

HWF S.r.l.

Impianto agro-fotovoltaico "Porto Torres 1" da 57.519 kWp (40.000 kW in immissione) ed opere connesse

Comuni di Porto Torres e Sassari (SS) STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Sezione IV – Quadro di Riferimento Ambientale Allegato IV.6- Stima Emissioni in atmosfera



Progetto n. 235241

Rev. 0

Maggio 2023



ICARO

wood.

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. Emissioni in atmosfera durante la Fase di cantiere	5
1.1 Emissioni da traffico veicolare	5
1.2 Stima polveri di cantiere	9
2. Emissioni in atmosfera durante la Fase di DECOMMISSIONING	25
3. Emissioni in atmosfera durante la Fase di ESERCIZIO	25

Elenco Figure

<i>Figura.1 – Ricettori nell'intorno delle aree di intervento</i>	20
---	----

Elenco Tabelle

<i>Tabella.1 - Stima impiego di automezzi pesanti e autovetture per la durata del cantiere e per il trasporto di persone e materiali)</i>	5
<i>Tabella.2 - Stima numero di automezzi di cantiere per le lavorazioni e relativa durata</i>	6
<i>Tabella.3 - estratto fattori emissivi per NRMM - MEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2013</i>	6
<i>Tabella.4 - fattori emissivi per i mezzi di trasporto (fonte ISPRA)</i>	6
<i>Tabella.5 - Stima delle emissioni da mezzi di cantiere e da mezzi di trasporto</i>	7
<i>Tabella.6 - Fattori di emissione autovetture (fonte ISPRA)</i>	8
<i>Tabella.7 - confronto tra emissioni totali annuali autovetture provincia di Sassari e di cantiere</i>	8
<i>Tabella.8 - Volumi considerati nella fase di Scotico</i>	10
<i>Tabella.9 – Emissioni media oraria per scotico materiale superficiale</i>	10
<i>Tabella.10 – Emissioni media oraria per carico materiale scotico su camion</i>	11
<i>Tabella.11 - valori tipici di silt contenuti nelle strade non asfaltate (US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors.)</i> ...	12
<i>Tabella.12 - Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive t (h) per un valore di trh <5 (linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti)</i> ..	12
<i>Tabella.13 – Emissioni media oraria per trasporto materiale scotico</i>	13
<i>Tabella.14 – Emissioni media oraria per scarico materiale scotico da camion</i>	13
<i>Tabella.15 – Emissioni media oraria per Erosione del vento cumuli</i>	14
<i>Tabella.16 - Volumi considerati nella fase di Scavo</i>	14
<i>Tabella.17 – Emissioni media oraria per sbancamento e scavo</i>	14
<i>Tabella.18 – Emissioni media oraria per carico materiale scavato su camion</i>	15
<i>Tabella.19 - valori tipici di silt contenuti nelle strade non asfaltate (US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors.)</i> ...	16
<i>Tabella.20 -Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive t (h) per un valore di trh <5 (linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti)</i> ..	16
<i>Tabella.21 – Emissioni media oraria per trasporto materiale escavato</i>	17
<i>Tabella.22 – Emissioni media oraria per scarico materiale scavato da camion</i>	17
<i>Tabella.23 – Emissioni media oraria per erosione del vento, cumuli</i>	17
<i>Tabella.24 – Fattore emissivo complessivo per macro-fase 03: “scavi per posa cavi”</i>	18
<i>Tabella.25 – Fattore emissivo complessivo per Impianto di Utenza</i>	19
<i>Tabella.26 - Emissione media oraria specifica per ogni macro-fase (g/h)</i>	21
<i>Tabella.27 - Tabella Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra ricettore e sorgente per numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno (Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione e manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti)”</i>	22
<i>Tabella.28 - valutazione delle emissioni per i principali ricettori per i cantieri dell’impianto agrifotovoltaico</i>	23

<i>Tabella.29 - valutazione delle emissioni per la macro-fase 01 della stazione di utenza</i>	<i>24</i>
<i>Tabella.30 - fattori emissivi per i mezzi di trasporto (fonte ISPRA)</i>	<i>25</i>
<i>Tabella.31 - Stima n.mezzi durante la fase di esercizio</i>	<i>25</i>
<i>Tabella.32 - Stima delle emissioni da mezzi di trasporto durante la fase di esercizio.....</i>	<i>25</i>

Questo documento è di proprietà di HWF S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di HWF S.r.l.

INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce un approfondimento sulle emissioni in atmosfera così come richiesto dal punto n. 6 dalla nota della Commissione tecnica PNRR-PNIEC (m.amte.CTVA.Registro ufficiale U.0009632.07-12-2022) :

Ai fini della completa valutazione degli impatti sull'atmosfera e sul clima si richiede di fornire per ciascuna delle fasi di vita del Progetto (cantierizzazione, esercizio e dismissione):

6.a l'analisi delle emissioni di inquinanti in atmosfera, specificando anche le simulazioni modellistiche utilizzate, e le eventuali misure di mitigazione da implementare;

Gli scenari emissivi in fase di cantiere sono stati incentrati sulla dispersione delle polveri, nello specifico la stima del PM10 è stata effettuata applicando la metodologia prevista dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione e manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" adottate con Deliberazione della Giunta provinciale n. 213 del 3.11.2009" (LG) della Regione Toscana; metodologia di riferimento utilizzata anche presso altre regioni e che si basa sui coefficienti emissivi previsti dalla US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors).

Durante la fase di cantiere gli impatti sulla componente atmosferica sono riconducibili anche alle emissioni connesse al traffico veicolare dei mezzi in ingresso e in uscita dal cantiere (trasporto materiali, trasporto personale, mezzi di cantiere); tale valutazione, già trattata nel SIA, è stata aggiornata.

Per la fase di dismissione si sono ipotizzati impatti equivalenti a quelli di cantiere.

Per quanto riguarda la fase esercizio, per sua natura un agrivoltaico è un impianto di produzione di energia che sfrutta la sola irradiazione solare convertendola, attraverso le celle fotovoltaiche, in elettricità senza alcuna emissione in atmosfera; le uniche emissioni imputabili a questa fase saranno pertanto quelle dei trattori, legati all'attività agricola, e quelle degli automezzi utilizzati dagli operatori per i controlli periodici e/o manutentivi.

1. EMISSIONI IN ATMOSFERA DURANTE LA FASE DI CANTIERE

1.1 Emissioni da traffico veicolare

Gli impatti sulla componente atmosferica relativa alla fase di cantiere sono essenzialmente riconducibili alle emissioni connesse al traffico veicolare dei mezzi in ingresso e in uscita dal cantiere (trasporto materiali, trasporto personale, mezzi di cantiere) e alle emissioni di polveri legate alle attività di scavo e scotico.

Gli inquinanti tipici generati dal traffico sono costituiti da NOx e CO.

Per la stima delle emissioni prodotte in fase di cantiere si è proceduto ad effettuare la stima dei volumi di transito degli automezzi coinvolti ed applicando opportuni fattori emissivi da letteratura (SINANet¹ e U.S. EPA AP-42), i risultati ottenuti vengono riportati nelle seguenti tabelle, ipotizzando preliminarmente il numero medio di mezzi impiegati, i km/giorno percorsi o, per i mezzi di cantiere, il numero delle ore di attività.

Tipologia di mezzo	N° medio mezzi/giorno (stima)	Km/giorno Percorsi da ogni mezzo (stima)	Giorni di attività (stima)
automezzi per trasporto accessori e componenti (inverter, trasformatori, moduli ecc..)	4	20	60
camion trasporto stabilizzato	10	6 (*)	90
Furgoni e auto da cantiere	10	20	360
Autobetoniera	2	20	30
pompa calcestruzzo	1	20	30
autobotte	1	20	110

(*) presenti attività di cava nei terreni limitrofi all'Area n.2

Tabella.1 - Stima impiego di automezzi pesanti e autovetture per la durata del cantiere e per il trasporto di persone e materiali)

Tipologia di mezzo	n° medio mezzi/giorno (stima)	Giorni di lavoro (stima)
Realizzazione impianto agro – fotovoltaico e opere connesse		
Escavatore cingolato	5	90
Battipalo	4	150
Muletto	2	360
Carrello elevatore da cantiere	2	150
Piattaforma aerea/cestello	2	40
Pala cingolata	2	90
Autocarro mezzo d'opera	3	180
Rullo compattatore	1	90
Camion con gru	1	60
Autogru	1	30
Bobcat	2	120
Asfaltatrice	1	10
Trivellatrice	2	160

¹ <http://www.sinanet.isprambiente.it/it>

Macchine Trattrici	2	10
Livellatrice strade – Grader	1	60
Trencher – Posa cavi	1	10
Carrello porta bobine	1	10
Realizzazione opere di rete		
Escavatore cingolato	3	150
Carrelli elevatore da cantiere	3	150
Autocarro mezzo d'opera	1	180
Camion con gru	2	60

Tabella.2 - Stima numero di automezzi di cantiere per le lavorazioni e relativa durata

Per i fattori emissivi dei mezzi di cantiere sono stati utilizzati quelli individuati dalla EMEP/EEA EMISSION INVENTORY GUIDEBOOK 2013, che comprende le macchine mobili non stradali (NRMM), tra cui ricadono le macchine edili (ruspe, escavatori, ecc..) rapportandoli alla potenza dei singoli mezzi di cantiere (in base a quelle disponibili sul mercato) e alla stima delle ore di attività. Sono stati ipotizzati mezzi compresi nel range di potenza di 20 – 300 kW.

Gli inquinanti stimati sono stati NOx e CO, che hanno una maggiore incidenza per tale tipologia di sorgenti.

Inquinante (g/Kwh)	Intervallo di potenza kW			
	20-37	35-75	75-130	130-300
NOx	6,4	4	3,5	3,5
CO	5,5	5	5	3,5

Tabella.3 - estratto fattori emissivi per NRMM - MEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2013

Per quanto riguarda gli automezzi pesanti e le autovetture commerciali (furgoni) e per i mezzi di trasporto in generale sono stati invece utilizzati i fattori emissivi della “banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia” di ISPRA (<https://fetransp.isprambiente.it/#/home>) considerando le seguenti categorie “Light commercial”, ed “heavy Duty Trucks”; si riportano di seguito i valori considerati:

Categoria	CO 2020	NOx 2020
	g/km TOTALE	g/km TOTALE
Light Commercial Vehicles	0,17	0,93
Heavy Duty Trucks	0,83	2,59

Tabella.4 - fattori emissivi per i mezzi di trasporto (fonte ISPRA)

Tipologia di mezzo		Intervallo potenza motore kW (*)	Emissioni NOx [tons]	Emissioni CO [tons]
automezzi pesanti e autovetture utilizzati per il trasporto	automezzi per trasporto accessori e componenti (inverter, trasformatori, moduli ecc..)	-	0,012	0,004
	camion con rimorchio per stabilizzato	-	0,014	0,0045
	Furgoni e auto da cantiere	-	0,186	0,012
	Autobetoniera	-	0,003	0,001
	pompa calcestruzzo	-	0,00	0,000
	autobotte	-	0,01	0,002
Mezzi di cantiere – impianto agro-fotovoltaico	Escavatore cingolato	130-300	3,15	3,15
	Battipalo	130-300	4,20	4,20
	Muletto	75-130	5,04	7,20
	Carrello elevatore da cantiere	75-130	2,10	3,00
	Piattaforma aerea/cestello	130-300	0,28	0,40
	Pala cingolata	130-300	1,26	1,26
	Autocarro mezzo d'opera	130-300	6,30	6,30
	Rullo compattatore	130-300	1,26	1,26
	Camion con gru	130-300	0,21	0,21
	Autogru	75-130	0,11	0,15
	Bobcat	75-130	0,84	1,20
	Asfaltatrice	130-300	0,04	0,04
	Trivellatrice	75-130	1,12	1,60
	Macchine Trattrici	130-300	0,07	0,07
	Livellatrice strade – Grader	130-300	0,42	0,42
	Trencher – Posa cavi	75-130	0,14	0,20
Carrello porta bobine	75-130	2,24	3,20	
Mezzi di cantiere – opere di rete	Escavatore cingolato	130-300	3,15	3,15
	Carrello elevatore da cantiere	75-130	3,15	4,50
	Autocarro mezzo d'opera	130-300	2,52	2,52
	Camion con gru	130-300	0,42	0,42
TOTALE			38,23	44,47
(*) solo per i mezzi di cantiere				

Tabella.5 - Stima delle emissioni da mezzi di cantiere e da mezzi di trasporto

Per valutare l'incidenza delle emissioni di cantiere queste sono state confrontate con quelle dovute al traffico veicolare.

Come riferimento emissivo per il traffico veicolare sono stati considerati i seguenti fattori emissivi, resi disponibili da ISPRA:

Fattori di emissione autovetture 2020 (g/km)	
CO	NOx
0,53	0,33

Tabella.6 - Fattori di emissione autovetture (fonte ISPRA)

Considerando che per la provincia di Sassari sono presenti 329.584 (dati ACI 2021) autovetture e prendendo come riferimento la media dei km percorsi annuali che, per l'Italia, si aggira intorno a 10.000 km/anno è stata calcolata l'incidenza del cantiere rispetto alle emissioni annuali delle autovetture dell'intera provincia.

I risultati del confronto sono riportati nella successiva tabella.

	CO (t)	NOx (t)
Emissioni totali autovetture Provincia di Sassari	1746	1091
Emissione dovute al cantiere	44,47	38,25
Incidenza sulle emissioni totali	3,5%	2,5 %

Tabella.7 - confronto tra emissioni totali annuali autovetture provincia di Sassari e di cantiere

Il contributo dato dalle attività di cantiere dell'impianto in progetto, rispetto alle emissioni annuali dell'intera Provincia di Sassari risulta pertanto basso.

1.2 Stima polveri di cantiere

La stima delle emissioni di polveri, più in particolare di PM10 è stata effettuata applicando la metodologia prevista dalle *“Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione e manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”* adottate con *Deliberazione della Giunta provinciale n. 213 del 3.11.2009* (LG) della Regione Toscana; metodologia di riferimento utilizzata anche presso altre regioni e che si basa sui coefficienti emissivi previsti dalla US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors).

Le emissioni polverulente prodotte nella fase di cantiere per la realizzazione dell’impianto agrivoltaico e delle sue opere connesse sono generate principalmente dalla realizzazione delle opere civili che prevedono le attività di scavo, il carico e lo scarico del materiale escavato, nonché il transito dei relativi mezzi per trasportarlo; analogamente per la stazione di Utenza.

Impianto agri-fotovoltaico

Per la realizzazione dell’impianto agrivoltaico, sono state stimate le emissioni polverulente delle fasi ritenute maggiormente impattanti e rappresentative della fase di cantiere che sono riconducibili a tutte quelle attività che prevedono lo scotico, lo scavo e la conseguente movimentazione dei materiali escavati.

Sono state individuate le seguenti macro-fasi più impattanti dal punto di vista emissivo, legate al cantiere dell’impianto agrivoltaico:

- A. Sistemazione e Scotico delle aree;
- B. Scavo delle fondazioni e delle opere connesse;
- C. Scavo delle dorsali per posa cavi.

Per la macro-fase di “Sistemazione e Scotico delle aree” sono state considerate le seguenti principali attività, della durata di 90 giorni, così come riportato dal cronoprogramma:

1. Scotico aree;
2. carico materiale escavato su camion;
3. Trasporto materiale escavato e transito mezzi su strada non asfaltate
4. Scarico materiale escavato da camion presso aree stoccaggio nel cantiere e formazione cumuli;
5. erosione cumuli dal vento;

I valori emissivi per tale fase sono stati stimati partendo dai volumi rimossi che sono riportati nella tabella seguente.

Fase: Scotico	Volume (mc)
Scotico per cunette strade	2610,56
Scotico per drenaggi	780
Scotico per strade e piazzali interni	8765,04
Scotico per sistemazione terreno Tracker	7849,49
Scotico vasca di laminazione Area 1	1125
Scotico vasca di laminazione Area 2	500
Scotico vasca di laminazione Area 3	1100
Scotico vasca di laminazione Area 4	450
TOTALE SCOTICO	23.180,09

Tabella.8 - Volumi considerati nella fase di Scotico

Il fattore di emissione utilizzato per tale attività è quello riportato nel “13.2.3 Heavy construction operation” (US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors), pari a 5,7 kg/km di PTS, di cui è ragionevole ipotizzare (nota n. 11 delle LG) una frazione di PM10 dell’ordine del 60 % di PTS.

Essendo un’attività svolta essenzialmente con una ruspa, in base alle tempistiche indicate nel cronoprogramma, si è stimata una produttività del mezzo su un tratto lineare pari a circa 40 m/h.

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria
Scotico materiale superficiale	13.2.3 AP-42	PM10 = 60% PTS	0,6*5,7 kg/km	40 m/h	137,6 g/h

Tabella.9 – Emissioni media oraria per scotico materiale superficiale

Il materiale superficiale rimosso e accumulato nei pressi delle aree di intervento viene caricato sul camion per essere trasportato al margine delle aree di lavoro, in apposite zone del cantiere, al fine di essere successivamente utilizzato nella fase di ripristino.

Per l’ubicazione delle aree di stoccaggio si rimanda alla tavola 18 “Planimetria impianto agro fotovoltaico con identificazione Aree di stoccaggio-cantiere” del progetto definitivo.

Il materiale superficiale accantonato viene quindi caricato su camion e tale operazione può corrispondere al SCC 3-05-010-37 *Truck loading overburden* cui è assegnato un fattore di emissione di $7,5 \times 10^{-3}$ kg/Mg. Ipotizzando una densità pari a $1,4 \text{ Mg/m}^3$, vengono rimossi circa 54,7 Mg ogni ora. L’emissione oraria della fase di carico risulta complessivamente di 410,8 g/h.

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria
Carico materiale scotico su camion	SCC 3-05-010-37	-	0,0075 kg/Mg	54,7 Mg	410,8 g/h

Tabella.10 – Emissioni media oraria per carico materiale scotico su camion

Il materiale escavato superficiale viene quindi allontanato lungo una pista non pavimentata con un percorso medio per tutte le aree, di circa 1000 m (andata/ritorno); in via conservativa, in base alla produttività della ruspa, è stato ipotizzato il transito di 2,3 camion/h.

Il contenuto di silt (s) del materiale che costituisce la pista è stato considerato pari al 8,5 %, valore medio indicato per i siti di costruzione dalla tab. 13.2.2-1 delle US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors.

Il fattore di emissione utilizzato è quello del “Unpaved road” :

$$EF_1 (kg/km) = k_1 \cdot (s/12)^a \cdot (W/3)^b$$

dove

- k, a, b: costanti empiriche che sono state assunte, per il PM10, rispettivamente pari a 0,423; 0,9 e 0,45.
- W è il peso medio dei veicoli in tonnellate assunto pari a 30 t.

Table 13.2.2-1. TYPICAL SILT CONTENT VALUES OF SURFACE MATERIAL ON INDUSTRIAL UNPAVED ROADS^a

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
	Material storage area	1	1	-	7.1
Stone quarrying and processing	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

^aReferences 1,5-15.

Tabella.11 - valori tipici di silt contenuti nelle strade non asfaltate (US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors.)

Come sistema di controllo e abbattimento è stato ipotizzato di applicare un sistema di bagnamento delle piste con acqua, con un'efficienza del 90%, utilizzando un 1 l/m² ogni 9 h; il valore di traffico medio stimato è stato considerato < 5 mezzi/h.

Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)	Efficienza di abbattimento				
	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	5	4	2	2	1
0.2	9	8	5	4	2
0.3	14	11	7	5	3
0.4	18	15	9	7	4
0.5	23	18	11	9	5
1	46	37	23	18	9
2	92	74	46	37	18

Tabella.12 - Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive t (h) per un valore di trh <5 (linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti)

Di seguito l'emissione ottenuta per ogni singola area di lavoro.

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria
Trasporto materiale scotico	13.2.2 "Unpaved road" AP-42	Bagnatura con efficienza del 90 %	0,43*1,95 kg/km	400 m 2,3 viaggio/h	64,4 g/h

Tabella.13 – Emissioni media oraria per trasporto materiale scotico

Il materiale superficiale risultante dallo scotico viene scaricato presso le aree adibite del cantiere, per tale operazione si sceglie il fattore di emissione SCC 3-05-010-42 Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden, pari a 5×10^{-4} kg/Mg. L'emissione media oraria sarà pari a:

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria
Scarico materiale scotico da camion	SCC 3-05-010-42	-	5×10^{-4} kg/Mg	54,73 Mg	27,37 g/h

Tabella.14 – Emissioni media oraria per scarico materiale scotico da camion

Per quanto riguarda l'emissione dovuta all'erosione del vento del materiale accantonato, si ipotizzano cumuli alti massimo 2 m. Si è considerato un numero di movimentazioni (equivalenti allo scarico di materiale), pari ad 2,3 ogni ora.

Il cumulo è considerato "alto", essendo il rapporto tra altezza del cumulo e diametro superiore a 0,2, e il fattore di emissione risulta pari a $7,9 \times 10^{-6}$ kg/m².

L'emissione media oraria sarà quindi pari a:

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria
Erosione del vento cumuli	paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion"	Cumulo alto	$7,9 \times 10^{-6}$ kg/m ²	mov/h=2,3	1 g/h

Tabella.15 – Emissioni media oraria per Erosione del vento cumuli

Il fattore emissivo per l'intera macro-fase è il seguente:

Fattore emissivo complessivo per macro-fase 01 "Sistemazione e Scotico delle aree"	640,9 g/h
---	------------------

Per la macro-fase "Scavo delle fondazioni e delle opere connesse" sono stati considerati i contributi derivanti dallo scavo delle fondazioni, delle strade e delle altre opere connesse, con durata di 90 giorni, i relativi volumi sono riassunti di seguito:

Fase: Scavi fondazioni e opere connesse	
Scavo per power station ed edifici (cabine ausiliari e ricovero mezzi)	254,56
Scavi per cunette strade	652,64
Scavi per drenaggi	1170
Scavo vasca di laminazione Area 1	1125
Scavo vasca di laminazione Area 2	1900
Scavo vasca di laminazione Area 3	2420
Scavo vasca di laminazione Area 4	900
TOTALE SCAVI	8422

Tabella.16 - Volumi considerati nella fase di Scavo

Per la fase di scavo e/o sbancamento non è presente uno specifico fattore di emissione, si considera cautelativamente il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 Sand Handling, Transfer, and Storage in "Industrial Sand and Gravel", pari a $3,9 \times 10^{-4}$ kg/Mg di PM10 avendo considerato il 60% del particolato come PM10. Ipotizzando una densità del materiale pari a 1,4 t/m³, e ipotizzando una capacità di scavo di circa 16,37 Mg/h, si stima l'emissione oraria riportata nella seguente tabella:

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria g/h
Sbancamento e scavo	SCC 3-05-027-60	PM10 = 60% PTS	$3,9 \times 10^{-4}$ kg/Mg	16,37 t/h	3,83 g/h

Tabella.17 – Emissioni media oraria per sbancamento e scavo

Il materiale escavato nei pressi delle aree di intervento viene caricato sul camion per essere trasportato al margine delle aree di lavoro, in apposite zone del cantiere, al fine di essere successivamente utilizzato nella fase di ripristino.

Per l'ubicazione delle aree di stoccaggio si rimanda alla tavola 18 "Planimetria impianto agro fotovoltaico con identificazione Aree di stoccaggio-cantiere" del progetto definitivo.

Il materiale superficiale accantonato viene quindi caricato su camion e tale operazione può corrispondere al SCC 3-05-010-37 *Truck loading overburden* cui è assegnato un fattore di emissione di $7,5 \times 10^{-3}$ kg/Mg. Ipotizzando una densità pari a $1,4 \text{ Mg/m}^3$, vengono rimossi circa $16,37 \text{ Mg/h}$.

L'emissione oraria della fase di carico risulta complessivamente di $126,7 \text{ g/h}$.

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria g/h
Carico materiale scavato su camion	SCC 3-05-010-37	-	0,0075 kg/Mg	16,37 t/h	122,7 g/h

Tabella.18 – Emissioni media oraria per carico materiale scavato su camion

Il materiale escavato superficiale viene quindi allontanato lungo una pista non pavimentata con un percorso medio tra tutte le aree di circa 1000 m (andata/ritorno); in via conservativa, in base alla capacità di carico del camion (24 t), è stato ipotizzato il transito di 0,8 camion/h.

Il contenuto di silt (s) del materiale che costituisce la pista è stato considerato pari al 8,5 %, valore medio indicato per i siti di costruzione dalla tab. 13.2.2-1 delle US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors.

Il fattore di emissione utilizzato è quello del "Unpaved road":

$$EF_1 (\text{kg/km}) = k_1 \cdot (s/12)^a \cdot (W/3)^b$$

dove

- k, a, b: costanti empiriche che sono state assunte, per il PM10, rispettivamente pari a 0,423; 0,9 e 0,45.
- W è il peso medio dei veicoli in tonnellate assunto pari a 30 t.

Table 13.2.2-1. TYPICAL SILT CONTENT VALUES OF SURFACE MATERIAL ON INDUSTRIAL UNPAVED ROADS^a

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
	Material storage area	1	1	-	7.1
Stone quarrying and processing	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

^aReferences 1,5-15.

Tabella.19 - valori tipici di silt contenuti nelle strade non asfaltate (US-EPA AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors.)

Come sistema di controllo e abbattimento è stato ipotizzato di applicare un sistema di bagnamento delle piste con acqua, con un'efficienza del 90%, utilizzando un 1 l/m² ogni 9 h; il valore di traffico medio stimato è stato considerato < 5 mezzi/h.

Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)	Efficienza di abbattimento				
	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	5	4	2	2	1
0.2	9	8	5	4	2
0.3	14	11	7	5	3
0.4	18	15	9	7	4
0.5	23	18	11	9	5
1	46	37	23	18	9
2	92	74	46	37	18

Tabella.20 -Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive t (h) per un valore di trh <5 (linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti)

Di seguito l'emissione oraria ottenuta.

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria g/h
Trasporto materiale escavato	13.2.2 "Unpaved road" AP-42	Bagnatura con efficienza del 90 %	0,43*1,95 kg/km	400 m (percorso medio) 0,7 viaggi/h	19,28 g/h

Tabella.21 – Emissioni media oraria per trasporto materiale escavato

Il materiale trasportato viene poi scaricato presso le aree adibite del cantiere, per tale operazione si sceglie il fattore di emissione SCC 3-05-010-42 Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden, pari a 5×10^{-4} kg/Mg. L'emissione media oraria sarà pari a:

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria g/h
Scarico materiale scavato da camion	SCC 3-05-010-42	-	5×10^{-4} kg/Mg	16,37 t/h	8,19 g/h

Tabella.22 – Emissioni media oraria per scarico materiale scavato da camion

Per quanto riguarda l'emissione dovuta all'erosione del vento del materiale accantonato, si ipotizzano cumuli alti massimo 2 m, ciascuno con una superficie laterale pari a 56 m². Si è considerato un numero di movimentazioni (equivalenti allo scarico di materiale), pari ad 1,6 ogni ora.

Il rapporto tra altezza del cumulo e diametro essendo superiore a 0,2, il cumulo è considerato "alto" e il fattore di emissione risulta pari a $7,9 \times 10^{-6}$ kg/m².

L'emissione media oraria sarà quindi pari a:

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria g/h
Erosione del vento cumuli	paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion"	Cumulo alto	$7,9 \times 10^{-6}$ kg/m ²	mov/h=0,7	0,3 g/h

Tabella.23 – Emissioni media oraria per erosione del vento, cumuli

Il fattore emissivo per l'intera macro-fase è il seguente:

Fattore emissivo complessivo per macro-fase 02 "Scavi fondazioni e opere connesse"	154,4 g/h
---	------------------

Per la macro-fase “Scavo per posa cavi” sono stati considerati i contributi derivanti dallo scavo delle fondazioni, delle strade e delle altre opere connesse, con durata di 90 giorni, i relativi volumi sono riassunti di seguito:

Fase: Scavi per posa cavi	
Cavi MT dorsali all'interno dell'impianto fotovoltaico	1619,8
Cavi BT	4477,8
Cavi antintrusione/TVCC	2.592
TOTALE SCAVI	8.690

Il fattore emissivo per l'intera macro-fase è stato calcolato come segue:

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria
Sbancamento e scavo	SCC 3-05-027-60	PM10 = 60% PTS	$3,9 \times 10^{-4}$ kg/Mg	16,9 t/h	3,95g/h
Carico materiale scavato su camion	SCC 3-05-010-37	-	0,0075 kg/Mg	16,9 t/h	126,7 g/h
Trasporto materiale escavato	13.2.2 “Unpaved road” AP-42	-	$0,43 \times 1,95$ kg/km	16,9 t/h 400 m 0,7 viaggi/h	19,9 g/h
Scarico materiale scavato da camion	SCC 3-05-010-42	-	5×10^{-4} kg/Mg	16,9 t/h	8,45 g/h
Erosione del vento cumuli	paragrafo 13.2.5 “Industrial Wind Erosion”	Cumulo alto	$7,9 \times 10^{-6}$ kg/m ²	mov/h=0,7	0,3 g/h
Fattore emissivo complessivo per macro-fase 03: “scavi per posa cavi”					159,3 g/h

Tabella.24 – Fattore emissivo complessivo per macro-fase 03: “scavi per posa cavi”

Stazione di Utenza

Per quanto riguarda la realizzazione della stazione di utenza si prevedono le seguenti attività maggiormente impattanti:

Scavi e sbancamenti per sistemazione (livellazione) aree, scavi per le fondazioni opere civili e per le apparecchiature elettriche e locali tecnici, con durata stimata pari a 90 giorni:

1. Sbancamento e scavo aree impianto;
2. carico materiale escavato su camion;
3. Trasporto materiale escavato e transito mezzi su strada non asfaltate
4. Scarico materiale escavato da camion presso aree stoccaggio nel cantiere e formazione cumuli;

Attività	riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore emissione Pm10	Capacità di scavo (t/h), n. movimentazioni, parametri vari assunti	Emissione media oraria
Sbancamento e scavo	SCC 3-05-027-60	PM10 = 60% PTS	3.9×10^{-4} kg/Mg	35,1 t/h	6,2 g/h
Carico materiale scavato su camion	SCC 3-05-010-37	-	0,0075 kg/Mg	35,1 t/h	216,9 g/h
Trasporto materiale escavato	13.2.2 "Unpaved road" AP-42	-	$0,43 * 1,95$ kg/km	35,1 t/h 140 m 1,5 viaggi/h	119,2 g/h
Scarico materiale scavato da camion	SCC 3-05-010-42	-	5×10^{-4} kg/Mg	35,1 t/h	14,46 /h
Erosione del vento cumuli	paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion"	Cumulo alto	$7,9 \times 10^{-6}$ kg/m ²	mov/h=1,5	0,53 g/h
Fattore emissivo complessivo per macro-fase					357,89 g/h

Tabella.25 – Fattore emissivo complessivo per Impianto di Utenza

Ubicazione Ricettori

Il contesto di inserimento è prettamente rurale-agricolo in cui è presente un numero molto limitato di fabbricati la maggior parte utilizzati per lo svolgimento delle attività agricole e/o di allevamento; i potenziali ricettori individuati, assimilabili ad ambienti abitativi sono risultati i seguenti:

- n. 2 strutture ricettive in prossimità dell'area N. 1 con relative abitazioni dei proprietari (R3 e R4);
- n.2 abitazioni in corrispondenza dell'area N. 1, dove in una risiede uno dei proprietari dei terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto (R1 e R2);
- un nucleo di abitazioni a nord dell'area N. 2, abitate dai proprietari dei terreni dove sorgerà l'impianto (R5);
- n.2 abitazioni ad est e a Sud dell'area N. 4, presso R6 risiede il proprietario dei terreni della medesima area.

I ricettori R1, R2, R4, R5 e R6 sono ubicati a distanze superiori di 150 m dalle aree di scavo ovvero dalle aree in cui sono presenti sorgenti di emissione polverulente, mentre R3 e R5 sono a circa 100 m.

Per quanto riguarda le opere di rete la nuova Stazione di Utente sarà realizzata in un'area rurale, ubicata tra le cave di Monte Alvaro e quella di Monte Rosè, e in adiacenza all'esistente Stazione RTN "Porto Torres 2"; in tale contesto non sono presenti ricettori, e i fabbricati riconducibili ad abitazione sono ubicati a distanze superiori di 600 m. Il posizionamento dei ricettori individuati è riportato nelle figure seguenti.

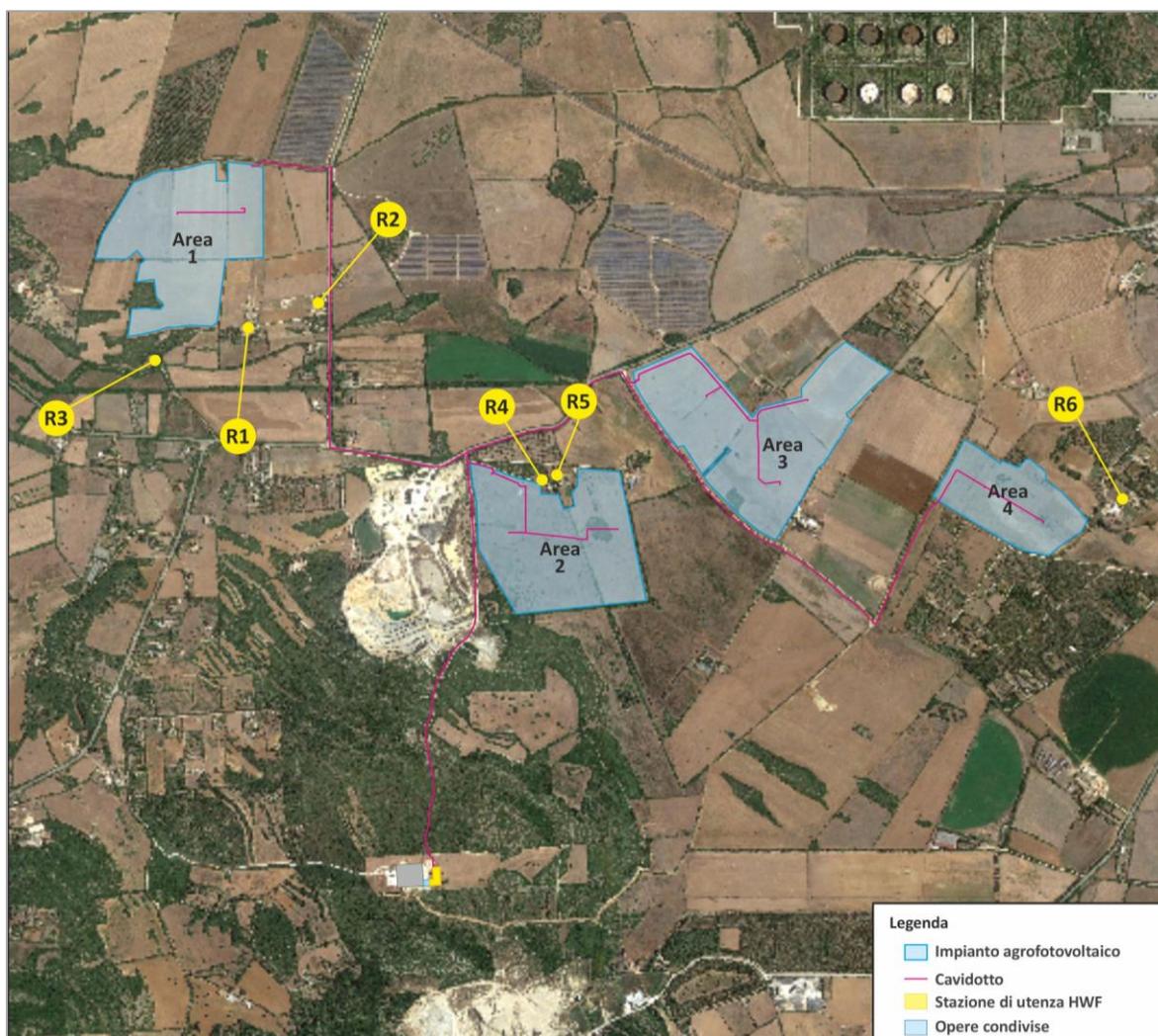


Figura.1 – Ricettori nell'intorno delle aree di intervento

Confronto con le soglie assolute di emissione

Le LG individuano, in funzione della durata delle lavorazioni (giorni anno) e della distanza dal ricettore, delle soglie assolute di emissione, espresse in g/h, al di sotto delle quali non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM₁₀ indotti dalle attività in progetto.

Il confronto tra le soglie e i valori calcolati, è stato effettuato, considerando cautelativamente per l'impianto agrivoltaico la contemporaneità delle macro-fasi considerate. Come già evidenziato i fattori emissivi stimati fanno riferimento all'ipotesi cautelativa dell'aver considerato le quattro aree come un unico cantiere, associando quindi ad ogni area (e di conseguenza ai ricettori) l'emissione complessiva derivante dal totale delle attività impattanti previste.

I giorni di attività sono stati considerati quelli relativi di ogni macro-fase e che rappresentano la durata complessiva delle lavorazioni maggiormente impattanti dal punto di vista dell'emissione di polveri.

Per ogni ricettore è stata quindi verificata la situazione:

$$\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_{Ti}} < 1$$

Dove:

- **E_i**: è l'emissione media oraria della *i*-esima sorgente, *S_i*, posta alla distanza *d_i*, da un dato recettore;
- **E_{Ti}**: rappresenta la soglia emissiva per *S_i* per il determinato recettore in esame;
- **n**: numero delle sorgenti, ovvero le attività individuati

Macro-fase	Durata giorni attività	Fattore emissivo complessivo per macro-fase
Impianto agri-fotovoltaico		
<i>Macro-fase n.1 – "Sistemazione e Scotico delle aree"</i>	90	700,5 g/h
<i>Macro-fase n.2 – "Scavi fondazioni e opere connesse"</i>	90	154,4 g/h
<i>Macro-fase n.3 – "Scavi per dorsali cavi"</i>	90	159,3 g/h
Fattore emissivo complessivo per tutte le macro-fasi impianto agrivoltaico		954,7 g/h
Stazione utenza		
<i>Scavi e sbancamenti per livellazione aree e opere civili</i>	90	357,9 g/h
Fattore emissivo complessivo per tutte le macro-fasi impianto Utenza		357,9 g/h

Tabella.26 - Emissione media oraria specifica per ogni macro-fase (g/h)

Le LG In funzione della distanza del ricettore dalla sorgente emissiva e del numero di giorni di attività forniscono un criterio di valutazione attraverso delle soglie assolute di emissione di PM10 (g/h); nella

successiva figura viene riportata la tabella relativa ad attività con durata < 100 giorni/anno, riconducibile alla durata delle attività più impattanti delle macrofasi considerate.

Tabella 19 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 + 50	<104	Nessuna azione
	104 + 208	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 208	Non compatibile (*)
50 + 100	<364	Nessuna azione
	364 + 628	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 628	Non compatibile (*)
100 + 150	<746	Nessuna azione
	746 + 1492	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1492	Non compatibile (*)
>150	<1022	Nessuna azione
	1022 + 2044	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 2044	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Tabella.27 - Tabella Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra ricettore e sorgente per numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno (Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione e manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti)

Le distanze dalle sorgenti (aree di scavo e/o riporto, strade sterrate, ecc..) risulta superiore a 100 m per tutti i ricettori, nella seguente tabella si riporta il confronto dei fattori emissivi delle macrofasi più impattanti con le soglie assolute del PM 10 individuate dalla LG.

La tabella evidenzia che gran parte dei ricettori (R1, R2, R4, R6 ed R7) il fattore emissivo della macrofase più impattante è minore delle soglie previste pertanto non è necessaria nessuna azione; per i ricettori R3 ed R5 essendo più prossimi alle sorgenti ricadono nell'intervallo per il quale è previsto un monitoraggio presso il ricettore o la valutazione modellistica con i parametri sito specifici.

Per il ricettore R3 e R5 sono stati previsti dei monitoraggi durante la fase di cantiere così come riportato nel PMA.

Ricettori	Distanza da aree di scavo, riporto ecc..	Fattore emissivo Macrofase più impattante g/h considerando durata attività < 100 g/anno	Soglia assoluta PM10 g/h	
R1	> 150 m	954,7 g/h	< 1022	nessuna azione
			1022÷2044	Monitoraggio ricettore
			> 2044	Non compatibile
R2	> 150 m	954,7 g/h	< 1022	nessuna azione
			1022÷2044	Monitoraggio ricettore
			> 2044	Non compatibile
R3	108 m	954,7 g/h	< 746	nessuna azione
			746÷1492	Monitoraggio ricettore o valutazione modellistica con i parametri sito specifici.
			>1492	Non compatibile
R4	> 150 m	954,7 g/h	< 1022	nessuna azione
			1022÷2044	Monitoraggio ricettore
			> 2044	Non compatibile
R5	102 m	954,7 g/h	< 746	nessuna azione
			746÷1492	Monitoraggio ricettore o valutazione modellistica con i parametri sito specifici
			>1492	Non compatibile
R6	> 150 m	954,7 g/h	< 1022	nessuna azione
			1022÷2044	Monitoraggio ricettore
			> 2044	Non compatibile
R7	> 150 m	954,7 g/h	< 1022	nessuna azione
			1022÷2044	Monitoraggio ricettore
			> 2044	Non compatibile

Tabella.28 - valutazione delle emissioni per i principali ricettori per i cantieri dell'impianto agrifotovoltaico

Per quanto riguarda la stazione di Utenza anche se non presenti ricettori sarà preso come riferimento la soglia corrispondente alla distanza maggiore di 150 m.

Le due macro-fasi considerate non sono contemporanee.

Ricettori	Distanza da aree di scavo, riporto ecc..	Fattore emissivo Macrofase più impattante g/h considerando durata attività < 100 g/anno	Soglia assoluta PM10 g/h	
Ricettore generico	> 150 m	Macro-fase 1: 357,9 g/h	< 1022	nessuna azione
			1022÷2044	Monitoraggio ricettore
			> 2044	Non compatibile

Tabella.29 - valutazione delle emissioni per la macro-fase 01 della stazione di utenza

Anche per la stazione di Utenza l'impatto stimato dalla produzione di polveri derivanti dalle fasi più significative del cantiere risulta al di sotto delle soglie assolute previste dalle LG e per tali situazioni non è prevista alcuna azione; si ribadisce che nei pressi della stazione di Utenza non sono presenti ricettori.

2. EMISSIONI IN ATMOSFERA DURANTE LA FASE DI DECOMMISSIONING

Per la fase di decommissioning, avendo attività analoghe a quelle svolte durante la fase di cantiere i quantitativi di polveri prodotte saranno equivalenti a quelli già stimati; valgono pertanto le stesse valutazioni sugli impatti attesi.

Analogamente per le emissioni di inquinanti quali CO e NOx, prodotte dai mezzi in opera e da quelli di trasporto, non si attendono valori diversi da quelli già stimati per la fase di cantiere.

3. EMISSIONI IN ATMOSFERA DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

Durante la fase esercizio non sono presenti emissioni imputabili all'impianto in oggetto poiché la produzione di energia avverrà sfruttando la sola irradiazione solare che verrà convertita in elettricità attraverso un processo fisico dalle celle fotovoltaiche; non saranno pertanto prodotte emissioni in atmosfera.

Non essendo l'impianto presidiato le uniche emissioni imputabili durante la fase di esercizio sono quelle legate ai controlli periodici degli addetti alla manutenzione, che avverranno saltuariamente, al massimo due volte al mese, essendo gli impianti anche controllati da remoto.

Le emissioni saranno pertanto unicamente di CO e NOx.

Le visite avverranno con autovetture commerciali (furgoni) per i quali sono stati utilizzati i fattori emissivi della "banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia" di ISPRA (<https://fettransp.isprambiente.it/#/home>) considerando le seguenti categorie "Light commercial", si riportano di seguito i valori considerati

Categoria	CO 2020	NOx 2020
	g/km TOTALE	g/km TOTALE
Light Commercial Vehicles	0,17	0,93

Tabella.30 - fattori emissivi per i mezzi di trasporto (fonte ISPRA)

Tipologia di mezzo	N° medio mezzi/giorno (stima)	Km/giorno Percorsi da ogni mezzo (stima)	Giorni di attività anno (stima)
Furgoni o auto	1	20	24

Tabella.31 - Stima n.mezzi durante la fase di esercizio

Tipologia di mezzo	Emissioni NOx [tons]	Emissioni CO [tons]
Furgoni o auto	0,0004	0,0001

Tabella.32 - Stima delle emissioni da mezzi di trasporto durante la fase di esercizio