

IMPIANTO FOTOVOLTAICO (CARBONIA AGR\_1, AGR\_2, ZI)

COMUNE DI CARBONIA

PROPONENTE



GC Carbonia s.r.l.  
Piazza Walther Von Vogelweide, 8  
39100 Bolzano

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

COMMESSA

0521

CODICE ELABORATO

OGGETTO:  
Valutazione emissioni in atmosfera cumulative

VIA-I  
R17

COORDINAMENTO



BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
CENTRO COMMERCIALE LOCALITA' "PINTOREDDU", SN  
STUDIO TECNICO 1° PIANO INTERNO 4P 09028 SESTU  
+39 347 5965654 P.IVA 02926980927  
SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.A.PRA.003678  
INGBRUNOMANCA@GMAIL.COM PEC: BRUNO.MANCA@INGPEC.EU  
WWW.BRUNOMANCA.COM WWW.UMBRAS360.COM

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori  
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro  
Dott. Giulio Casu  
Dott. Agr. Federico Corona  
Dott.ssa Ing. Silvia Exana  
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
Dott. Ing Bruno Manca  
Dott. Nat. Maurizio Medda  
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas  
Dott. Nat. Fabio Schirru  
Dott. Archeol. Matteo Tatti

TIMBRO E FIRMA REDATTORE

Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas

TIMBRO DEL PROPONENTE



Firmato digitalmente da:  
MACQUERON EMMANUEL  
Firmato il 21/02/2023 09:50  
Seriale Certificato: 559710  
Valido dal 29/06/2021 al 29/06/2024  
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
01	febbraio 2023	Revisione post richieste integrazioni	Bruno Manca	Gianluca Valenti	
00	maggio 2021	Prima emissione	Bruno Manca	Gianluca Valenti	
FORMATO		FILE DI ELABORAZIONE	FILE DI ELABORAZIONE	SCALA	
ISO A0 - 1189 x 841		VIA-TAV01 Inquadramento territoriale.ggis	VIA-TAV01 Inquadramento territoriale.pdf	varie	

---

## **1 Valutazione delle emissioni in atmosfera in fase di cantiere per le attività di taglio dei pini di aleppo e di costruzione dell'impianto fotovoltaico..... 2**

1.1 Emissioni inquinanti dai gas di scarico dei mezzi di cantiere .....	4
1.2 Diffusione di polveri in atmosfera .....	6
1.3 Emissioni evitate in atmosfera in fase di esercizio .....	16

# **1 Valutazione delle emissioni in atmosfera in fase di cantiere per le attività di taglio dei pini di aleppo e di costruzione dell'impianto fotovoltaico**

Le attività di taglio degli alberi di pino d'Aleppo di cui al progetto di rimboschimento effettuato a metà degli anni 2000 dai proprietari dei terreni non saranno a carico del proponente ma verranno, comunque e indipendentemente dal percorso autorizzativo della presente proposta progettuale di realizzazione di una centrale di produzione elettrica da fotovoltaico, messe in atto dai proprietari dei terreni, in quanto giunte al termine del proprio arco temporale programmato. Qualora dovesse essere affidato alla società proponente il taglio degli alberi, verrebbero mantenuti tutti gli alberi non ricadenti nell'area di installazione dei pannelli, fungendo in questo modo anche da ulteriore mitigazione visiva. Lo scenario che si profilerebbe sarebbe, dunque, quello rappresentato nella successiva figura:

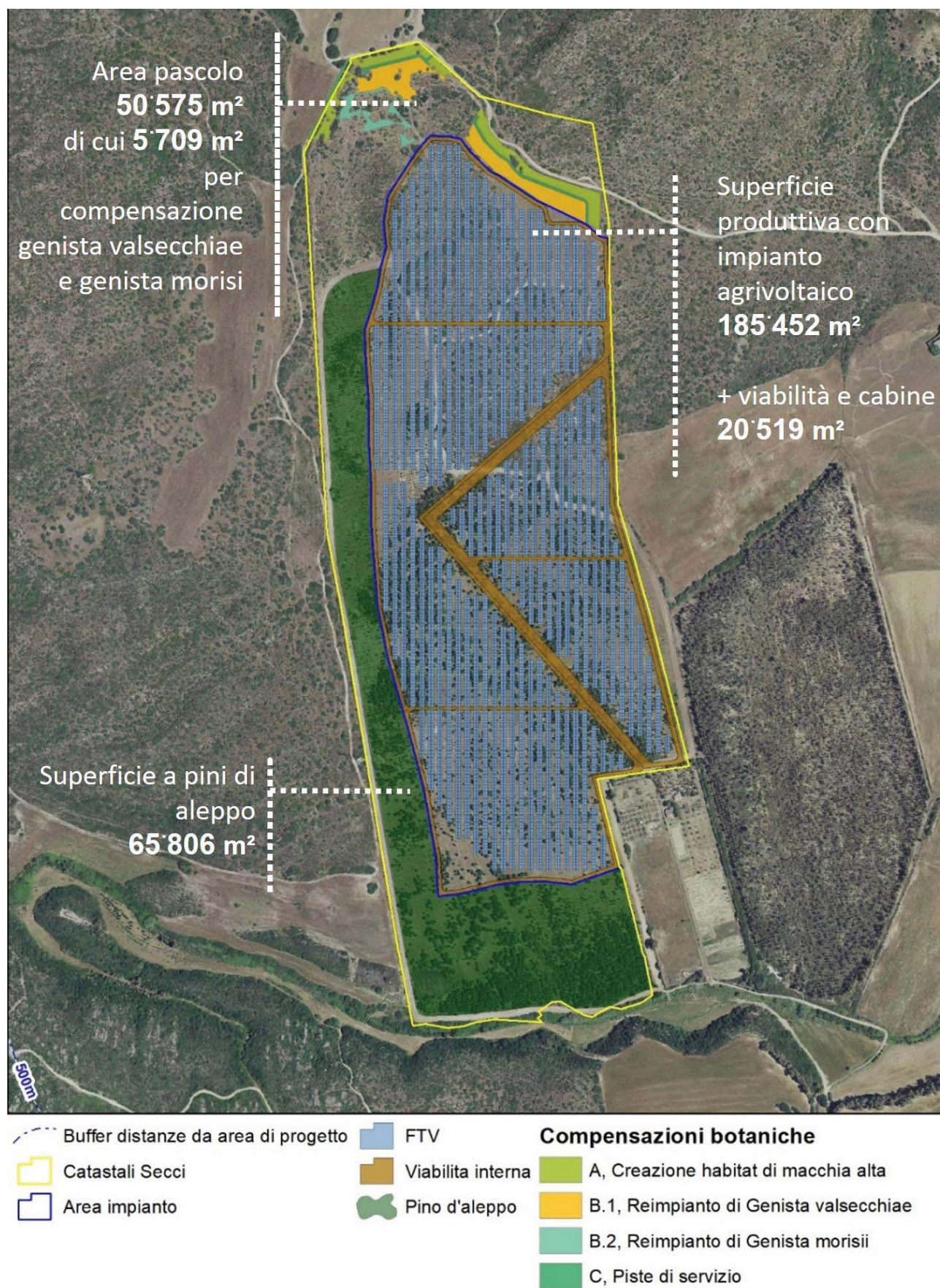


Figura 1: distribuzione funzionale superfici di progetto qualora la società proponente dovesse prendere in carico il taglio dei pini di aleppo.

Di seguito si è valutata, come da richiesta emersa durante la Conferenza dei Servizi, l'eventualità in cui l'attività di taglio dei pini dovesse essere contemporanea o immediatamente precedente alle attività di costruzione. Si sono, dunque, valutati gli impatti cumulativi dovuti alle emissioni dei mezzi di cantiere.

I potenziali impatti negativi diretti sulla qualità dell'aria durante la fase di realizzazione sono legati alle seguenti attività:

- Utilizzo di veicoli/macchinari pesanti a motore nelle fasi di costruzione con relativa **emissione di gas di scarico** (PM, CO, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>).
- Lavori civili per la preparazione dell'area di cantiere (scotico) e la realizzazione del progetto, con conseguente emissione di particolato (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) in atmosfera, prodotto principalmente da **movimentazione terre e risospensione di polveri totali sospese (PST)** da superfici/cumuli e da transito di veicoli su strade non asfaltate.

## 1.1 Emissioni inquinanti dai gas di scarico dei mezzi di cantiere

Al fine di rappresentare uno scenario emissivo realistico, si è considerato di utilizzare una **macchina forestale per l'abbattimento e il taglio di alberi**. Il mezzo è composto da due elementi:

- Kamo con ramponi, quattro ruote motrici, braccio idraulico;
- Testa Harvester (o testa abbattitrice/allestitrice) composta a sua volta da pinze taglienti sramatrici, rulli di trascinamento ed organo di taglio composto da sega a catena.

**Tale mezzo, della potenza di 127 kW, è in grado di abbattere, sramare e depezzare un albero del diametro di circa 40 cm e un'altezza di circa 20 m in circa 75 secondi.**

Anche ipotizzando di eliminare tutti gli alberi attualmente presenti, situazione che non si configurerebbe se fosse la Società proponente a gestire il cantiere in fase di taglio, si potrebbero calcolare i seguenti quantitativi di inquinanti emessi:

Considerando i fattori di emissione riportati in Tabella 1 in funzione della potenza dei mezzi (KW) e considerando che il taglio di tutti gli alberi richiederebbe circa due mesi, si ottengono i valori riassunti nelle tabelle successive.

Tabella 1: Fattori di Emissione EMEP-CORINAIR per NRMM – Stage III (in vigore da luglio 2005).

Inquinante (g/kWh)	Intervallo di Potenza kW						
	0-20	20-37	37-75	75-130	130-300	300-560	560-1MW
CO	8,38	5,50	5,00	5,00	3,50	3,50	3,00
NOx	14,4	6,40	4,00	3,50	3,50	3,50	14,4
PM2,5	2,09	0,56	0,38	0,28	0,18	0,19	1,03
PM	2,22	0,60	0,40	0,30	0,20	0,20	1,10

Tabella 2: ore totali necessario per il taglio di tutti i pini di aleppo.

Mezzo da cantiere	KW mezzo	n°mezzi giorno	lavorazione	settimane	ore totali	ore totali per mezzo in costruzione
Macchina forestale per abbattimento alberi	127	1	Taglio pini aleppo	8,2	328,0	328,0

Tabella 3: emissioni generate in fase di cantiere dalla macchina per l'abbattimento degli alberi.

EMISSIONI GENERATE IN FASE DI CANTIERE (COSTRUZIONE) [t]		
inquinante	Macchina forestale per abbattimento alberi	
	fattore di emissione [g/KWh]	Emissioni totali
CO	5,000	0,208
NOX	3,500	0,146
PM2,5	0,280	0,012
PM	0,300	0,012

Risulta immediatamente evidente come i quantitativi di inquinanti emessi, anche sommati a quelli emessi per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, siano enormemente minori rispetto a quelli risparmiati.

Si riportano in Tabella 4 i quantitativi calcolati per la fase di cantiere dell'impianto agrivoltaico.

Tabella 4: ore totali per ogni mezzo da cantiere in fase di costruzione.

MEZZI IN FASE DI COSTRUZIONE							
Mezzo da cantiere	KW mezzo	n° mezzi giorno	lavorazione	settimane	ore giornaliere	ore totali	ore totali per mezzo in costruzione
escavatore	125	2	Scavi fondazioni cabine	4	8,0	160,0	1460,0
			scavi e ripristini	4	5,6	112,0	

			scavo fondazioni pali illuminazione	2	3,2	32,0	
			scavo fondazioni pali recinzione	7	3,2	112,0	
			Realizzazione rete connessione	29	7,2	1044,0	
apripista	335	2	Livellamenti	4	7,2	144,0	144,0
autocarro	323	6	Livellamenti	4	4,0	80,0	336,0
			Scavi fondazioni cabine	4	4,8	96,0	
			scavi e ripristini	4	4,0	80,0	
			scavo fondazioni pali illuminazione	2	2,4	24,0	
			scavo fondazioni pali recinzione	2	2,4	24,0	
			Realizzazione rete connessione	4	1,6	32,0	
Macchine per infissione sostegni moduli	100	2	Posa in opera pali sostegni inseguitori	4	7,2	144,0	144,0

Tabella 5: emissioni generate in fase di cantiere in costruzione per ciascun inquinante.

EMISSIONI GENERATE IN FASE DI CANTIERE (COSTRUZIONE) [t]					
inquinante	escavatore	apripista	autocarro	Macchine per infissione sostegni moduli	Emissioni totali generate in fase di cantiere (costruzione) [t]
<b>CO</b>	1,825	0,338	2,279	0,144	4,586
<b>NOX</b>	1,278	0,338	2,279	0,101	3,995
<b>PM2,5</b>	0,102	0,018	0,124	0,008	0,252
<b>PM</b>	0,110	0,019	0,130	0,009	0,268

## 1.2 Diffusione di polveri in atmosfera

Nella fase di realizzazione e dismissione dell'opera, l'utilizzo di mezzi di cantiere, nonché lo stazionamento dei materiali di cantiere, provocheranno la **diffusione di polveri in atmosfera** legate al transito di mezzi per raggiungere ed allontanarsi dal cantiere ed al funzionamento in loco degli stessi. Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarimento di

polveri dalle pavimentazioni stradali e dalle superfici sterrate dovuto al transito dei mezzi pesanti ed all'opera del vento.

Le dispersioni in atmosfera provocate da tali lavori rimangono comunque legate al periodo di realizzazione e di dismissione dell'opera.

In particolare la fase di cantierizzazione per la realizzazione dell'impianto determinerà condizioni di disturbo per la durata dei lavori relativi alle sole opere civili ed ai movimenti di terra riguardanti le operazioni di scotico superficiale e di scavi a sezione obbligata.

E' da notare come il contributo principale all'emissione di PM10 sia legato al transito dei mezzi pesanti su strada non asfaltata piuttosto che a quella dovuta al funzionamento dei motori diesel dei mezzi di cantiere. A questo riguardo, la viabilità sfrutterà principalmente strade esistenti asfaltate. Gli unici tratti non asfaltati sono costituiti da:

- in fase di cantiere (realizzazione e dismissione): la viabilità di cantiere che causerà la ricaduta degli inquinanti che, a causa della particolare dinamica di dispersione dalle sorgenti lineari, non si spinge troppo lontano dall'asse stradale, rimanendo confinata approssimativamente all'interno di un buffer di massimo 800 m;
- in fase di esercizio: la viabilità interna che sarà realizzata all'interno dell'impianto per garantire la manutenzione dell'impianto.

Le "Linee guida" elaborate da ARPAT (ARPAT - Agenzia Regionale per la protezione ambientale della Toscana, 2009) 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").

Per le emissioni di polveri (in particolare considereremo il PM10) si sono considerate le seguenti attività:

- Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3);
- Erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5);
- Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2).

In generale, per il calcolo delle emissioni di polveri (in particolare PM10), l'equazione generale è del tipo:

$$E = Q * FE * (1 - ER/100)$$

Dove:

E = emissioni di polveri;

Q = quantità di materiale movimentato all'ora;

FE = fattore di emissione;

ER = % di riduzione degli impatti con le opportune misure di mitigazione.

### Fase A - Scotico e sbancamento del materiale superficiale:

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale, che si effettuerà esclusivamente nelle aree dedicate alla viabilità ed alle cabine, viene effettuata di norma con ruspa o escavatore e, secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42, produce delle emissioni di PTS (Polveri totali) con un rateo di 5.7 kg/km. Per utilizzare questo fattore di emissione occorre quindi stimare ed indicare il percorso della ruspa nella durata dell'attività, esprimendolo in km/h.

SCC	operazione	Fattore di emissione in kg	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		kg per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3 \times 10^{-4} \times (H / 0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	kg per ogni m³ di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		kg per ogni Mg di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		kg per ogni Mg di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375 \times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	kg per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		kg per ogni Mg di materiale processato

Figura 2: fattori di emissione per il PM10 relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale.

In riferimento al contenuto limo, poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche le Linee Guida suggeriscono di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%. Nel caso in esame abbiamo posto un contenuto di limo(s) del 18%, una altezza di caduta (H) di 3 m ed un contenuto di umidità (M) di 0,4. Si sono ottenuti i seguenti valori:

Fase	Fattore di emissione e [Kg ogni Mg]	Durata in giorni	Volume da movimentare		Quantità di materiale movimentato o all'ora [Kg/h]	Emissioni di PM10 [g/h]	Emissioni globali PM10 [g/h]
<b>Scotico e sbancamento del materiale superficiale</b>			[mc]	[Kg]			

perforazione di terreni	0,00614	20	62,05	93.079	581,74	3,57	<b>333,07</b>
Escavatore: scotico e sbancamento del materiale superficiale	0,00614	20	3.224,80	4.837.200	30.232,50	185,50	
carico camion	0,00750	41	3.224,80	4.837.200	14.747,56	110,61	
scarico camion	0,00050	41	2.086,46	3.129.690	9.541,74	4,77	
riposizionament o materiale superficiale	0,00300	41	2.086,46	3.129.690	9.541,74	28,63	

### FASE B - Erosione del vento dai cumuli:

Il terreno sarà temporaneamente stoccato sotto forma di cumulo continuo all'area di scavo (fondazioni e cavidotti). I cumuli di terra, tipicamente, non saranno alti più di 2 metri, per prevenirne l'erosione, e metterli al sicuro da eventuali danneggiamenti o compattamenti indesiderati.

Lo stoccaggio avverrà su un lato della pista di lavoro, in modo tale da evitarne la miscelazione con il materiale di scavo degli sbancamenti o che sia smosso dai veicoli. Nel caso in cui lo scotico dovesse essere stoccato per molto tempo, si provvederà ad aerarlo e rimescolarlo allo scopo di evitarne il compattamento.

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i(kg/h) = EF_i \cdot a \cdot movh$$

$i$  particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)

$EF_i(kg/m^2)$  fattore di emissione areale dell' $i$ -esimo tipo di particolato

$a$  superficie dell'area movimentata in  $m^2$

$movh$  numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del

rapporto altezza/diametro. Nel caso specifico abbiamo considerato in via cautelativa i cumuli alti.

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

Figura 3: Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato.

Si è considerato un dumper di massa 40 Mg a vuoto, in grado di portare un carico di 36 Mg, per cui la massa media durante il trasporto è pari a 38 Mg.

Fase	Fattore di emissione [Kg ogni mq]	Durata in giorni	Volume da movimentare		Quantità di materiale movimentato all'ora [t/h]	numero movimentazioni ora	Emissioni di polveri [g/h]
			[mc]	[Mg]			
<b>Erosione del vento dai cumuli</b>	0,00001	41	3224,8	4837,2	14,75	0,6145	<b>0,0292</b>

### FASE C - Transito di mezzi su strade non asfaltate:

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale a (i) il volume di traffico e (ii) il contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm.

$$EF_i (kg/km) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i} \quad (6)$$

$i$  particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)

$s$  contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%)

$W$  peso medio del veicolo (Mg)

$k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato

	$k_i$	$a_i$	$b_i$
PTS	1.38	0.7	0.45
PM <sub>10</sub>	0.423	0.9	0.45
PM <sub>2.5</sub>	0.0423	0.9	0.45

Il peso medio dell'automezzo W deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico. Le linee guida precisano che la relazione (6) è valida per veicoli con un peso medio inferiore a 260 Mg e velocità media inferiore a 69 km/h. Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo, sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E_i(kg/h) = EF_i \cdot kmh \quad (7)$$

Nello specifico il materiale superficiale è allontanato lungo una pista non pavimentata di una lunghezza media di 500 m.

Fase	Fattore di emissione [Kg ogni Mg]	Durata in giorni	Percorso medio del mezzo [Km]	Percorso mezzo riferito all'unità di tempo [Kmh]	Emissioni di polveri [g/h]
<b>Transito di mezzi su strade non asfaltate</b>	0,026384	240	0,5	0,61	<b>0,0162</b>

Stima delle emissioni totali di PM10:

Come si evince dal cronoprogramma le fasi di cantiere che genereranno emissioni saranno spesso sovrapposte, pertanto sarà valutata, in via cautelativa, la somma delle emissioni dovute alle singole fasi, che sono le seguenti:

TABELLA RIASSUNTIVA EMISSIONI PM10		
Fase	Emissione di PM10 [g/h]	Emissione di PM10 totale [g/h]
Scotico e sbancamento del materiale superficiale	333,07	<b>333,12</b>
Erosione del vento dai cumuli	0,03	
Transito di mezzi su strade non asfaltate	0,02	

La valutazione del rateo di deposizione di polveri in funzione della distanza dal cantiere dipende grandemente dalle condizioni meteorologiche e dalle operazioni eseguite contestualmente al verificarsi di quella particolare condizione meteorologica ed è pertanto soggetta a numerose incertezze.

Sebbene non sia possibile effettuare una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere, la letteratura di settore dimostra come la distanza alla quale si depositeranno le particelle in funzione della velocità di deposizione e del vento e dell'altezza di emissione<sup>1</sup>, per particelle di diametro pari a 30 e 10  $\mu\text{m}$  emesse a 5 metri da terra, è la seguente (per particelle emesse a 5 metri da terra con vento a 2 m/s):

- particelle da 10  $\mu\text{m}$ : 800 metri sottovento;
- particelle da 20  $\mu\text{m}$ : 550 metri sottovento;
- particelle da 30  $\mu\text{m}$ : 300 metri sottovento.

Le particelle di dimensione significativamente superiore ai 30  $\mu\text{m}$  si depositano nelle immediate prossimità del cantiere.

Sulla base di tali ipotesi, dunque, l'impatto dovuto alla deposizione di materiale aerodisperso di granulometria superiore ai 30  $\mu\text{m}$  è praticamente assente per distanze superiori a 100 m. Poiché non sono presenti recettori a distanze inferiori di 100 m dal confine dell'area di cantiere si può ritenere che tale l'impatto sia trascurabile.

Consideriamo, inoltre, che l'effetto della deposizione del particolato (relativo al caso rurale<sup>2</sup> ed alla distribuzione granulometrica adottata) porta ad una riduzione della concentrazione oraria massima stimata che passa dal 5% a 50 m fino al 27% a 500 m di distanza dal centro<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Assunti: la velocità con cui le particelle di medie dimensioni sedimentano per l'azione della forza di gravità oscilla tra 1,25 e 3.3 cm/s (corrispondente a quella di corpi sferici aventi una densità di 2.000 kg/m<sup>3</sup> e diametro di 10 e 30  $\mu\text{m}$ ). Considerando le suddette velocità di deposizione, è possibile calcolare la distanza alla quale si depositano le particelle in funzione della velocità del vento e dell'altezza di emissione. Si considerano particelle emesse a 5 metri da terra con vento a 2 m/s.

<sup>2</sup> Consideriamo il caso in esame assimilabile al caso rurale piuttosto che a quello urbano.

<sup>3</sup> Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti. ARPAT - All. 1 parte integrante e sostanziale della DGP.213-09. Antongiulio Barbaro, Franco Giovannini, Silvia Maltagliati - AFR Modellistica Previsionale.

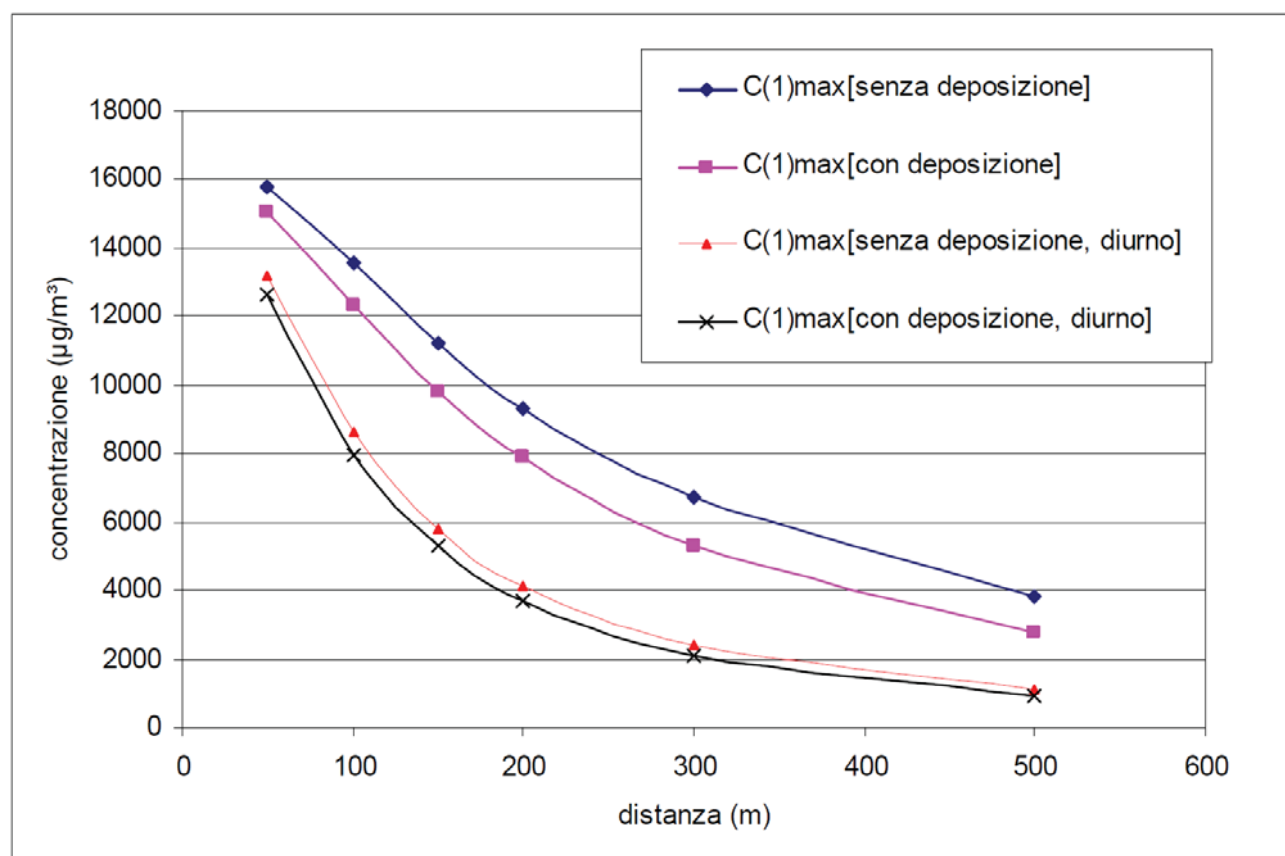


Figura 4: andamento delle concentrazioni al variare delle distanza dal centro della sorgente. La sorgente ha dimensioni 50 m x 50 m e flusso di massa pari a 9000 g/h. Vengono riportate le serie di valori relativi alle condizioni rurali, con e senza deposizione e considerando solo le condizioni atmosferiche diurne (classi di stabilità A, B, C e D).

Pertanto, valutando le suddette percentuali di abbattimento, nel caso in esame, la riduzione della concentrazione oraria massima sarà la seguente:

TABELLA RIASSUNTIVA EMISSIONI PM10 IN FUNZIONE DELLA DISTANZA				
Fase	Emissione di PM10 [g/h]	Emissione di PM10 totale [g/h]	Emissione di PM10 totale a 500 m di distanza [g/h]	Emissione di PM10 totale a 1000 m di distanza [g/h]
Scotico e sbancamento del materiale superficiale	333,07	<b>333,12</b>	<b>243,17</b>	<b>176,55</b>
Erosione del vento dai cumuli	0,03			
Transito di mezzi su strade non asfaltate	0,02			

Consideriamo, a questo punto, la tabella di riferimento fornita dalle Linee guida ARPAT, che si basa sull'ipotesi di un terreno piano, facendo riferimento ad una meteorologia tipica del territorio

pianeggiante della Provincia di Firenze, considerando concentrazioni di fondo dell'ordine dei 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed un'emissione di durata di pari a 10 ore/giorno:

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<79	Nessuna azione
	79 ÷ 158	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 158	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<174	Nessuna azione
	174 ÷ 347	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 347	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<360	Nessuna azione
	360 ÷ 720	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 720	Non compatibile (*)
>150	<493	Nessuna azione
	493 ÷ 986	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 986	Non compatibile (*)

Figura 5: Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 250 e 200 giorni/anno.

All'interno di una fascia di 250 m dal confine del futuro impianto non risultano presenti manufatti. L'edificio a minima distanza dal confine del futuro impianto (Ric01) è ubicato in direzione est ad una distanza superiore a 300 m ed è costituito da un edificio ad uso agricolo. La localizzazione del ricettore è riportata in Figura 6. Si segnala inoltre, ad una distanza di circa 400 m in direzione nord-est la presenza della Discarica di Sa Terredda e a più di 500 m in direzione sud-est il Canile di Carbonia (Dog City). **Pertanto il valore di emissioni ottenuto risulta inferiore al limite oltre il quale è necessario adottare misure mitigative.**

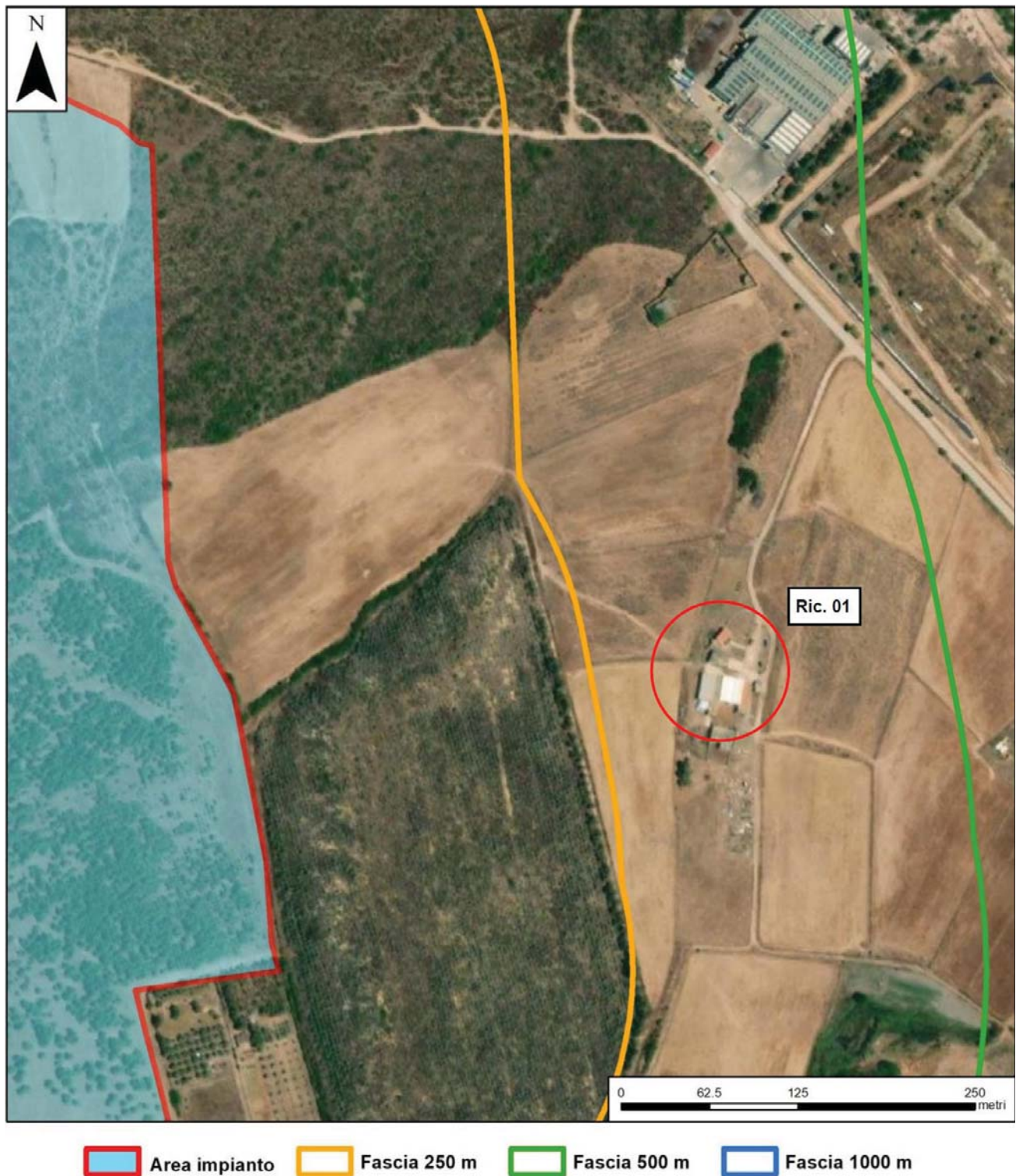


Figura 6: ricevitore più vicino all'impianto.

Per ridurre le emissioni dovute alle attività di cantiere si consiglia comunque di evitare la lavorazione in condizioni di vento elevato. Saranno, inoltre, fondamentali il corretto utilizzo di mezzi e macchinari, la regolare manutenzione e il mantenimento di buone condizioni operative; dal punto di vista gestionale si limiterà la velocità dei veicoli (massimo 30 Km/h) e si eviterà di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e macchinari.

### 1.3 Emissioni evitate in atmosfera in fase di esercizio

Al fine di quantificare tale impatto positivo esistono dei fattori di conversione che permettono di produrre un dato certo circa le emissioni evitate. In particolare l'impianto consentirà di evitare di utilizzare combustibili fossili per fini di generazione termoelettrica, con una sensibile diminuzione circa il consumo di risorse non rinnovabili; il risparmio di combustibili fossili conseguente alla produzione di 1 kWh è di 1,87 tep<sup>4</sup>. Utilizzando il fattore di conversione **449,1 gCO<sub>2</sub>/kWh<sup>5</sup>**, stante la produzione attesa pari a circa **1.868 kWh/kWp anno per un totale di 75'144'669 kWh l'impianto determinerà un risparmio di energia fossile in un anno di 14.052,805 Tep (397'111,02 in 30 anni)**

Di seguito vengono riportati i valori di risparmio in combustibile ed emissioni evitate in atmosfera dell'intero impianto:

Potenza di picco "Carbonia_AGR": [KWp] (campo 1 + campo 2)	12.412,40			
Potenza di picco "Carbonia_ZI": [KWp] (campo 3)	4.186,00			
Produzione elettrica unitaria: [kWh/kWp anno]	1.868,00			
Producibilità teorica elettrica prevista (anno zero): [kWh]	75.144.669,60			
Producibilità elettrica attesa cumulativa (dopo 30 anni): [KWh]	2.123.588.362,90			
Risparmio combustibile fossile				
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187			
Risparmio combustibile fossile 1° anno [TEP]	14.052,05			
Risparmio combustibile fossile in 30 anni [TEP]	397.111,02			
Emissioni evitate in atmosfera				
Emissioni evitate in atmosfera di	CO2	SOx	NOx	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	449,1000	0,0455	0,2054	0,0237
Emissioni evitate il 1° anno [t]	33.747,471	3,419	15,432	1,781
Emissioni evitate in 30 anni [t]	953.703,534	96,623	436,100	50,329

<sup>4</sup>Delibera EEN 3/08[2] del 20-03-2008 (GU n. 100 del 29.4.08 - SO n.107)

<sup>5</sup>Rapporto ISPRA 317/2020: Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei.

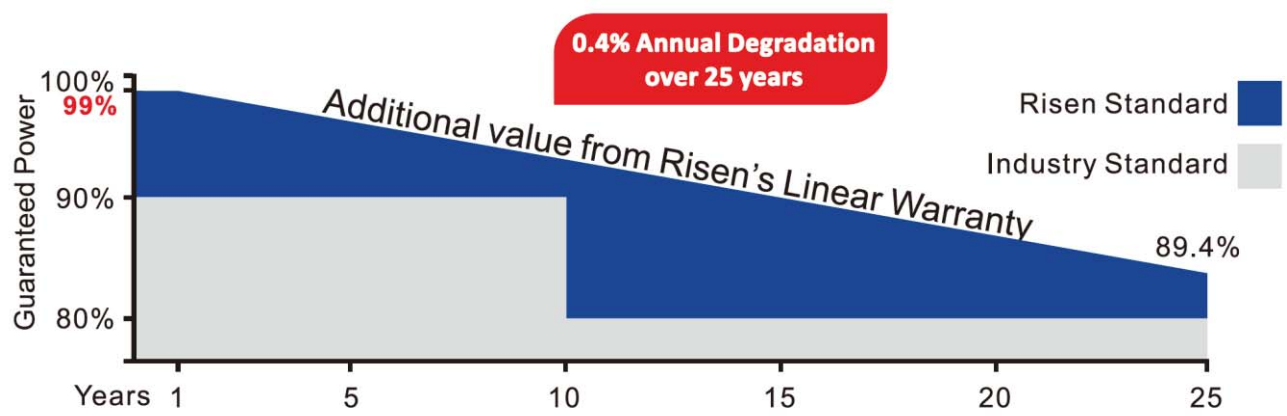


Figura 7: rendimento (%) dei pannelli solari in progetto in funzione del tempo (anni).

Considerando che l’area è attualmente piantumata con Pinus Halepensis, si è valutato anche l’impatto dovuto al loro taglio anticipato rispetto al 2026, anno nel quale gli alberi verranno comunque tagliati come da programmazione e conferiti presso un impianto a biomassa che sarà individuato durante la fase di taglio, in funzione delle condizioni economiche e logistiche esistenti in quel momento. L’impatto negativo dovuto alla loro eliminazione anticipata, si può quantificare come di seguito.

Tabella 6: Fonte: Piano Regionale per la qualità dell'aria ambiente PRQA Toscana.

Genere	Specie	O3 BILANCIO giornaliero per pianta estate (rimozione netta)	NO2 assorbimento giornaliero per pianta anno	PM10 assorbimento giornaliero per pianta inverno (01.11-31.03)	CO2 totale sequestrata per anno
		g/tree/day	g/tree/day	g/tree/day	t/tree/year
Pinus	halepensis	-3,229	0,245	0,705	0,0238

Tenendo conto delle quantità nominali di progetto, estratte dalla relazione tecnica di collaudo finale di rimboschimento dell’area in esame, e non delle quantità reali che, come visibile dalle foto aeree, sono inferiori (non tutti gli alberi sono sopravvissuti), si possono fare le seguenti valutazioni:

Ettari rimboschiti area impianto "Carbonia_AGR"	N° piante/ha <sup>6</sup>	Totale piante	CO <sub>2</sub> sequestrata/anno [t]	CO <sub>2</sub> totale (AGR+ZI) sequestrata/anno [t]	CO <sub>2</sub> totale sequestrata in 3 anni [t]
14,44	1'112	16'057	382,2	482	1'446
Ettari rimboschiti area impianto "Carbonia_zi"	N° piante/ha	Totale piante	CO <sub>2</sub> sequestrata/anno [t]		
3,77	1'112	4'192	99,8		

E' evidente, dunque, che la quantità di CO<sub>2</sub> che è in grado di sequestrare tutto il piantumato, pari a circa 1'446 t per i successivi 3 anni (fino al 2025), è minima rispetto alle 41'595,04 t che si eviterebbero con l'impianto FV negli stessi 3 anni.

**In conclusione, il bilancio tra le emissioni evitate e quelle emesse per il taglio degli alberi e la realizzazione dell'impianto fotovoltaico risulta nettamente a favore delle emissioni evitate.**

<sup>6</sup> Dato estratto da Relazione tecnica di collaudo finale del rimboschimento.