

Parco Solare Friulano 4 s.r.l.

Via Udine, 40
33044, Manzano (UD)

Relazione tecnica di valutazione emissioni PM10 durante le attività di cantiere relative alla demolizione delle ex “fornaci Fornasilla” nell’ambito del progetto di installazione di quattro impianti fotovoltaici in Comune di Remanzacco.



Il tecnico incaricato

Ing. Giulio Simonetti

15.02.2021
Rev. 00
#21006

T
W
E
PEC

0432 1502393
www.teknes.it
info@teknes.com
teknes@pec.it

ing. Giulio Simonetti

Borgo Udine, 17
33057 Palmanova (UD)
C.F. SMN GLI 72M06 C758B
P. IVA 03015480308

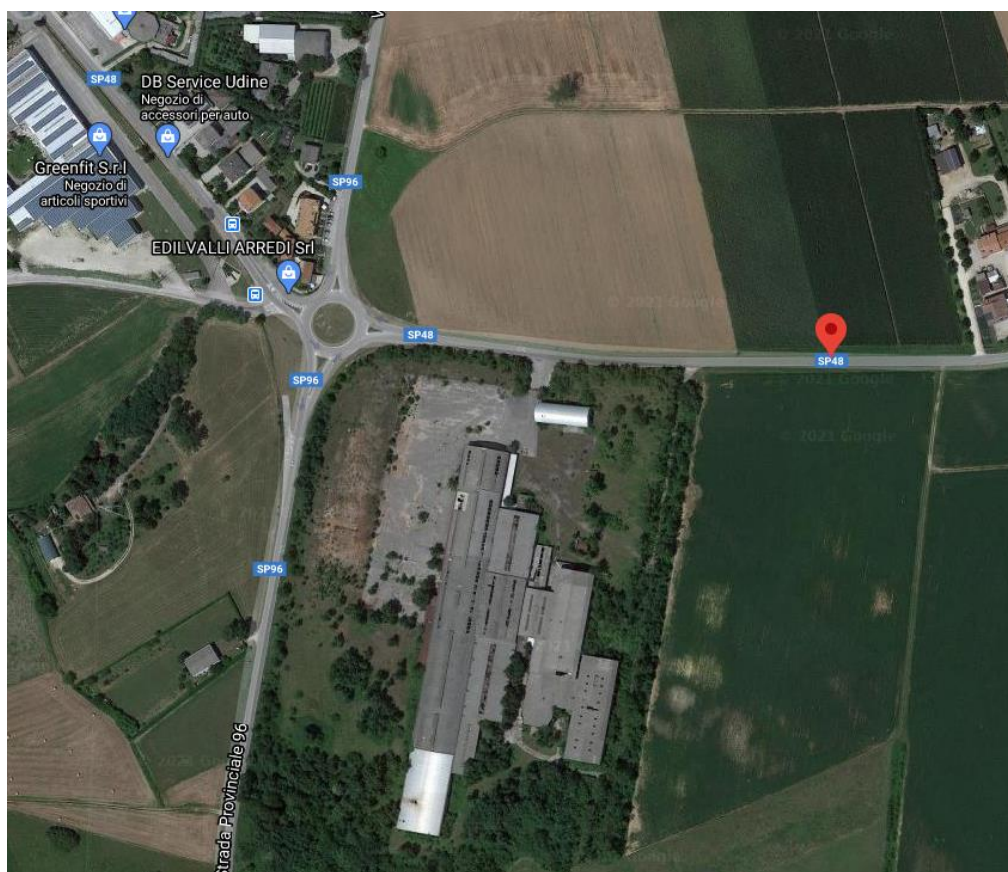
Indice

1.	PREMESSA	5
2.	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SOGGETTE AD EMISSIONI DIFFUSE.....	7
3.	DATI CLIMATICI	8
4.	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE EMISSIONI DIFFUSE.....	14
5.	STIMA DELLE EMISSIONI.....	20
6.	RIEPILOGO EMISSIONI DIFFUSE DOVUTE ALL'ATTIVITÀ DI CANTIERE.	26

1. PREMESSA

Il presente documento è stato redatto al fine di stimare e valutare le emissioni polverulente indotte dalle attività preliminari relative alla demolizione dell'ex fornace Fornasilla in Comune di Remanzacco, necessarie per l'allestimento del cantiere relativo alla realizzazione di quattro impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

Si riporta in seguito l'immagine satellitare dell'area.



Nell'ambito del progetto del parco solare fotovoltaico si prevede l'attività di demolizione dei fabbricati fatiscenti esistenti delle ex-Fornaci Fornasilla e si vuole attuare una campagna di recupero degli inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi) al fine di produrre materia prima secondaria da riutilizzare in sito per la realizzazione della viabilità interna del parco fotovoltaico.

L'area in cui insiste il complesso delle ex fornaci Fornasilla, ha superficie in pianta pari a circa 90.000 m² e si estende in adiacenza all'intersezione tra la strada provinciale 96 e la strada provinciale 48 (Casali Stella), nelle vicinanze della zona artigianale di Remanzacco.

L'intervento consiste nella rimozione di tutte le strutture fuori terra in C.A. e laterizio e conseguentemente alla rimozione delle macerie, la demolizione di pavimenti e fondazioni.

I volumi interessati dalle demolizioni, che si stimano essere di circa 17.000 m³, verranno stoccati in apposita area pavimentata per essere in parte frantumati e riutilizzati in sito.

Per i dettagli sul cantiere in esame si rimanda alla "Relazione tecnica e studio preliminare ambientale" e in particolare al capitolo 7 di tale elaborato in cui si procede alla valutazione degli impatti potenziali dell'impianto mobile per la campagna di recupero di rifiuti non pericolosi.

Per la stima delle emissioni polverulente è stata utilizzata la metodologia riportata nelle "Linee Guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" disponibili nel sito web di ARPAT all'indirizzo <http://www.arpat.toscana.it/> per la quale saranno dettagliate le scelte effettuate ed argomentati i calcoli eseguiti.

Tali linee guida, adottate con Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 213 del 03/11/2009, sono state redatte su proposta della Provincia stessa che si è avvalsa dell'apporto tecnico-scientifico di ARPAT. Esse propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors"). Tramite una complessa elaborazione numerica effettuata con metodi statistici e tecniche di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, dette Linee Guida propongono specifiche soglie emissive, in relazione ai parametri indicati dall'Allegato V alla Parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., in maniera tale da poter valutare l'impatto sulla qualità dell'aria di determinate attività, modulare opportunamente eventuali misure di mitigazione (bagnatura, inscatolamento, ecc.), disporre l'eventuale monitoraggio nelle aree contermini alle lavorazioni.

In particolare, le Linee Guida analizzano le sorgenti di particolato dovute alle attività di trattamento di materiali polverulenti e, per ciascuna sorgente, vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo, in taluni casi semplificato rispetto al modello originale e adattato dove possibile alla realtà locale. I valori ottenuti tramite l'applicazione della metodologia proposta devono essere confrontati con delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente.

2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SOGGETTE AD EMISSIONI DIFFUSE

Verranno in seguito analizzate le attività del ciclo produttivo relativo alle operazioni di cantiere che determineranno la produzione di emissioni in atmosfera.

Durante le attività svolte in tali aree è possibile individuare le seguenti operazioni che potenzialmente danno luogo ad emissioni diffuse in atmosfera:

- operazioni di demolizione dei fabbricati fuori terra, di pavimentazioni e fondazioni;
- movimentazione delle macerie alla zona di frantumazione;
- processo di frantumazione dei detriti;
- stoccaggio dei materiali in cumuli;
- trascinarsi delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiale;
- transito dei mezzi sulle strade non asfaltate all'interno del cantiere.

2.1. Interventi di mitigazione previsti

Per la mitigazione dell'emissioni di polveri, sono previsti dei sistemi di abbattimento ad acqua lungo la filiera di frantumazione degli inerti con il frantumatore KOMATSU BR380JG-1E0. L'impianto è dotato di dispositivo di abbattimento a umido delle polveri tale da ridurre al minimo le emissioni diffuse derivanti dalle fasi di frantumazione e convogliamento dei rifiuti.


Inoltre, in caso di necessità, soprattutto se i lavori si dovessero svolgere in presenza di periodi in assenza di precipitazioni, si prevede la bagnatura dei percorsi non asfaltati all'interno del cantiere per ridurre le emissioni provocate dal transito dei mezzi.

3. DATI CLIMATICI

Per l'elaborazione dei dati climatici ci si è riferiti ai dati registrati dall'OSMER per la stazione climatica di Udine Sant'Osvaldo. Di seguito si riportano le misurazioni relative a vento, temperature e pioggia necessarie ai successivi calcoli.

3.1. Vento

Direzione e intensità del vento a 10 m di altezza
dati climatici riassuntivi



Stazione: UDINE S.O.
 Latitudine 46° 02' N Longitudine 13° 13' E Altitudine 91 m s.l.m.

Analisi mensile e annuale del vento misurato a 10 m di altezza

mese	anni di misura	velocità media vento filato (m/s)	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)								
			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA
gen	1995 - 2019	1.9	1.7	2.5	3.0	2.0	1.6	1.4	1.4	1.5	22	28	17	6	4	3	3	7	11
feb	1995 - 2019	2.1	1.8	2.5	3.1	2.2	2.0	1.6	1.8	1.7	17	28	18	8	6	4	3	6	9
mar	1995 - 2019	2.2	2.0	2.5	2.8	2.5	2.5	2.0	1.9	1.9	15	24	17	11	10	6	4	5	7
apr	1995 - 2019	2.1	2.2	2.1	2.5	2.7	2.8	2.2	2.0	2.0	18	22	14	11	12	7	4	5	8
mag	1995 - 2019	2.1	2.1	2.1	2.3	2.6	2.7	2.2	2.0	2.1	15	22	14	12	13	7	5	5	8
giu	1995 - 2019	2.0	2.0	2.0	2.3	2.4	2.6	2.2	2.0	2.1	15	23	15	11	13	7	5	5	8
lug	1995 - 2019	2.0	2.0	2.1	2.4	2.4	2.4	2.2	2.0	2.1	18	24	14	9	11	7	5	6	8
ago	1995 - 2019	2.0	2.0	2.1	2.5	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	20	26	14	8	9	6	5	6	7
set	1995 - 2019	1.9	1.8	2.0	2.4	2.3	2.2	1.7	1.8	1.8	19	28	18	9	8	4	3	5	8
ott	1995 - 2019	1.9	1.7	2.2	2.6	2.3	2.1	1.5	1.4	1.6	19	28	18	8	7	3	2	5	11
nov	1995 - 2019	1.9	1.8	2.3	2.6	2.2	1.9	1.3	1.3	1.7	24	28	15	7	5	3	2	6	11
dic	1995 - 2019	1.8	1.6	2.4	2.9	1.9	1.7	1.3	1.3	1.4	24	28	15	5	3	2	2	7	12
anno	1995 - 2019	2.0	1.9	2.2	2.6	2.4	2.4	1.9	1.8	1.8	19	26	15	9	8	5	4	6	9

L'analisi è eseguita su dati al minuto (1440 misure al giorno). I minuti con calma di vento sono quelli in cui la velocità < 0.5 m/s.

Analisi oraria del vento misurato a 10 m di altezza

ora solare locale	anni di misura	velocità media vento filato (m/s)	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)							
			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	1995 - 2019	2.1	1.7	1.8	2.1	1.8	1.7	1.2	1.3	1.5	29	44	15	3	1	1	1	6
2	1995 - 2019	1.9	1.6	1.8	2.1	1.6	1.9	1.2	1.5	1.5	32	42	14	3	2	1	1	6
3	1995 - 2019	1.7	1.6	1.8	2.1	1.7	1.9	1.1	1.4	1.5	34	41	13	3	1	1	1	7
4	1995 - 2019	1.6	1.6	1.8	2.1	1.7	1.8	1.3	1.2	1.4	35	41	12	3	1	1	1	6
5	1995 - 2019	1.6	1.6	1.8	2.0	1.7	1.9	1.3	1.3	1.4	35	41	13	3	1	1	1	6
6	1995 - 2019	1.6	1.6	1.8	2.1	1.9	1.6	1.2	1.2	1.4	34	42	13	3	1	1	1	6
7	1995 - 2019	1.6	1.6	1.9	2.1	1.9	1.9	1.2	1.2	1.4	34	40	14	3	1	1	1	5
8	1995 - 2019	1.4	1.7	2.1	2.2	1.8	1.7	1.3	1.2	1.5	28	39	19	6	2	1	1	5
9	1995 - 2019	1.4	1.8	2.4	2.4	1.8	1.7	1.3	1.2	1.5	20	33	23	11	5	1	2	5
10	1995 - 2019	1.4	1.9	2.6	2.7	1.9	1.8	1.5	1.4	1.6	14	26	25	16	9	3	3	5
11	1995 - 2019	1.3	2.1	2.8	2.9	2.1	2.0	1.7	1.6	1.7	10	20	23	18	15	7	4	4
12	1995 - 2019	1.3	2.3	2.9	3.1	2.2	2.2	1.9	1.7	1.9	8	15	20	17	19	11	6	5
13	1995 - 2019	1.3	2.7	3.0	3.3	2.3	2.4	2.0	1.9	1.9	7	13	17	17	21	14	6	4
14	1995 - 2019	1.2	2.8	3.0	3.3	2.4	2.5	2.1	2.0	2.1	7	11	16	15	23	16	8	5
15	1995 - 2019	1.2	2.9	3.1	3.4	2.5	2.6	2.1	2.0	2.2	7	11	15	14	23	17	9	4
16	1995 - 2019	1.3	2.9	3.1	3.3	2.6	2.6	2.0	1.9	2.1	7	11	15	12	23	17	10	5
17	1995 - 2019	1.6	2.7	2.9	3.2	2.6	2.6	1.8	1.7	1.9	8	12	14	12	22	15	11	6
18	1995 - 2019	1.9	2.3	2.7	3.0	2.4	2.4	1.6	1.6	1.6	10	15	15	11	20	12	9	8
19	1995 - 2019	2.1	2.1	2.3	2.6	2.0	1.9	1.3	1.3	1.5	12	20	16	11	16	9	7	8
20	1995 - 2019	2.2	1.9	2.1	2.3	1.8	1.5	1.0	1.1	1.5	16	28	20	11	9	5	4	8
21	1995 - 2019	2.2	1.8	1.9	2.1	1.6	1.5	1.2	1.1	1.5	19	37	21	8	4	2	2	6
22	1995 - 2019	2.2	1.7	1.8	2.0	1.8	1.8	1.1	1.3	1.6	21	41	21	6	2	1	2	6
23	1995 - 2019	2.1	1.7	1.8	2.1	1.8	1.7	1.2	1.2	1.6	24	43	19	4	2	1	1	5
24	1995 - 2019	2.0	1.7	1.8	2.1	1.7	1.7	1.2	1.3	1.5	27	43	18	4	2	1	1	6

L'analisi è eseguita su dati orari (24 dati al giorno dove ogni dato è la media vettoriale delle misure degli ultimi 10 minuti dell'ora).

Indicazioni Cromatiche

velocità del vento

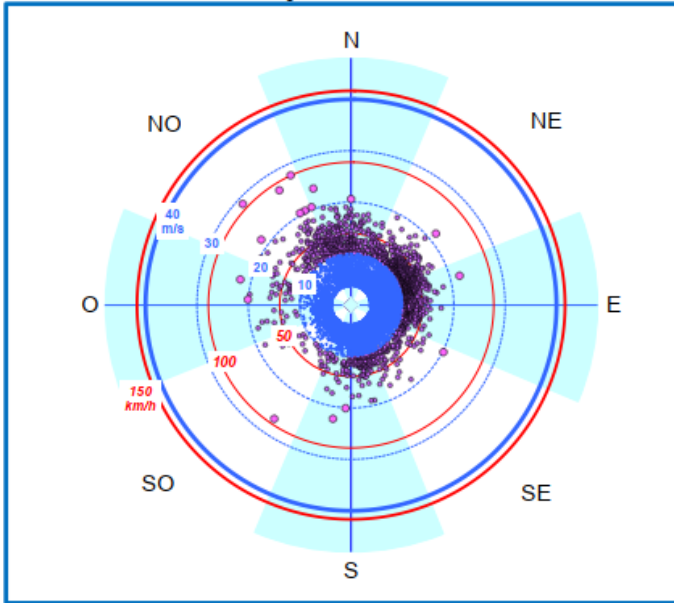
da 0.5 a 1.5 m/s
da 1.5 a 2.5 m/s
da 2.5 a 3.5 m/s
maggiore di 3.5 m/s

frequenza del vento nell'ottante

da 0 a 5 %
da 5 a 10 %
da 10 a 20 %
maggiore del 20 %

Raffiche massime giornaliere del vento misurato a 10 m di altezza (anni di misura 1995 - 2019).

Distribuzione delle raffiche massime negli ottanti



Distribuzione per classi di tutti gli episodi

N° di giorni con raffica massima nell'intervallo	N° casi	% sul totale
0-10 m/s	7690	85.0
10-20 m/s	1337	14.8
20-30 m/s	17	0.2
30-40 m/s	0	0.0
>40 m/s	0	0.0
totale	9044	100.0

- raffica massima giornaliera nell'intervallo 0.5-10 m/s
- raffica massima giornaliera nell'intervallo 10-20 m/s
- raffica massima giornaliera nell'intervallo 20-30 m/s
- raffica massima giornaliera nell'intervallo 30-40 m/s
- raffica massima giornaliera maggiore di 40 m/s

le linee in colore rosso indicano la scala in km/h, quelle in colore blu in m/s

I 20 episodi più intensi

Direzione (° N)	intensità raffica		data
	m/s	km/h	
313	28.8	103.7	24/07/07
335	27.8	100.1	22/10/14
214	26.7	96.1	09/08/17
328	26.3	94.7	09/07/07
342	23.8	85.7	06/07/10
189	22.4	80.6	01/12/08
283	22.1	79.6	24/07/17
75	21.9	78.8	10/03/10
306	21.6	77.8	25/07/08
50	21.6	77.8	05/02/15
0	20.6	74.2	25/07/15
338	20.5	73.8	04/11/05
334	20.4	73.4	29/06/05
331	20.4	73.4	03/07/03
117	20.2	72.7	01/03/11
273	20.1	72.4	15/08/15
183	20.1	72.4	29/10/18
298	19.8	71.3	18/09/07
276	19.6	70.6	03/07/08
344	19.4	69.8	28/05/11

I 20 episodi più intensi per ottante

N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
m/s	data	m/s	data	m/s	data	m/s	data	m/s	data	m/s	data	m/s	data	m/s	data
23.8	09/07/10	21.6	05/02/15	21.9	10/03/10	20.2	01/03/11	22.4	01/12/08	26.7	09/08/17	22.1	24/07/17	28.8	24/07/07
20.6	25/07/15	19.4	01/02/12	18.3	07/03/08	18.6	25/09/18	20.1	29/10/18	18.4	21/07/16	20.1	15/08/15	27.8	22/10/14
20.5	04/11/05	19.2	04/05/05	17.8	03/03/10	17.4	25/08/03	19.1	21/12/19	15.5	26/05/07	19.8	03/07/08	26.3	09/07/07
19.6	28/05/11	18.4	24/07/06	18.9	03/02/12	18.8	01/08/02	19.0	11/05/07	14.3	04/11/18	18.6	28/07/13	21.6	25/07/08
19.1	09/12/10	17.7	05/03/15	16.5	09/10/03	16.2	24/05/18	17.8	30/10/08	13.2	08/05/13	17.6	14/08/03	20.4	29/06/05
19.0	07/10/11	17.4	28/11/05	16.3	02/05/00	16.1	06/05/07	17.7	05/11/12	13.2	15/08/08	16.8	30/11/08	20.4	03/07/03
19.0	27/01/05	17.4	24/03/13	15.7	17/08/02	15.8	25/03/18	17.5	28/06/17	13.0	05/10/03	16.2	25/08/03	19.8	18/06/07
18.8	12/10/09	17.3	15/02/02	15.6	13/05/12	15.7	08/12/06	17.0	12/12/17	12.9	13/04/08	16.1	21/08/01	19.2	25/06/05
18.5	21/11/08	17.0	18/11/18	15.6	08/02/12	15.6	27/04/11	16.4	10/12/17	12.6	23/07/10	15.8	21/08/04	19.1	23/08/12
18.0	01/04/15	16.6	23/02/18	15.5	02/06/11	15.2	20/11/00	16.1	12/08/04	12.4	20/07/10	15.7	17/08/12	18.4	29/06/06
17.9	23/07/09	16.3	25/10/08	15.5	28/01/11	14.9	13/03/00	15.8	15/11/19	12.2	03/08/05	15.6	03/08/06	18.3	24/01/09
17.9	12/05/06	16.2	18/02/04	15.4	28/11/10	14.7	24/03/06	15.6	04/01/14	12.1	05/08/00	15.3	28/07/06	18.3	24/05/14
17.5	17/05/03	16.2	18/03/18	15.3	04/12/10	14.6	18/04/00	15.2	10/08/01	11.7	01/08/06	15.0	10/08/09	18.2	18/06/19
17.5	14/06/00	16.1	28/02/04	15.2	27/03/14	14.3	23/10/09	14.7	19/06/04	11.3	28/05/07	15.0	02/09/17	18.1	03/07/18
17.5	10/02/16	16.0	23/02/18	15.2	24/02/18	14.3	18/08/09	14.6	11/03/18	11.1	10/08/18	14.7	07/07/08	18.0	20/08/12
17.5	08/02/15	16.0	04/03/08	15.0	24/07/02	13.9	18/05/08	14.4	24/03/05	10.9	08/07/00	14.3	15/06/07	17.9	09/03/17
17.4	12/11/07	16.0	22/07/02	15.0	02/02/12	13.8	18/07/00	14.3	12/09/08	10.9	03/05/16	14.1	03/07/05	17.4	17/05/13
17.3	09/08/17	15.9	25/03/13	14.9	06/03/12	13.7	03/03/17	14.3	05/11/16	10.6	10/08/08	13.6	26/07/16	17.1	28/08/03
17.3	12/05/14	15.8	01/12/10	14.9	14/05/08	13.5	20/07/07	13.9	23/02/14	10.6	28/08/07	13.6	28/07/03	17.1	03/07/06
17.2	28/02/17	15.8	17/11/14	14.8	02/03/11	13.3	12/07/19	13.8	28/02/17	10.3	01/05/12	13.6	28/07/14	16.8	19/05/00


Indicazioni Cromatiche

velocità del vento
da 0.5 a 10 m/s
da 10 a 20 m/s
da 20 a 30 m/s
da 30 a 40 m/s
maggiore di 40 m/s

3.2. Piogge

Elaborazioni mensili - Piogge cumulate - 1990-2021

Stazione di UDINE SANT'OSVALDO (UD)



NOTE

Ove possibile le misure mancanti sono state sostituite con misure di stazioni limitrofe.
 Il dato non viene riportato se sono state sostituite più di 10 misure o se dopo la sostituzione mancano le misure di più di 3 giorni.
 Il simbolo a torta a sinistra (per es. ◯, ◐, ◑, ◒, ◓, ◔, ◕, ◖, ◗, ◘, ◙, ◚, ◛, ◜, ◝, ◞, ◟, ◠, ◡, ◢, ◣, ◤, ◥, ◦) indica la frazione stimata (in ventesimi) di precipitazione nevosa.
 Il numero blu in alto a sinistra (per es. ³) indica il numero di valori giornalieri sostituiti con dati di stazioni limitrofe.
 Il numero rosso in basso a sinistra (per es. ₂) indica il numero di valori giornalieri mancanti dopo la sostituzione.
 Lo stile del carattere indica il valore **massimo** e **minimo** nello stesso mese dei diversi anni.
 Il colore della cella indica il valore massimo (■) e minimo (□) nell'anno.

Altitudine (m s.l.m.) 91
 Latitudine (N) 46.0400
 Longitudine (E) 13.2300

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
1990												104	
1991			84	48	258	122	108	93	322	99	267	8	
1992	24	27	124	151	80	168	158	71	100	305	94	144	1448
1993	6	6	49	57	19	108	108	43	244	421	73	67	1202
1994	167	40	29	193	119	101	39	92	234	165	82	48	1310
1995	59	118	97	46	202	185	58	214	323	21	85	205	1611
1996	164	59	13	133	180	187	110	169	104	336	251		
1997	119	2	16	89	81	196	204	92	48	33	262	208	1350
1998	35	1	4	264	87	89	170	80	262	640	45	14	1581
1999	53	29	108	223	92	168	51	124	139	114	69	116	1288
2000	1	6	144	103	107	134	143	75	155	148	399	104	1519
2001	237	9	251	125	63	98	164	62	249	49	49	11	1367
2002	34	83	27	167	125	127	127	274	169	143	224	60	1561
2003	63	16	0	160	66	99	47	103	100	110	173	219	1155
2004	46	181	54	96	166	131	63	321	97	254	137	128	1673
2005	17	13	38	246	70	114	174	227	155	126	101	96	1376
2006	53	34	125	109	88	21	91	204	54	31	82	176	1067
2007	65	97	124	0	209	117	128	147	160	113	50	29	1246
2008	175	58	101	173	166	130	189	115	102	130	226	325	1890
2009	130	161	249	132	28	104	105	66	146	119	186	251	1676
2010	80	224	57	75	230	69	144	122	265	179	252	262	1957
2011	99	45	222	18	85	190	148	23	84	198	26	61	1199
2012	48	21	7	239	88	114	72	94	201	176	260	84	1405
2013	97	112	287	68	299	64	47	95	302	78	186	108	1743
2014	483	402	71	59	72	188	209	238	105	62	311	101	2282
2015	50	6	94	52	104	97	102	168	148	221	10	1	1069
2016	71	335	107	66	238	122	92	69	114	124	254	0	1592
2017	45	113	41	176	93	164	74	47	381	46	211	180	1570
2018	58	58	166	79	125	110	110	72	47	132	181	19	1156
2019	20	107	33	143	303	21	73	65	149	46	440	158	1556
2020	14	25	151	31	119	247	84	162	136	206	26	340	1541
2021	163												

Statistiche

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 1990-2021	89	82	96	117	132	126	113	124	170	158	167	121	1478
Min	1	1	0	6	19	21	39	23	47	21	16	0	1059
Max	463	402	287	254	303	247	209	321	381	540	440	340	2282
Dev.st	91	98	78	70	76	51	49	74	89	118	112	95	281
Numero	30	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	28

Percentili

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	10	4	5	24	44	40	47	45	51	32	26	4	1098
10 %	17	6	12	45	66	69	51	61	81	45	43	11	1156
25 %	38	16	34	61	82	100	73	71	103	83	75	51	1278
50 %	59	45	89	106	106	120	108	95	149	128	177	104	1484
75 %	114	112	125	165	177	167	147	167	242	193	252	179	1597
90 %	168	190	225	225	240	188	176	228	304	308	271	252	1787
95 %	209	291	250	243	281	193	197	258	323	383	359	297	1934

Valori massimi per tempo di ritorno (Gumbel)

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
10 anni	208	210	198	208	231	192	177	220	286	312	313	245	1844
20 anni	259	265	241	247	274	221	204	262	336	378	376	298	2002
30 anni	288	296	267	270	298	238	220	286	365	416	412	329	2092
60 anni	325	336	298	298	329	258	240	316	401	464	457	367	2206

3.3. Giorni piovosi

Elaborazioni mensili - N° di giorni con pioggia giornaliera maggiore o uguale a 1 mm - 1990-2021

Stazione di UDINE SANT'OSVALDO (UD)



NOTE

Altitudine (m s.l.m.) 91
 Latitudine (N) 46.0400
 Longitudine (E) 13.2300

Ove possibile le misure mancanti sono state sostituite con misure di stazioni limitrofe.
 Il dato non viene riportato se sono state sostituite più di 10 misure o se dopo la sostituzione mancano le misure di più di 3 giorni.
 Il simbolo a torta a sinistra (per es. ◐, ◑, ◒, ◓) indica la frazione stimata di giorni (in ventesimi) con precipitazioni nevose.
 Il numero blu in alto a sinistra (per es. ⁵) indica il numero di valori giornalieri sostituiti con dati di stazioni limitrofe.
 Il numero rosso in basso a sinistra (per es. ₃) indica il numero di valori giornalieri mancanti dopo la sostituzione.
 Lo stile del carattere indica il valore **massimo** e **minimo** nello stesso mese dei diversi anni.
 Il colore della cella indica il valore massimo (■) e minimo (□) nell'anno.

N° giorni	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
1990			8	8	12	8	8	4	9	9	14	6	
1991	2	3	8	12	7	14	10	7	9	18	7	8	106
1992	2	2	5	8	6	14	10	6	12	14	10	8	96
1993	8	7	3	14	13	9	10	8	13	7	4	5	101
1994	6	9	7	7	12	12	6	13	10	2	5	10	99
1995	11	5	2	10	12	8	10	11	13	10	13		
1996	9	1	3	4	10	16	11	9	3	4	11	10	90
1997	7	0	1	18	15	8	7	6	11	13	4	3	93
1998	6	4	9	12	12	11	5	8	8	9	9	9	102
1999	1	1	5	11	12	8	13	7	8	12	14	9	101
2000	16	3	16	9	9	8	9	8	11	4	6	2	100
2001	2	9	5	11	16	10	12	11	11	10	13	9	119
2002	5	2	0	8	6	6	7	6	8	11	9	8	75
2003	5	10	7	14	15	9	6	13	6	16	7	9	117
2004	2	3	6	13	7	9	11	14	8	9	7	10	99
2005	6	7	9	10	7	3	6	11	3	5	5	7	79
2006	7	8	6	2	10	9	4	10	9	7	3	5	80
2007	8	5	13	16	12	11	11	6	8	6	10	11	117
2008	9	8	9	13	6	10	8	6	7	7	11	12	106
2009	7	9	6	8	15	7	8	10	12	9	15	16	121
2010	5	2	7	5	6	13	13	3	3	6	4	4	70
2011	2	2	2	15	11	8	8	5	9	9	10	7	88
2012	11	6	17	11	20	8	3	10	9	10	13	6	124
2013	13	18	5	10	10	11	14	13	12	9	14	8	137
2014	6	2	6	7	12	9	7	8	7	10	2	0	76
2015	7	15	8	8	14	12	7	9	7	11	8	0	106
2016	3	9	4	8	9	8	9	4	16	2	9	13	93
2017	6	9	15	9	12	9	11	8	5	7	10	3	104
2018	3	5	4	11	16	2	12	6	6	9	18	11	104
2019	3	5	7	4	11	12	8	11	10	13	1	14	99
2020	10												
2021													

Statistiche

N° giorni	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 1990-2021	6	6	7	10	11	9	9	8	9	9	9	7	100
Min	1	0	0	2	5	2	3	3	3	2	1	0	70
Max	15	18	17	18	20	15	14	14	15	19	19	15	137
Dev.st	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	16
Numero	30	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	28

Percentili

N° giorni	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	2	1	1	4	5	4	4	4	3	3	2	1	75
10 %	2	2	2	5	6	7	6	5	5	4	4	2	78
25 %	3	2	4	8	9	8	7	6	7	7	5	5	92
50 %	6	5	6	10	12	9	9	8	9	9	9	8	101
75 %	8	9	8	12	13	11	11	11	11	11	13	10	106
90 %	11	9	13	14	15	13	12	13	12	13	14	12	120
95 %	12	13	16	16	16	14	13	13	13	15	15	14	123

Valori massimi per tempo di ritorno (Gumbel)

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
10 anni	11	11	12	15	16	13	13	12	13	14	14	12	121
20 anni	13	13	14	17	18	15	15	14	15	16	16	14	130
30 anni	15	15	16	19	20	16	16	15	16	18	18	16	135
50 anni	16	16	17	20	21	17	17	16	17	19	19	17	141

3.4. Elaborazione dati OSMER

Dai dati elaborati OSMER si sono ricavati:

- Velocità media del vento a 10 metri pari a 2 m/s;
- Numero giorni piovosi medi annui con precipitazione maggiore o uguale ad 1 mm pari a 100;
- Precipitazione media cumulata annuale, pari a 1.478 mm;
- Precipitazioni medie cumulate mensili, pari a:
 - 89 mm per Gennaio;
 - 82 mm per Febbraio;
 - 96 mm per Marzo;
 - 117 mm per Aprile;
 - 132 mm per Maggio;
 - 126 mm per Giugno;
 - 113 mm per Luglio;
 - 124 mm per Agosto;
 - 170 mm per Settembre;
 - 158 mm per Ottobre;
 - 167 mm per Novembre;
 - 121 mm per Dicembre;
- Temperature medie mensili, pari a:
 - 3,8° C per Gennaio;
 - 4,9° C per Febbraio;
 - 8,8° C per Marzo;
 - 13° C per Aprile;
 - 17,5° C per Maggio;
 - 21,3° C per Giugno;
 - 23,2° C per Luglio;
 - 23,1° C per Agosto;
 - 18,4° C per Settembre;
 - 13,8° C per Ottobre;
 - 9° C per Novembre;
 - 4,6° C per Dicembre;

La velocità equivalente del vento a 3 metri è stata ricavata dalla formula di Naegeli (1954):

$$v_h = v_{10}[0,233 + 0,656 \log(h + 4,75)]$$

Dove:

v_{10} [m/s] = velocità media annua a 10 metri di quota;

h = quota a cui riferire il vento [3,0m];

Nel caso della velocità media annua, pari a 2 m/s si ottiene:

$$v_h = 2[0,233 + 0,656 \log(4,5 + 4,75)] = 1,63 \text{ m/s}$$

Il potenziale medio dell'evaporazione giornaliera con la formulazione di Turc:

$$T_p = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i t_i}{P}$$

In cui le P_i e le t_i rappresentano rispettivamente le precipitazioni cumulate mensili medie e la temperatura mensile media, mentre P rappresenta la precipitazione media annua.

È stato quindi calcolato il potere evaporante dell'atmosfera con la relazione fornita da Turc nel 1948 in cui viene utilizzato il dato di temperatura fittizia corretta in precedenza rispetto alle temperature medie mensili per tener conto dell'umidità dell'aria che influisce su tale grandezza:

$$L = 300 + 25 T_p + 0.05 T_p^3$$

Il valore di evapotraspirazione è ricavato in maniera indiretta con la formula di Turc:

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE EMISSIONI DIFFUSE

Individuate le operazioni soggette potenzialmente ad emissioni diffuse, è necessario categorizzarle secondo lo standard US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollution Emission Factors", in modo da poter discernere il fattore in maniera coerente.

Le macrocategorie comprendenti le operazioni individuate sono le seguenti:

1. Processi relativi alle attività di frantumazione e macinazione del materiale e all'attività di agglomerazione del materiale (*Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing AP-42 11.19.2*);
2. Formazione e stoccaggio di cumuli (*Aggregate Handling And Storage Piles AP-42 13.2.4*);
3. Erosione del vento dai cumuli (*Industrial Wind Erosion AP-42 13.2.5*);
4. Transito di mezzi su strade non asfaltate (*Unpaved Roads AP-42 13.2.2*);

Tali macrocategorie indicano, per ogni attività una specifica modalità di stima delle emissioni diffuse.

Una volta caratterizzate le operazioni e stimati i fattori di emissione secondo i corrispondenti modelli US-EPA o gli eventuali fattori proposti nell'AP-42, si è proceduto con il calcolo del rateo emissivo orario totale, sulla base di considerazioni relative alla contemporaneità delle operazioni.

In relazione alla metodologia applicata sono necessarie le seguenti precisazioni:

- Le attività verranno categorizzate secondo il codice identificativo AP-42, ossia SCC (Source Classification Codes), in modo da facilitarne la ricerca nella fonte bibliografica;
- Nella scelta dei fattori di emissione, bisogna tener conto anche del livello di affidabilità indicato dall'US-EPA tramite una scala da A (maggiore attendibilità) ed E (maggiore incertezza);
- È da tener conto che taluni fattori di emissione sono stati elaborati ed applicati a contesti differenti dal presente, che richiederebbe un'analisi dettagliata ed approfondita per valutarne l'applicabilità. Nel presente elaborato, essendo assenti alternative valide, verranno impiegati comunque questi fattori;
- Verrà assunto un livello emissivo rispetto ad un'attività media del cantiere;

4.1. Individuazione delle emissioni oggetto di analisi

Si identificano le seguenti fasi di potenziale emissione di polveri nell'ambito del cantiere:

- Attività di demolizione degli edifici;
- Formazione e stoccaggio in cumuli;
- Erosione e diffusione ad opera del vento;
- Transito dei mezzi su strade non asfaltate.

Le modalità di stima delle emissioni per le singole fasi sono definite nel seguito.

4.2. Processi relativi alle attività di frantumazione e macinazione e all'attività di agglomerazione del materiale (AP-42 11.19.2)

Le Linee Guida ARPAT, utilizzate nella presente relazione e adottate con Deliberazione della Giunta provinciale n. 213 del 03/11/2009, riprendono quanto previsto dall'AP-42, prevedono di effettuare il calcolo del quantitativo di polveri emesse secondo la seguente equazione generale:

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

Nella quale:

- i = particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})
- l = processo
- m = controllo
- t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.)
- E_i = rateo emissivo (kg/h) dell' i -esimo tipo di particolato;
- AD_l = attività relativa all' l -esimo processo;
- $EF_{i,l,m}$ = fattore di emissione unitario;

Le emissioni da processi di frantumazione sono caratterizzate in base alla pezzatura del materiale prodotto:

1. Frantumazione primaria: 75-300 mm;
2. Frantumazione secondaria: 25-100 mm;
3. Frantumazione terziaria: 5-25 mm.

Per la frantumazione primaria non è definito uno specifico valore di emissione.

Per l'esecuzione dei calcoli le Linee Guida ARPAT richiedono l'utilizzo di schemi a blocchi in cui vengono indicati i bilanci di massa dei processi, i flussi di materiale trasportato all'interno del sito e la pezzatura del materiale in uscita.

Nel caso in cui non siano presenti dati specifici si procede alla stima degli stessi con valori conservativi motivandone la scelta.

Nelle seguenti tabelle si riporta l'elenco dei processi per ciascuna attività con la loro denominazione originale (codice SCC dell'AP42) e le relative unità di misura richieste per il calcolo delle emissioni. In tali tabelle viene riportato il calcolo dell'efficienza di rimozione riferita ai sistemi di abbattimento o mitigazioni applicabili quali la bagnatura e umidificazione del materiale, filtri a maniche e copertura e inscatolamento delle attività o dei macchinari.

L'efficienza di rimozione è definita come:

$$\text{efficienza di rimozione}\% = 100 - \left(\frac{EF_{\text{con abbattimento}}}{EF_{\text{senza abbattimento}}} \times 100 \right)$$

Attività di frantumazione e macinazione	Codice SCC	Unità di misura	Abbattimento o mitigazione
estrazione con perforazione (drilling unfragment stone)	3-05-020-10	Mg/h	Bagnatura con acqua ⁶
frantumazione primaria 75 – 300mm (primary crushing)	3-05-020-01	Mg/h	
frantumazione secondaria 25 – 100mm (secondary crushing)	3-05-020-02	Mg/h	
frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing)	3-05-020-03	Mg/h	
frantumazione fine (fine crushing)	3-05-020-05	Mg/h	
vagliatura (screening)	3-05-020-02, 03, 04,15	Mg/h	
vagliatura fine < 5mm (fine screening)	3-05-020-21	Mg/h	Copertura o inscatolamento
nastro trasportatore – nel punto di trasferimento (conveyor transfer point)	3-05-020-06	Mg/h	
scarico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone)	3-05-020-31	Mg/h	Bagnatura con acqua ⁷
scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)			
carico camion - dal nastro trasportatore, rocce frantumate (truck loading-conveyor, crushed stone)	3-05-020-32	Mg/h	
carico camion (truck loading)	3-05-020-33	Mg/h	

Attività di agglomerazione ⁸	Codice SCC	Unità di misura	Abbattimento o mitigazione
macinazione a secco (grinding, dry mode)	3-05-038-11	Mg/h	Filtro a maniche
classificazione (classifiers, dry mode)	3-05-038-12	Mg/h	Filtro a maniche
essiccazione rapida (flash drying)	3-05-038-35	Mg/h	Filtro a maniche
stoccaggio in silos (product storage)	3-05-038-13	Mg/h	Filtro a maniche
confezionamento e scarico (product packaging and bulk loading)	3-05-038-14	Mg/h	Filtro a maniche

Tabella 2: Processi relativi alle attività di frantumazione, macinazione e agglomerazione, fattori di emissione per il PM10

Attività di frantumazione e macinazione (tab. 11.19.2-1)	Codice SCC	Fattore di emissione senza abbattimento (kg/Mg)	Abbattimento o mitigazione	Fattore di emissione con abbattimento (kg/Mg)	Efficienza di rimozione %
estrazione con perforazione (drilling unfragment stone)	3-05-020-10	4.E-05	Bagnatura con acqua		
frantumazione primaria 75 – 300mm (primary crushing)	3-05-020-01				
frantumazione secondaria 25 – 100mm (secondary crushing)	3-05-020-02	0.0043		3.7E-04	91
frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing)	3-05-020-03	0.0012		2.7E-04	77
frantumazione fine (fine crushing)	3-05-020-05	0.0075		6.E-04	92
vagliatura (screening)	3-05-020-02, 03, 04,15	0.0043		3.7E-04	91
vagliatura fine < 5mm (fine screening)	3-05-020-21	0.036	0.0011	97	
nastro trasportatore – nel punto di trasferimento (conveyor transfer point)	3-05-020-06	5.5E-04	Copertura o inscatolamento	2.3E-05	96
scarico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone)	3-05-020-31	8.E-06	Bagnatura con acqua	-	-
scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)					
carico camion - dal nastro trasportatore, rocce frantumate (truck loading-conveyor, crushed stone)	3-05-020-32	5.E-05		-	-
carico camion (truck loading)	3-05-020-33				

Attività di agglomerazione	Codice SCC	Fattore di emissione senza abbattimento (kg/Mg)	Abbattimento o mitigazione	Fattore di emissione con abbattimento (kg/Mg)	Efficienza di rimozione %
macinazione a secco (grinding, dry mode)	3-05-038-11	3.4	Filtro a maniche	0.0169	99.5 ⁹
classificazione (classifiers, dry mode)	3-05-038-12	1.04	Filtro a maniche	0.0052	99.5
essiccazione rapida (flash drying)	3-05-038-35	1.5	Filtro a maniche	0.0073	99.5
stoccaggio in silos (product storage)	3-05-038-13	0.16	Filtro a maniche	8.E-04	99.5
confezionamento e scarico (product packaging and bulk loading)	3-05-038-14		Filtro a maniche		

Tabella 3: Processi relativi alle attività di frantumazione, macinazione e agglomerazione, fattori di emissione di PM_{2.5}

Attività di frantumazione e macinazione	Codice SCC	Abbattimento o mitigazione	Fattore di emissione con abbattimento (kg/Mg)
estrazione con perforazione (drilling unfragment stone)	3-05-020-10		
frantumazione primaria 75 – 300mm (primary crushing)	3-05-020-01	Bagnatura con acqua	2.5E-05
frantumazione secondaria 25 – 100mm (secondary crushing)	3-05-020-02		5E-05
frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing)	3-05-020-03		3.5E-05
frantumazione fine (fine crushing)	3-05-020-05		2.5E-05
vagliatura (screening)	3-05-020-02, 03, 04,15		2.5E-05
vagliatura fine < 5mm (fine screening)	3-05-020-21	Copertura o inscatolamento	6.5E-06
nastro trasportatore – nel punto di trasferimento (conveyor transfer point)	3-05-020-06		
scarico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone)	3-05-020-31	Bagnatura con acqua	
scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)			
carico camion - dal nastro trasportatore, rocce frantumate (truck loading-conveyor, crushed stone)	3-05-020-32		
carico camion (truck loading)	3-05-020-33	Abbattimento o mitigazione	Fattore di emissione con abbattimento (kg/Mg)
Attività di agglomerazione^u	Codice SCC	Filtro a maniche	0.006
macinazione a secco (grinding, dry mode)	3-05-038-11	Filtro a maniche	0.002
classificazione (classifiers, dry mode)	3-05-038-12	Filtro a maniche	0.0042
essiccazione rapida (flash drying)	3-05-038-35	Filtro a maniche	3E-04
stoccaggio in silos (product storage)	3-05-038-13	Filtro a maniche	

Con tale approccio vengono trattati sia la fase di demolizione dei fabbricati sia la frantumazione delle macerie nell'apposita zona di frantumazione con frantoio mobile, nell'area collocata ad Ovest dei fabbricati.

4.3. Formazione e stoccaggio dei cumuli

Tale attività risulta altresì soggetta alle emissioni diffuse. Il modello utilizzato per la valutazione di tali emissioni è quello proposto nel paragrafo (*Aggregate Handling And Storage Piles AP-42 13.2.4*), che valuta tali quantitativi sulla base del materiale lavorato secondo la formulazione seguente, valida per contenuto di umidità variabile tra 0,2% e 4,8% e per una velocità del vento nell'intervallo 0,6-6,7 m/s:

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

Nella quale:

- L'indice *i* rappresenta la tipologia di particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5});
- *k_i* rappresenta il coefficiente relativo alle dimensioni del particolato, riportato nella tabella seguente;
- *u* è la velocità del vento in metri al secondo;
- *M* rappresenta il contenuto percentuale di umidità;
- *EF_i* è il fattore di emissione in kg/ton relativo all'*i*-esimo tipo di particolato.

	<i>k_i</i>
PTS	0,74
PM₁₀	0,35
PM_{2.5}	0,11

Vista la presenza della velocità del vento nel presente modello emissivo, verranno utilizzati i dati ventosi della più vicina stazione meteorologica.

4.3.1. Possibili sistemi di controllo o abbattimento

Vista la dipendenza delle emissioni della presente lavorazione dal contenuto di acqua e dall'azione ventosa, è consigliabile evitare l'attività nel caso di vento elevato oppure procedere a:

- Inumidire la superficie critica con acqua;
- Copertura dei cumuli formati;
- Costruzione di barriere protettive provvisorie contro l'azione ventosa.

4.4. Erosione del vento dei cumuli

Tale sorgente emissiva riguarda l'erosione nel caso di azione ventose intense sul materiale depositato in sito. Risulta che il materiale potenzialmente causa di emissioni diffuse è limitato al quantitativo depositato in sito. Il modello utilizzato per la valutazione di tali emissioni è quello proposto nel paragrafo (*Industrial Wind Erosion AP-42 13.2.5*), esplicito nella seguente formulazione:

$$E_i = EF_i \times A \times mov/h$$

Nella quale:

- L'indice *i* rappresenta la tipologia di particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5});
- *A* rappresenta la superficie dell'area movimentata;
- *mov/h* sono il numero di movimentazioni all'ora;
- *EF_i* è il fattore di emissione in kg/m² relativo all'*i*-esimo tipo di particolato.

Tale fattore va distinto a seconda della tipologia di cumuli, distinti per rapporto altezza/diametro ed ipotizzati di forma conica a base circolare. Nella tabella seguente sono riassunti in base a tale parametro i fattori emissivi.

cumuli alti $H/D > 0,2$		cumuli bassi $H/D < 0,2$	
$EF (kg/m^2)$		$EF (kg/m^2)$	
PTS	1,6E-05	PTS	5,1E-04
PM ₁₀	7,9E-06	PM ₁₀	2,5 E-04
PM _{2.5}	1,26E-06	PM _{2.5}	3,8 E-05

4.4.1. Possibili sistemi di controllo o abbattimento

Vista la dipendenza delle emissioni della presente lavorazione dal contenuto di acqua e dall'azione ventosa, è consigliabile evitare l'attività nel caso di vento elevato oppure procedere a:

- Inumidire la superficie critica con acqua;
- Copertura dei cumuli formati;
- Costruzione di barriere protettive provvisorie contro l'azione ventosa.

4.5. Transito di mezzi su strade non asfaltate

Tale sorgente emissiva riguarda il transito di mezzi pesanti su strade interne alla viabilità di cantiere. Per tale emissione viene utilizzato il modello proposto nel paragrafo (*Unpaved Roads AP-42 13.2.2*), esplicito nella seguente formulazione:

$$E_i = k_i \times \left(\frac{s}{12}\right)^{a_i} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{b_i} \times kmh$$

Nella quale:

- L'indice i rappresenta la tipologia di particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5});
- s rappresenta il contenuto in limo del suolo in percentuale di massa;
- W è il peso medio del veicolo;
- kmh rappresentano i km percorsi all'ora dal singolo veicolo;
- k_i, a_i, b_i sono coefficienti variabili a seconda della tipologia di particolati, riportati nella tabella seguente.

	k_i	a_i	b_i
PTS	1,3800	0,7	0,45
PM₁₀	0,4230	0,9	0,45
PM_{2.5}	0,0423	0,9	0,45

Il peso medio va calcolato in relazione alla media fra veicolo completamente caricato e vuoto. La relazione è valida per:

- Veicoli con peso medio inferiore ai 260 Mg;
- Velocità media di movimento inferiore ai 69 km/h;
- Contenuto in limo maggiore di 1,8% e minore di 25,2%;

In aggiunta a tale formulazione è possibile considerare anche l'effetto dei giorni piovosi annui sui fattori emissivi, nel caso in cui vi sia un cantiere di durata estesa, tramite la relazione:

$$E_{EXT,i} = E_i \left[\frac{365 - gp}{365} \right]$$

In cui gp rappresenta il numero di giorni con almeno 0,254 mm di pioggia.

4.5.1. Possibili sistemi di controllo o abbattimento

Vista la dipendenza delle emissioni

1. Restrizione del limite di velocità dei mezzi all'interno del sito industriale. Questa misura è consigliata all'interno dell'AP-42;
2. Trattamento della superficie – bagnamento (*wet suppression*) e trattamento chimico (*dust suppressants*). I costi sono moderati, ma richiedono applicazioni periodiche e costanti.

Il sistema di abbattimento ipotizzato per il presente cantiere è la bagnatura delle piste e dei piazzali interni. La stima dell'efficienza di tale sistema è dovuta alla formula di Cowherd ed al. (1998):

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

Nella quale:

- C rappresenta l'efficienza di abbattimento del bagnamento;
- P è il potenziale medio dell'evaporazione giornaliera;
- trh è il traffico medio orario;
- I rappresenta la quantità media del trattamento applicato;
- τ è l'intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni;

5. STIMA DELLE EMISSIONI

5.1. Stima delle emissioni per demolizione fabbricati

Le attività di demolizione delle ex fornaci avranno una durata complessiva stimata approssimativamente di 30 giorni così suddivisi (si rimanda al documento "PP-011 Relazione tecnica e studio preliminare ambientale Impianto Mobile"):

N.	FASE	DURATA [gg]
0	Approntamento cantiere	2
1	Campagna di attività	12
2	Analisi materie prime secondarie non conformi in uscita	15
3	Pulizia cantiere	1



La campagna di demolizione e frantumazione verrà effettuata per 5 giorni a settimana, 8 ore al giorno e si attuerà una campagna di recupero degli inerti da demolizione mediante impianto mobile al fine di produrre materia prima secondaria da riutilizzare in sito.

L'attività di recupero sarà realizzata mediante l'impianto mobile di frantumazione KOMATSU BR380JG-1E0 e la produzione giornaliera stimata è di circa 600 m³ corrispondente ad una produzione di circa 75 m³/h nell'arco delle 8 ore giornaliere di funzionamento dell'impianto mobile.

Le operazioni principali associate all'emissione di materiale polverulento sono schematizzate nello schema a blocchi sopra riportato.

5.1.1. Frantumazione grossolana delle opere in elevazione

Per la valutazione dei quantitativi di polveri generate durante i processi di demolizione di edifici/opere in elevazione non ci sono formule specifiche per il calcolo del flusso emissivo. È possibile, però, assimilare tale operazione ad altre attività normate nelle US-EPA AP. 42, 11.19.2. Per analogia, considerando la natura del materiale (cemento e laterizio) e le macchine utilizzate (martello demolitore), questa operazione può essere assimilata alla frantumazione primaria (primary crushing) tipica delle attività di cava. Nelle US-EPA AP. 42 nel paragrafo 11.19.2 "Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing" non è indicato un valore di fattore di emissione per il processo di "primary crushing" e cautelativamente si è considerato un fattore di emissione per il PM₁₀ pari a 0,0043kg/Mg (SCC 3-05-020-02), dipendente direttamente dalla quantità di materiale da frantumare, relativo all'operazione di "secondary crushing". Si specifica che la fase di demolizione è effettuata, per le parti in elevazione, anche con una cesoia idraulica ma, in misura cautelativa, il calcolo viene effettuato considerando che le emissioni polverulente prodotte dalla cesoia siano uguali a quelle prodotte dal martello demolitore.

Il volume delle opere da demolire corrisponde ad un quantitativo pari a circa 17.000 m³ e trattandosi prevalentemente di materiale cementizio e di laterizi si stima una densità equivalente del materiale pari a 1200 kg/m³ risultando quindi un quantitativo complessivo di macerie pari a circa 20.400t.

Il rateo emissivo relativo alla frantumazione grossolana dei fabbricati, quindi, viene valutato secondo le seguenti ipotesi:

- Fattore di emissione SCC 05-020-02 pari a **0,0043 kg/Mg**;
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h**;
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³**;

da cui si ottiene il rateo emissivo riferito alla componente PM₁₀:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = 0,0043 \frac{kg}{t} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 1200 \frac{kg}{m^3} = 0,387 \frac{kg}{h} = 387 \frac{g}{h}$$

Non viene considerato nessun metodo di mitigazione o abbattimento delle polveri per questa fase di lavorazione.

5.1.2. Carico su autocarro di macerie

Le macerie derivanti dalla demolizione vengono caricate su mezzi per il trasporto alle aree dedicate alla frantumazione.

Per la stima delle emissioni polverulente si utilizza il fattore di emissione corrispondente al codice SCC 3-05-010-37 "Truck Loading: Overburden" presente

per il settore "Coal Mining, Cleaning, and Material Handling", relativo alla fase di carico del materiale superficiale rimosso dallo scotico.

Le ipotesi di partenza sono:

- Fattore di emissione SCC 3-05-010-37 pari a **0,0075 kg/ton**;
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h**;
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³**;

da cui si ottiene il rateo emissivo riferito alla componente PM₁₀:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = 0,0075 \frac{kg}{t} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 1200 \frac{kg}{m^3} = 0,675 \frac{kg}{h} = \mathbf{675 \frac{g}{h}}$$

5.1.3. Trasporto macerie su strade non asfaltate

Tale emissione viene valutata secondo quanto previsto nel paragrafo "Unpaved Roads AP-42 13.2.2", secondo le seguenti ipotesi:

- Coefficiente k_i pari a **0,423**;
- Coefficiente a_i pari a **0,9**;
- Coefficiente b_i pari a **0,45**;
- Contenuto di frazione limosa pari al **5%**;
- Peso medio del mezzo pesante pari a **30 ton**;
- Distanza percorsa dal singolo mezzo pari ad **0,25 km/h**;
- Numero viaggi giornalieri dei mezzi pari ad **80 viaggi/giorno**;
- Giornata lavorativa pari ad **8 ore**;
- Efficace bagnamento della superficie di scavo in modo da ottenere una **riduzione delle emissioni diffuse stimata del 98,8%** calcolata secondo la relazione di Cowherd, assumendo un transito orario di **10 veicoli**, un potere evaporante di **0,038 mm/ora** ed un bagnamento di **1 l/m² ogni 4 ore**;

Da cui si ottiene:

$$E_{PM_{10}} = k_i \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^{a_i} \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^{b_i} \cdot kmh \cdot \left(1 - \frac{ER}{100}\right) \\ = 0,423 \cdot \left(\frac{5}{12}\right)^{0,9} \cdot \left(\frac{30}{3}\right)^{0,45} \cdot 0,25 \cdot \frac{80}{8} \cdot \left(1 - \frac{98,8}{100}\right) = 16,27 \text{ g/h}$$

Cautelativamente, non si è considerato l'eventuale effetto mitigativo delle piogge.

5.1.4. Scarico materiale nell'area di deposito rifiuti da trattare

Successivamente i materiali trasportati sono scaricati nell'area apposita e avviati al trituratore.

Per la stima delle polveri emesse nel corso delle operazioni di scarico dai camion è possibile fare riferimento al fattore di emissione definito per lo scarico dello scotico da camion (SCC 3-05-010-42, *Truck Unloading: Bottom Dump-Overburden*), pari a 5×10^{-4} kg/ton di materiale da scaricare.

Le ipotesi di partenza sono:

- Fattore di emissione SCC 3-05-020-31 pari a **5×10^{-4} kg/ton**;
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h**;
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³**;

da cui si ottiene il rateo emissivo riferito alla componente PM₁₀:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = 5 \times 10^{-4} \frac{kg}{t} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 2400 \frac{kg}{m^3} = 0,045 \frac{kg}{h} = 45 \frac{g}{h}$$

5.1.5. Scarico materiale al trituratore

Con l'ausilio di un escavatore il materiale inerte verrà caricato nella tramoggia del frantoio per essere sottoposto a frantumazione.

Per la stima delle emissioni polverulente si utilizza il fattore di emissione corrispondente al codice SCC 3-05-020-31 "Truck Unloading: Fragmented Stone", pari a 8×10^{-6} kg/ton.

Le ipotesi di partenza sono:

- Fattore di emissione SCC 3-05-020-31 pari a **8×10^{-6} kg/ton;**
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h;**
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³;**

da cui si ottiene il rateo emissivo riferito alla componente PM₁₀:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = 8 \times 10^{-6} \frac{kg}{t} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 2400 \frac{kg}{m^3} = 0,00072 \frac{kg}{h} = 0,72 \frac{g}{h}$$

Il valore risultante è trascurabile rispetto ai valori di emissione delle altre attività.

5.1.6. Vagliatura

Il materiale viene vagliato in automatico per mezzo di un letto vibrante che sospingerà il materiale di pezzatura maggiore allo scivolo di scarico.

Nei punti in cui il materiale viene frantumato o subisce brusche movimentazioni, sarà presente un sistema di abbattimento delle polveri costituito da speciali atomizzatori d'acqua, alimentati da una pompa.

Per la stima delle emissioni polverulente si utilizza il fattore di emissione corrispondente al codice SCC 3-05-020-02, 03 "Screening" con abbattimento pari a $3,7 \times 10^{-4}$ kg/ton.

Le ipotesi di partenza sono:

- Fattore di emissione con abbattimento SCC 3-05-020-03 pari a **$3,7 \times 10^{-4}$ kg/ton;**
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h;**
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³;**

da cui si ottiene il rateo emissivo riferito alla componente PM₁₀:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = 3,7 \times 10^{-4} \frac{kg}{t} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 2400 \frac{kg}{m^3} = 0,0333 \frac{kg}{h} = 33,3 \frac{g}{h}$$

5.1.7. Frantumazione fine delle macerie

Il materiale di risulta dal processo di triturazione avrà una pezzatura variabile tra 0 e 80mm.

Per la determinazione delle polveri generate dalla frantumazione secondaria (frantumazione fine) del materiale di risulta dalla demolizione di edifici/opere in elevazione, si utilizza il fattore di emissione corrispondente al codice SCC 3-05-020-03 "Secondary Crushing" con abbattimento pari a $3,7 \times 10^{-4}$ kg/ton. È stato scelto il valore relativo alla frantumazione secondaria in base al range di pezzature in uscita dal trituratore.

Le ipotesi di partenza sono:

- Fattore di emissione con abbattimento SCC 3-05-020-03 pari a **$3,7 \times 10^{-4}$ kg/ton;**
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h;**
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³;**

da cui si ottiene il rateo emissivo riferito alla componente PM₁₀:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = 3,7 \times 10^{-4} \frac{kg}{t} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 2400 \frac{kg}{m^3} = 0,0333 \frac{kg}{h} = \mathbf{33,3 \frac{g}{h}}$$

5.1.8. Movimentazione con nastro trasportatore

Il materiale di risulta, viene condotto dal nastro trasportatore allo stoccaggio in cumuli e continua ad essere umidificato dagli atomizzatori di acqua.

Durante questa fase vengono separati i materiali ferrosi dalla restante massa di detriti per poi essere caricati in appositi container.

Per la stima delle emissioni polverulente si utilizza il fattore di emissione corrispondente al codice SCC 3-05-020-06 "Conveyor Transfer Point", pari a $2,5 \times 10^{-5}$ kg/ton considerando la presenza di abbattimento.

Le ipotesi di partenza sono:

- Fattore di emissione con abbattimento SCC 3-05-020-03 pari a **$2,5 \times 10^{-5}$ kg/ton;**
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h;**
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³;**

da cui si ottiene il rateo emissivo riferito alla componente PM₁₀:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = 2,5 \times 10^{-5} \frac{kg}{t} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 1200 \frac{kg}{m^3} = 0,00225 \frac{kg}{h} = \mathbf{2,25 \frac{g}{h}}$$

Il valore risultante è trascurabile rispetto ai valori di emissione delle altre attività.

5.1.9. Stoccaggio dei materiali in cumuli

Nella fase di trasporto su nastro, il materiale ferroso viene separato dal resto degli inerti, di conseguenza la quantità di macerie scaricate in cumuli sarà inferiore al valore in ingresso al frantumatore. A favore di sicurezza si è tenuto il valore di 75 m³/h di materiale accumulato, pari al valore in ingresso al trituratore.

L'emissione relativa allo stoccaggio in cumuli viene valutata secondo quanto previsto nel paragrafo "Aggregate Handling and Storage Piles AP-42 13.2.4".

Il materiale viene leggermente umidificato e consultando le tabelle 13.2.4-1 del paragrafo 13.2.4 dell' AP-42 "Aggregate Handling and Storage Piles" si è scelto di prendere un valore medio di contenuto di umidità pari a 2%.

Le ipotesi di partenza sono:

- Contenuto percentuale di umidità del materiale pari al **2%**;
- Volume di macerie triturate in un'ora **75 m³/h**;
- Densità del materiale rimosso pari a **1200 kg/m³**;
- Velocità media giornaliera del vento a 3 metri di quota pari a **1,63 m/s**;

Da cui si ottiene:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times AD = k_i \cdot 0,0016 \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} \times P = 0,35 \cdot 0,0016 \cdot \frac{\left(\frac{1,76}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{2}{2}\right)^{1,4}} \times 75 \frac{m^3}{h} \times 1200 \frac{kg}{m^3}$$

$$= 34 \frac{g}{h}$$

5.2. Stima emissioni relative all'erosione del vento

Per quanto riguarda la stima delle emissioni dovute all'azione erosiva del vento sui cumuli, si considera il cumulo giornaliero formato a seguito della macinazione di 600 m³ di materiale.

Tale emissione viene valutata secondo quanto previsto nel paragrafo "Industrial Wind Erosion AP-42 13.2.5", secondo le seguenti ipotesi:

- Altezza dei cumuli pari a **3 metri**;
- Volume movimentato giornaliero massimo pari a circa **600 m³**;
- Cumulo basso in quanto il rapporto **H/D < 0,2**;
- Area movimentata pari a circa **614 m²**;
- Rateo di emissione PM₁₀ pari a **2,5x10⁻⁴ kg/area**;
- Una movimentazione completa da parte del vento al giorno **2,5 mov/giorno**;

Da cui si ottiene:

$$E_{PM_{10}} = EF_i \times A \times \frac{mov}{h} = 2,5 \times 10^{-4} \frac{kg}{m^2} \times 614 m^2 \times 2,5 \frac{mov}{h} = 0,384 \frac{kg}{h} = 384 \frac{g}{h}$$

6. RIEPILOGO EMISSIONI DIFFUSE DOVUTE ALL'ATTIVITÀ DI CANTIERE.

Nella tabella sottostante sono riepilogati i dati derivanti dal calcolo delle emissioni delle singole fasi considerate.

Attività sorgente	Azione di mitigazione	Efficacia di riduzione	Emissioni [g/h]
Demolizione fabbricati	-	-	387
Carico su autocarro	-	-	675
Scarico materiale nel deposito	-	-	45
Carico materiale al trituratore	-	-	0,7
Vagliatura	Bagnatura	91%	33
Frantumazione fine macerie	Bagnatura	91%	33
Movimentazione con nastro trasportatore	Bagnatura	96%	2,3
Stoccaggio dei materiali in cumuli	-	-	34
Erosione del vento	-	-	384
Trasporto su strade sterrate	Bagnatura	98,8	16
Emissioni totali PM10			1.609

6.1. Verifica del rispetto dei limiti di emissione

I valori di emissione totale delle PM₁₀ calcolati sono stati confrontati con i limiti prescritti dalle Linee guida dell'ARPAT citate in precedenza, che variano a seconda del numero di giorni di emissione annui e dell'intervallo di distanza dai ricettori.

La tabella di riferimento è riportata in seguito, nella quale vengono riportati i limiti in g/h:

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 - 250	250 - 200	200 - 150	150 - 100	<100
0 - 50	145	152	158	167	180	208
50 - 100	312	321	347	378	449	628
100 - 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Nel caso in esame si prevede una durata complessiva del cantiere di 30 giorni, comprensiva delle operazioni di demolizione e di recupero dei materiali inerti con impianto mobile.

Nelle adiacenze si sono individuate tre zone in cui sono presenti ricettori sensibili e sono poste circa a una distanza tra i 250 e i 350 metri.

Considerando le distanze dei ricettori e il numero di giorni di emissione, il valore soglia di riferimento è pari a **2044 g/h**.

Si può concludere, considerati i risultati delle simulazioni condotte con i criteri definiti dall'ARPAT, che:

1. Il calcolo delle emissioni totali dovute alle demolizioni e al recupero degli inerti fornisce un valore complessivo di **1609 g/h** di polveri PM₁₀, di molto minore della soglia data dalle linee guida ARPAT. Nello specifico il

quantitativo stimato risulta essere pari a circa il **20%** in meno del valore di soglia.

2. Le misure di mitigazione previste per il cantiere si concretizzano in un efficace bagnamento delle superfici soggette ad emissioni diffuse durante l'attività di frantumazione inerti e sulla viabilità afferente.

Essendo il valore complessivo di emissioni di molto minore al valore soglia, non si sono evidenziate particolari criticità per il progetto in esame.