Emissioni di polveri dei gas di scarico degli automezzi e dei mezzi di movimentazione	8
3.1.6 Valutazione dell’efficienza di abbattimento della bagnatura dei piazzali (wet suppression)	9
3.1.7 Valutazione dell’efficienza di abbattimento dello spazzamento dei piazzali (cleaning of roads)	10
4. Modello matematico di dispersione degli inquinanti.....	11
4.1 Dominio di applicazione del modello matematico	11
4.2 Ricettori.....	12
4.3 Codice di calcolo.....	13
5. Dati meteorologici locali	14
7. Risultati	17
8. Conclusioni.....	24
Bibliografia.....	25

1. Premessa metodologica

Il presente documento risponde alla richiesta d'integrazione n. 4 formulata dalla Provincia di Vicenza "In considerazione dell'osservazione pervenuta, vedi allegato 2, si ritiene necessario acquisire una modellizzazione per le ricadute di polveri in ambiente esterno al sito..".

La modellizzazione è stata eseguita per i seguenti scenari emissivi:

- Scenario attuale senza mitigazione;
- Scenario attuale con mitigazione ovvero bagnatura dei piazzali;
- Scenario futuro di progetto con mitigazione.

2. Normativa di riferimento

La normativa nazionale di riferimento per quanto riguarda la concentrazione di polveri in atmosfera è il D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" mentre relativamente alle deposizioni atmosferiche non esiste normativa europea, nazionale o regionale.

3. Stima delle emissioni

Per le valutazioni sono state considerate le emissioni convogliate e diffuse di polveri e Ferro relative a:

- a) Emissioni convogliate Camino 1 e Camino 2
- b) Emissioni diffuse per la movimentazione dei materiali "Aggregate handling and Storage Piles" (EPA SC 13.02.04)
- c) Emissioni diffuse per l'azione del vento sui cumoli "Industrial wind erosion" (EPA SC 13.02.05)
- d) Emissioni diffuse da risollevarimento dai piazzali "Unpaved roads" (EPA SC 13.02.02)

- e) Emissioni dei gas di scarico (exhaust) degli automezzi e dei mezzi di carico e scarico materiali (pala e ragno)

Per quanto riguarda le emissioni convogliate e diffuse (lettere a), b, c e d) sono state considerate polveri PM10 composte prevalentemente di Ferro; mentre le emissioni di polveri dei mezzi (lettera e) sono state considerate PM10 non contenenti Ferro.

Sono stati considerati gli scenari

1. Attuale
2. Attuale con mitigazione (bagnatura dei piazzali)
3. Futuro di progetto con mitigazione (spazzamento ad umido dei piazzali)
4. Futuro di progetto in cui solamente il 50% dei rifiuti è Ferro con mitigazione attuata con bagnatura dei piazzali.

La tabella seguente riassume le emissioni di polveri PM10 e di polveri di Ferro considerate nella modellizzazione

Emissioni di PM10 considerate

Scenario	convogliate	movimentazione	vento	risollevamento	exhaust mezzi
	g/h				
Attuale	25.5	6.0	1.2	25.7	68.8
Attuale con mitigazione (bagnatura)	25.5	6.0	1.2	6.4	68.8
Futuro con mitigazione (spazzamento a umido)	25.5	35.4	7.1	15.2	406.2
Futuro con mitigazione (bagnatura) solo 50% Ferro	25.5	35.4	7.1	37.8	406.2

Emissioni di polveri di Ferro considerate

Scenario	convogliate	movimentazione	vento	risollevamento	exhaust mezzi
	g/h				
Attuale	25.5	6.0	1.2	25.7	<0.1

Attuale con mitigazione (bagnatura)	25.5	6.0	1.2	6.4	<0.1
Futuro con mitigazione (spazzamento ad umido)	25.5	35.4	7.1	15.2	<0.5
Futuro con mitigazione (bagnatura) solo 50% Ferro	25.5	17.7	7.1	18.9	<0.5

Le elaborazioni modellistiche sono state eseguite per la valutazione delle:

- Immissioni ovvero concentrazione in aria di polveri PM10 (i cui risultati non sono stati riportati in questa relazione)
- Deposizioni atmosferiche secche e umide di Polveri
- Deposizioni atmosferiche secche e umide di Ferro.

3.1 Algoritmi di valutazione delle sorgenti emmissive considerate

3.1.1 Emissioni convogliate

Per quanto riguarda le emissioni convogliate sono stati utilizzati le stesse coordinate geografiche, caratteristiche geometriche, temperatura dei fumi e lo stesso ciclo diurno dell'emissione dell'applicazione modellistica riportata in allegato D5-D6 della documentazione AIA. I flussi di massa di polveri (assunte completamente di frazione granulometrica PM10) utilizzati nella modellizzazione sono il risultato dell'ultimo monitoraggio alle emissioni eseguito presso l'impianto (prelievi del 30/11/2017).

I flussi di massa dello scenario attuale sono stati confermati anche per lo scenario futuro.

3.1.2 Emissioni diffuse per la movimentazione dei materiali "Aggregate handling and Storage Piles"

Le emissioni diffuse dovute alla movimentazione dei materiali sono state valutate tramite l'algoritmo sviluppato dall'US EPA e riportato in AP42 "Compilation of emission factors" capitolo SC 13 02.05 "Aggregate handling and Storage Piles".

È stata utilizzata la formula

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

Dove:

u è la velocità media del vento (m/s)

M è la percentuale di umidità del materiale movimentato

k è un coefficiente pari a

	k_i
PTS	0.74
PM10	0.35
PM2.5	0.11

3.1.3 Emissioni diffuse per l'azione del vento sui cumoli

Le emissioni diffuse dovute all'azione del vento sui cumoli sono state valutate tramite l'algoritmo sviluppato dall'US EPA e riportato in AP42 "Compilation of emission factors" capitolo SC 13 02.05 "Industrial wind erosion" nella versione adattata alla meteorologia italiana redatta dalla Provincia di Firenze nel documento LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI".

Il rateo emissivo orario è stato calcolato secondo la

$$E_i(\text{kg/h}) = EF_i \cdot a \cdot \text{mov}h$$

Dove

EF_i è il fattore di emissione areale (kg/m^2)

a è la superficie dell'area movimentata (m^2)

$movh$ è il numero di movimentazioni/ora

Come fattore di emissione areale è stato utilizzata la media geometrica fra i fattori specifici per cumolo alto o basso

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

3.1.4 Emissioni diffuse da risollevarimento dai piazzali

Le emissioni diffuse dovute al risollevarimento di polveri al passaggio dei mezzi sui piazzali dello stabilimento sono state valutate tramite l'algoritmo sviluppato dall'US EPA e riportato in AP42 "Compilation of emission factors" capitolo SC 13 02.02 "Unpaved roads".

È stata utilizzata la formula

$$E = k (s/12)^a (W/3)^b$$

Dove

E è l'emissione in termini di kg/km

s è il contenuto di limo delle polveri del suolo in percentuale in massa (%)

W è il peso medio dell'automezzo (Mg)

I valori del coefficiente *k* e degli esponenti *a* e *b* sono riportati in tabella

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

3.1.5 Emissioni di polveri dei gas di scarico degli automezzi e dei mezzi di movimentazione

Le emissioni di polveri dei gas di scarico degli automezzi e dei mezzi di movimentazione dei materiali (pale e ragni) sono state valutate tramite i fattori di emissione calcolati dall'agenzia europea per l'ambiente (EEA) e riportati nel documento "EMEP

Nella tabella seguente vengono riassunti i fattori di emissione, la potenza massima dei mezzi (autocarri e pala caricatrice) e fattore di utilizzo della potenza massima dei motori (load factor)

Tipologia mezzi	fattori di emissione * (g/kWh) secondo EMEP/EEA, 2006					
mezzo	autocarri	fresa	pala caricatrice	escavatore	dozer	rullo compressore
load factor <i>US-EPA-42, 2002</i>	0.21	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
KWh	315	200	162	112	335	101
NO _x	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
PM ₁₀	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
PM _{2.5}	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

3.1.6 Valutazione dell'efficienza di abbattimento della bagnatura dei piazzali (wet suppression)

Le emissioni/risollevamento di polveri dovute al passaggio dei mezzi sul piazzale risulta un importante contributo alle deposizioni atmosferiche di polveri e soprattutto di polveri di Ferro all'esterno del sito. Pertanto risulterà utile mantenere umide le superfici del piazzale dove vi è passaggio dei mezzi. Tale intervento di mitigazione potrà essere risparmiato nei giorni piovosi ovvero caratterizzati da una precipitazione giornaliera di almeno 0.254 mm (cfr. linee guida della Provincia di Firenze).

La valutazione dell'efficienza di abbattimento della bagnatura dei piazzali è stata eseguita utilizzando i dati elaborati dalla Provincia di Firenze nel documento LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI". La pubblicazione riassume quanto è riportato in allegato C.1 e C.2 del documento AP 42 dell'US EPA. In particolare la tabella seguente riporta l'intervallo di tempo in ore minimo fra due bagnature al fine di ottenere una determinata efficienza di abbattimento. La tabella che riportiamo è relativa a 5-10 passaggi di mezzi all'ora e pertanto può ritenersi predunziale nello scenario attuale ed adeguata nello scenario futuro.

Tabella 1 – Intervallo in ore di bagnatura delle superfici per ottenere un determinata percentuale di abbattimento delle emissioni di polveri da risollevarimento.

Efficienza di abbattimento	50%	60%	75%	80%	90%
Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)					
0.1	4-2	3-1	2-1	1	1
0.2	7-4	6-3	4-2	3-1	1
0.3	11-5	9-4	5-3	4-2	2-1
0.4	15-7	12-6	7-4	6-3	3-2
0.5	18-9	15-7	9-5	7-4	4-2
1	37-18	30-15	18-9	15-7	7-4
2	74-37	59-30	37-18	30-15	15-7

È possibile evincere dalla tabella che per ottenere una percentuale di abbattimento del 75 % occorre bagnare con almeno 1 l/m² ogni 18-9 ore. In pratica un unico trattamento giornaliero della superficie di 1 l/m² è sufficiente per il periodo di lavorazione dell'impianto.

3.1.7 Valutazione dell'efficienza di abbattimento dello spazzamento dei piazzali (cleaning of roads)

È possibile realizzare un ulteriore abbattimento delle emissioni/risollevarimento di polveri dovute al passaggio dei mezzi sul piazzale con un regolare quotidiano spazzamento di tutte le superficie interessate. In particolare il documento BREF "Emissions from storage" al paragrafo 4.4.6.12 descrive tali operazioni di spazzamento e quantifica l'efficienza di abbattimento dell'emissione. Sono presentate 4 tipologie di macchine spazzatrici, due di piccole dimensioni a secco e a umido e altre due di dimensioni maggiori analogamente a secco e a umido. Il documento della Commissione Europea valuta per le macchine spazzatrici di dimensioni maggiori un'efficienza di abbattimento del 93% e 98 %.

Pertanto nella modellizzazione relativa allo scenario futuro di progetto è stata assunta una percentuale di abbattimento delle emissioni di risospensione pari almeno al 90% che quindi appare come una valutazione prudentiale nel caso di utilizzo regolare e quotidiano di un mezzo spazzatrice ad umido di grandi dimensioni su tutte le superfici interessate al passaggio e al movimento degli automezzi pesanti e ai mezzi di lavoro.

4. Modello matematico di dispersione degli inquinanti

4.1 Dominio di applicazione del modello matematico

L'applicazione del modello è stata eseguita su un'area di 1.2 x 1.2 km che è stata divisa, tramite una griglia equispaziata, in 25 x 25 maglie quadrate di 50 m di lato.

L'area indagata comprende tutte le aree esterne allo stabilimento potenzialmente interessate dalle deposizioni atmosferiche di polveri.

La figura di seguito riporta i confini del dominio di applicazione del modello matematico sulla base cartografica della carta tecnica regionale e sull'immagine del territorio estratta da google earth.



Figura 1 - Dominio di applicazione del modello diffusionale

L'area è ad orografia completamente pianeggiante ed è stata considerata, per quanto riguarda i parametri termodinamici del modello matematico, di tipo "rurale".

4.2 Ricettori

Il riscontro puntuale dei risultati della modellistica è stato eseguito sui punti di campionamento delle acque meteoriche di dilavamento della ditta EPOL srl.

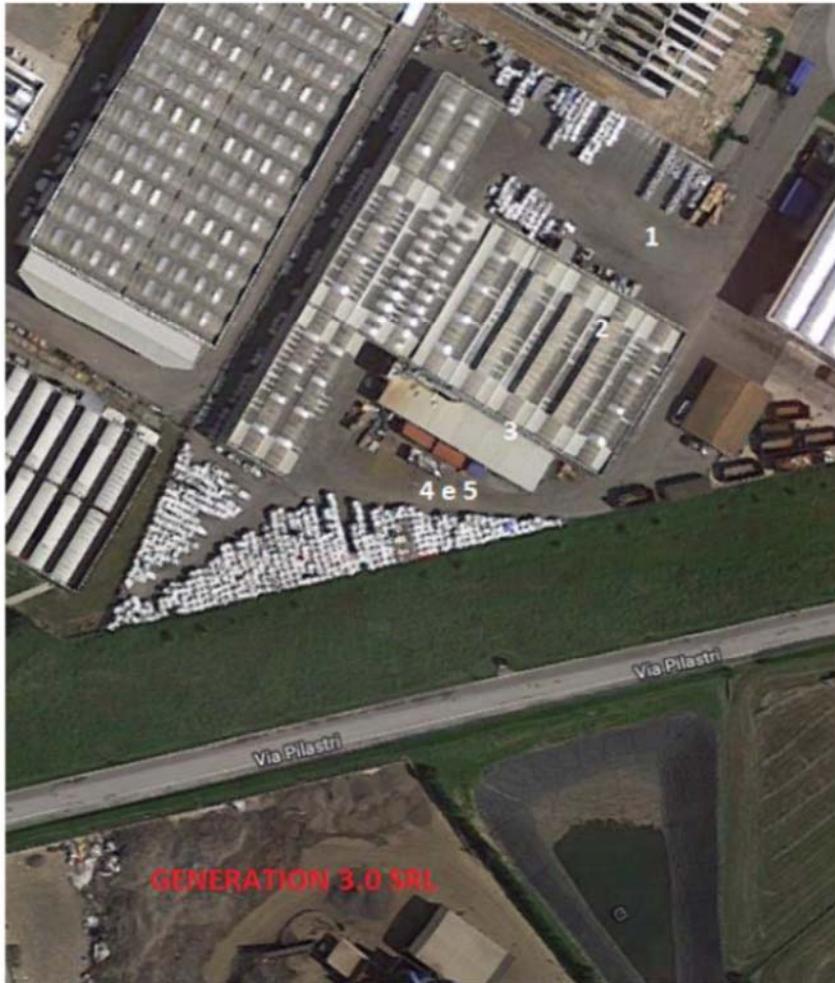


Figura 2 – Posizione dei ricettori utilizzati per la verifica dei risultati della modellizzazione della deposizione atmosferica

4.3 Codice di calcolo

E' stato utilizzato il modello americano CALPUFF 5.5. CALPUFF è un modello matematico lagrangiano di dispersione degli inquinanti dell'aria che simula i rilasci in atmosfera come una serie continua di puffs. CALPUFF è un modello non stazionario che quindi calcola gli effetti di condizioni meteorologiche che variano nello spazio e nel tempo sull'advezione (trasporto), dispersione, trasformazione e rimozione di inquinanti volatili. Il modello è utilizzabile in ambiti territoriali da poche decine di metri a centinaia di chilometri.

5. Dati meteorologici locali

L'applicazione del modello diffusionale necessita di dati meteorologici. Allo scopo sono stati utilizzati i dati elaborati dal Centro meteorologico regionale di ARPA Veneto. I dati sono stati estratti dalla ricostruzione meteorologica modellistica dell'intera Regione per il punto della griglia di dimensione 4 x 4 km più vicina al sito ed è relativa all'anno solare 2017. La figura seguente riporta la statistica di direzione e velocità del vento

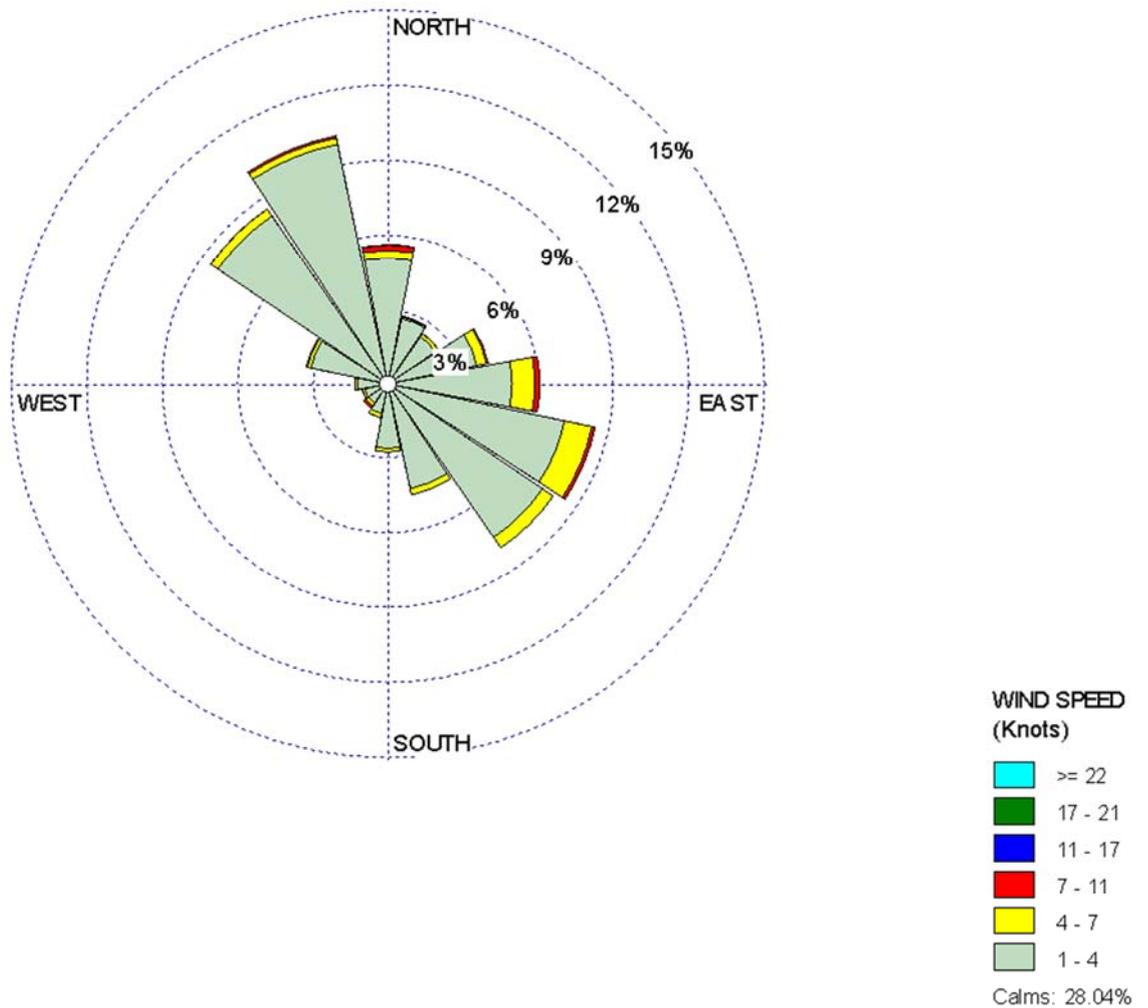


Figura 3 - Statistica del vento calcolata nei pressi del sito nel periodo 1.1.2017- 31.12.2017

È di interesse evidenziare che nell'anno solare 2017 ci sono state precipitazioni meteorologiche pari a 1005 mm, quindi 1005 l/m²/y.

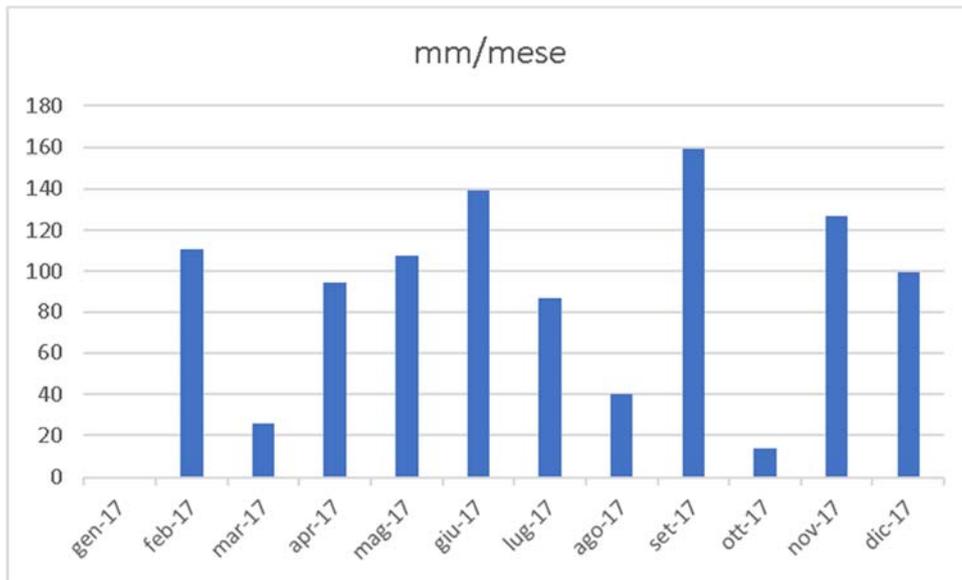


Figura 4 - Precipitazioni meteorologiche mensili

7. Risultati

L'applicazione del modello matematico di diffusione delle emissioni di polveri e di polveri di Ferro è eseguita sugli scenari attuale, attuale con mitigazione e futuro prendendo in considerazione le emissioni convogliate e diffuse.

Per quanto riguarda gli interventi di mitigazione è stato ipotizzato un intervento giornaliero di bagnatura sulla parte di piazzale interessata al movimento degli automezzi e dei mezzi di movimentazione con un'efficienza del 75%. Tale intervento richiede la bagnatura di un volume di 1 litro di acqua per metro quadro.

I risultati del calcolo delle deposizioni atmosferiche di polveri e di polveri di Ferro sono riportati in Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9 e Figura 10.

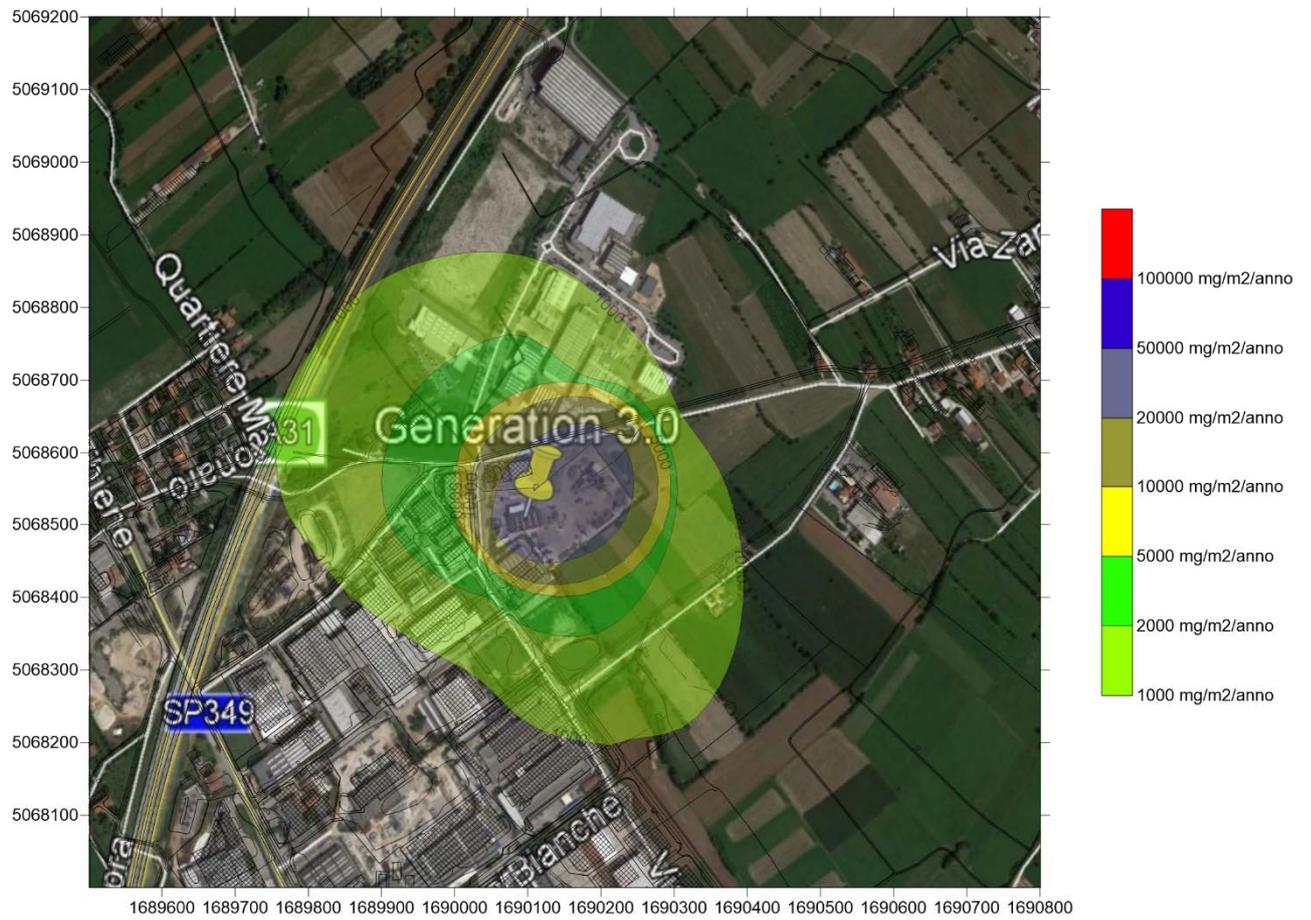


Figura 5 - Deposizioni atmosferiche di Polveri. Scenario Attuale

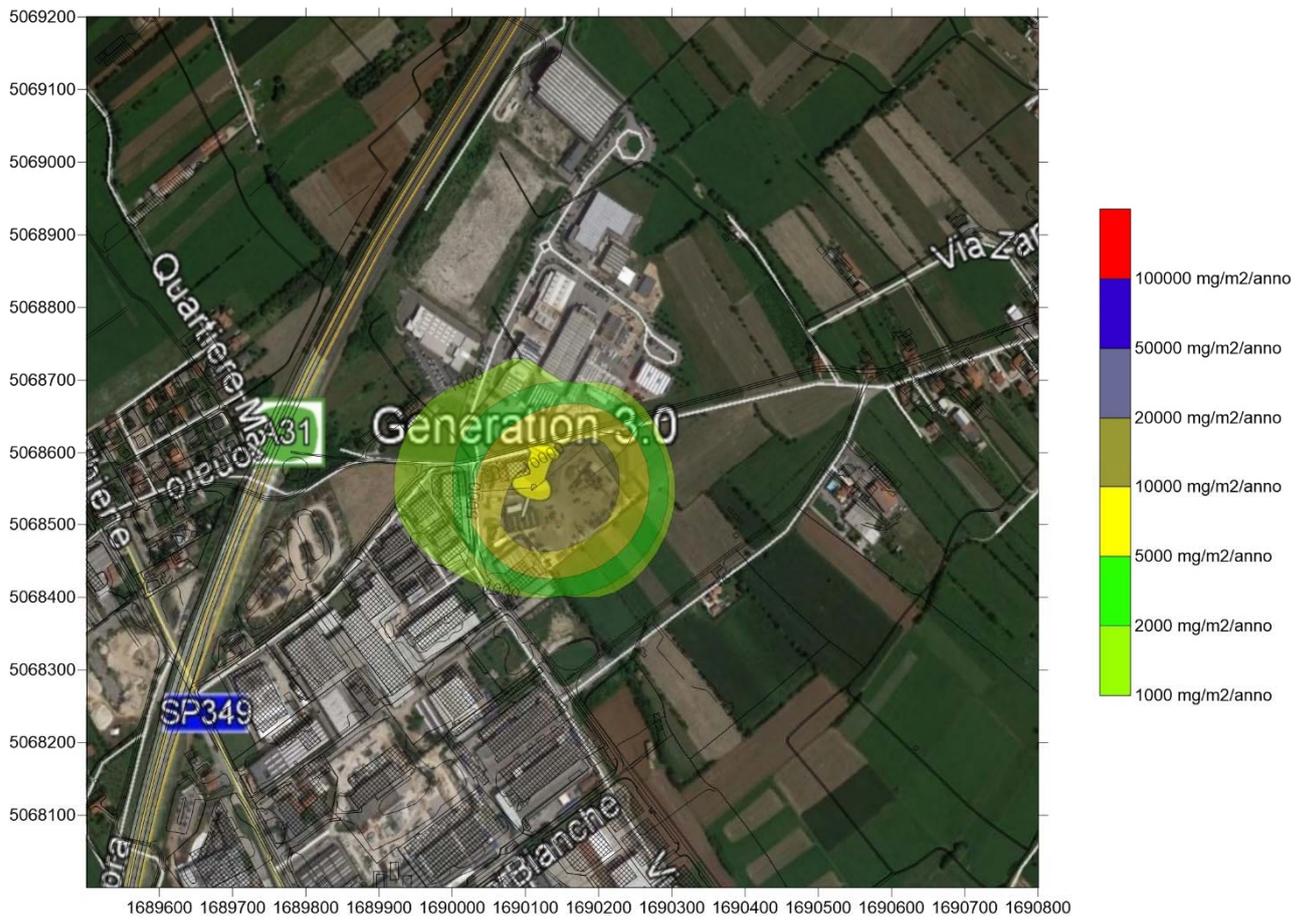


Figura 6 - Deposizioni atmosferiche di Polveri. Scenario Attuale con Mitigazioni (bagnatura piazzale)

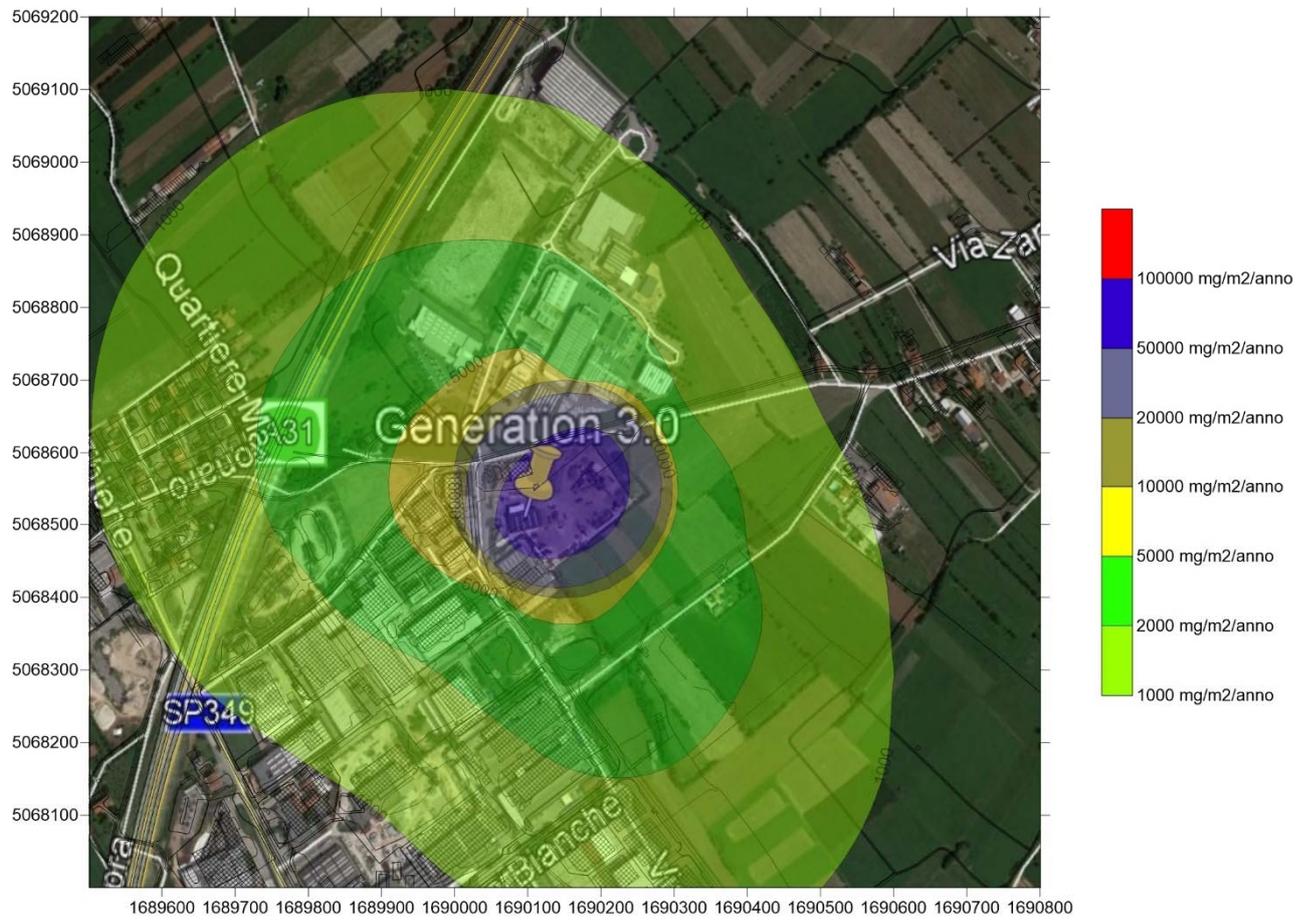


Figura 7 - Deposizioni atmosferiche di Polveri. Scenario Futuro con Mitigazioni (spazzamento piazzale)

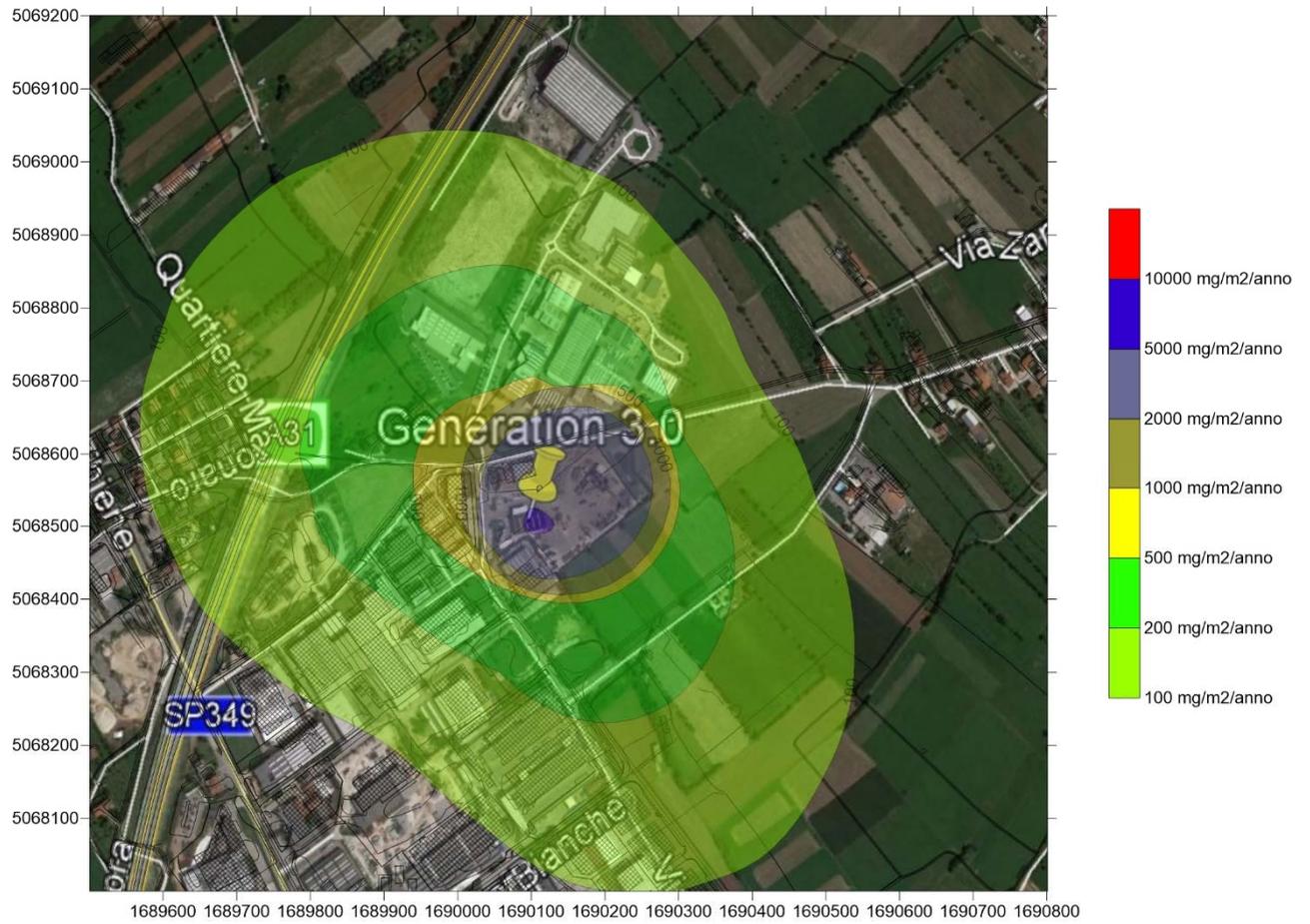


Figura 8 - Deposizioni atmosferiche di polveri di Ferro. Scenario Attuale

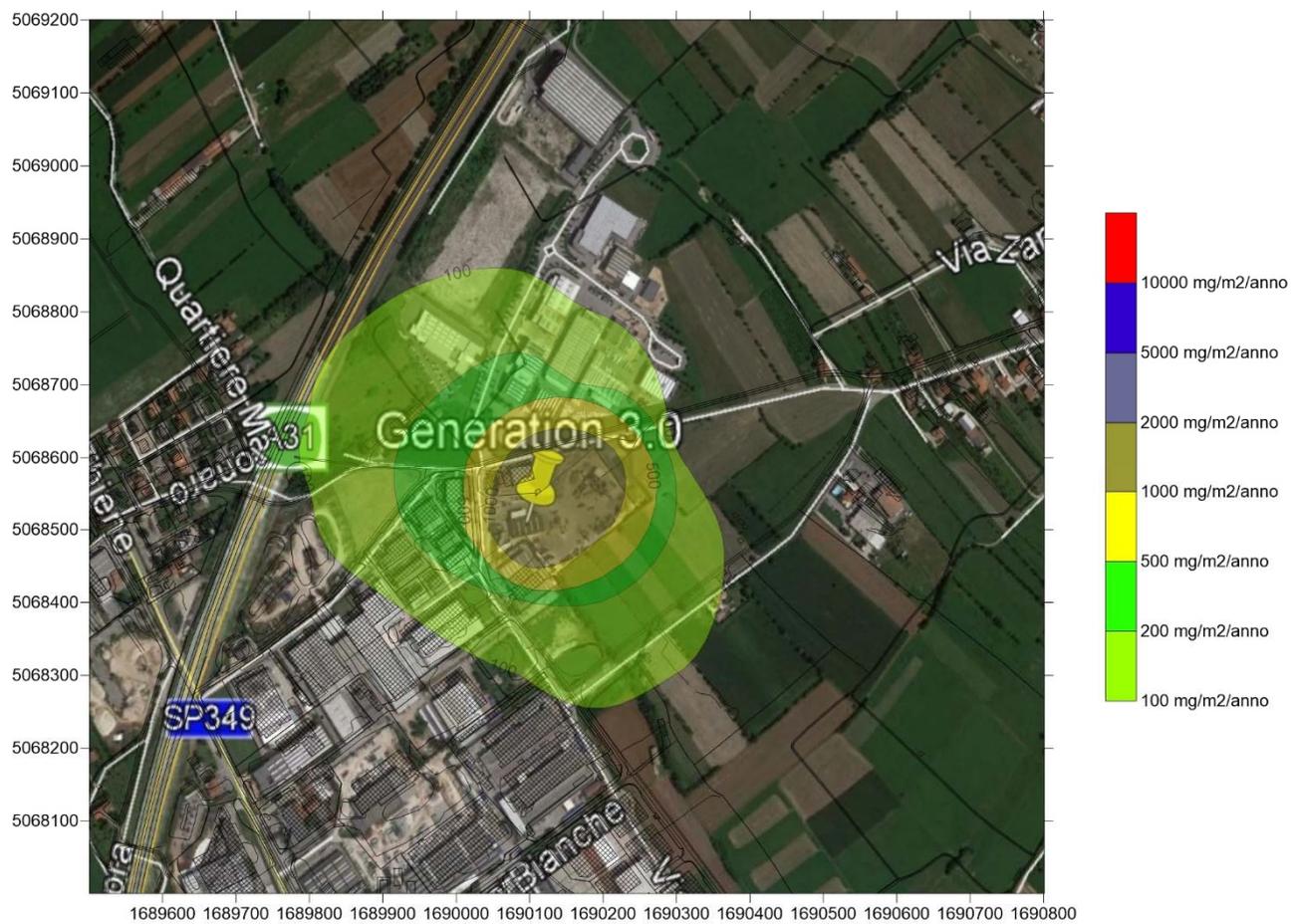


Figura 9 - Deposizioni atmosferiche di polveri di Ferro. Scenario attuale con mitigazione (bagnatura piazzale)

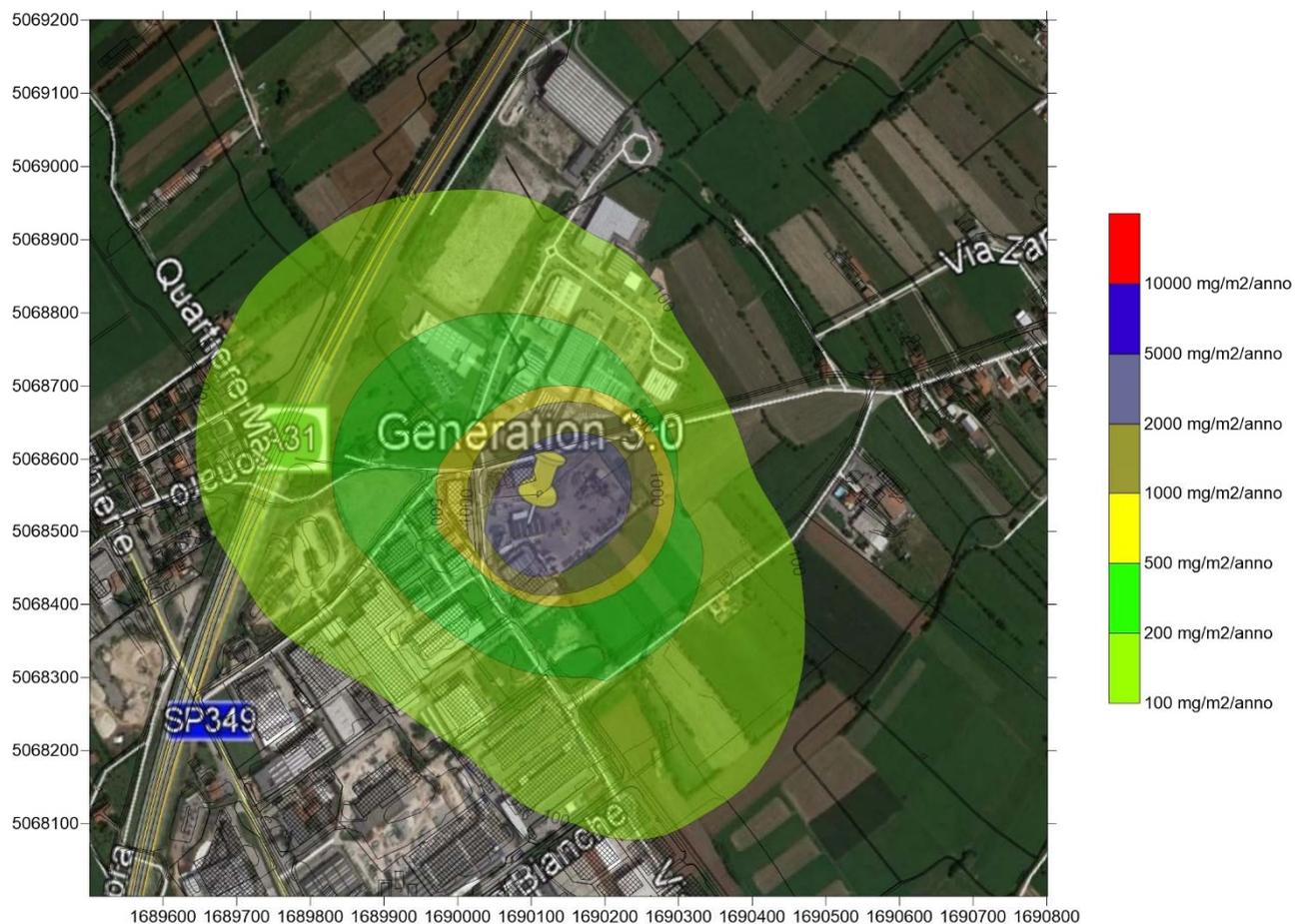


Figura 10 - Deposizioni atmosferiche di polveri di Ferro. Scenario futuro con mitigazione (spazzamento piazzale)

8. Conclusioni

La tabella seguente riassume gli esiti dell'applicazione del modello di diffusione sui ricettori identificati:

Tabella 1. Risultati dell'applicazione del modello di diffusione. Deposizioni secche e umide di Polveri

Scenario	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
	g/m ² /y				
Attuale	1.4	2.0	9.0	12.8	15.7
Attuale con bagnatura	0.6	0.8	3.6	5.1	6.2
Futuro con spazzamento	2.9	3.9	19.4	27.6	34.0
Futuro con bagnatura (50% Fe)	1.64	2.42	10.7	15.0	18.3

Tabella 2. Risultati dell'applicazione del modello di diffusione nei punti di campionamento delle acque meteoriche (cfr. § 4.2). Deposizioni secche e umide di Polveri di Ferro

Scenario	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
	g/m ² /y (pari a mg/l per 1000 mm/y di pioggia)				
Attuale	0.25	0.38	1.38	1.91	2.15
Attuale con bagnatura	0.12	0.17	0.43	0.65	0.74
Futuro con spazzamento	0.21	0.35	0.75	1.08	1.07
Futuro con bagnatura (50% Fe)	0.36	0.49	1.28	1.91	2.17

Tenuto conto che nell'anno solare 2017, considerato nell'applicazione modellistica, è piovuto circa 1000 mm le deposizioni calcolate dal modello esposte in tabella 2 in termini di g/m²/y possono leggersi, negli stessi valori, in termini di mg/l di concentrazione di Ferro nella acque meteoriche.

Nelle simulazioni modellistiche degli scenari attuale e futuro con rifiuti al 50% di Ferro è prevista la bagnatura quotidiana dei piazzali interessati al passaggio degli automezzi e dei mezzi di movimentazione con rateo di bagnatura pari a 1 litro al giorno per metro quadro. Nello scenario futuro con spazzamento è previsto l'utilizzo regolare e quotidiano di un mezzo spazzatrice a umido come descritto nel documento BREF al capitolo 4.4.6.12 tipologia 4.

Bibliografia

- (1) Provincia di Firenze, D.G.P. 213/09 “Allegato 1 LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI”
- (2) European Commission, 2006, “Emissions from storage”, IPPC BAT reference document
- (3) U.S. E.P.A. 2006. Unpaved Roads. AP-42, Vol.I, Ch. 13.2.2, Compilation of air pollutant emission factors stationary and area source. Fifth Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards. (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/index.html> febbraio 2009)
- (4) U.S. E.P.A. 2006. Aggregate Handling and Storage Piles. AP-42, Vol.I, Ch. 13.2.4, Compilation of air pollutant emission factors stationary and area source. Fifth Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards. (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/index.html> febbraio 2009)
- (5) U.S. E.P.A. 2006. Industrial Wind Erosion. AP-42, Vol.I, Ch. 13.2.5,, Compilation of air pollutant emission factors stationary and area source. Fifth Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards. (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/index.html> febbraio 2009)
- (6) European Environment Agency, 2016 “air pollutant emission inventory guidebook” (<https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>).
- (7) D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”
- (8) Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E., Yamartino R.J. (1999) A User’s Guide for the CALMET Meteorological Model. Earth Tech, Internal Report.
- (9) Scire J.S., Strimaitis J.C., Yamartino R.J. (2000) A User’s Guide for the CALPUFF Dispersion Model. Earth Tech, Internal Report.
- (10) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards (1996) “Guideline of Air Quality Models”
- (11) RTI CTN_ACE 2/2000 “I modelli nella valutazione della qualità dell’aria”
- (12) RTI CTN_ACE 4/2001 “Linee guida per la selezione e l’applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell’aria”