



**IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA
FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA CON ACCUMULO
DENOMINATO "SASSARI 02"**

REGIONE SARDEGNA
PROVINCIA di SASSARI
COMUNI di SASSARI e PORTO TORRES

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:	Titolo:
Integr 07	Fase di cantiere

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.a.	A4	Integr07_FaseCantiere

Progettazione:	Committente:
DOTT. ING. FABIO CALCARELLA Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce Mob. +39 340 9243575 fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu P. IVA 04433020759  	Whysol-E Sviluppo S.r.l. Via Meravigli, 3 - 20123 - MILANO Tel: +39 02 359605 info@whysol.it - whysol-e.sviluppo@legalmail.it P. IVA 10692360968

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Giugno 2022	Integrazioni MITE - MIC - Regione Sardegna	STC	FC	WHYSOL-E Sviluppo s.r.l.

IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

In merito alla fase di realizzazione, oltre alla mancata localizzazione dell'area di cantiere e della descrizione delle attività per il suo allestimento e successivo recupero/rispristino, non è presente la descrizione delle azioni/presidi da predisporre per il contenimento degli impatti, con particolare riferimento alla gestione dei rifiuti, delle acque meteoriche e reflue, e al contenimento della polverosità e del rumore. Dovrebbero inoltre essere previste specifiche modalità per evitare l'erosione eolica e/o il dilavamento dei depositi di materiale scavato, specificando gli interventi per la tutela dello strato fertile, che dovrà essere accantonato separatamente.

Area di cantiere

All'inizio dei lavori si procederà alla delimitazione dell'Area Logistica di cantiere, nei pressi dell'area di progetto. Questa sarà realizzata nella posizione indicata in planimetria. L'area di cantiere avrà dimensioni di circa 5.000 mq.

Il piazzale sarà realizzato come di seguito descritto.

1. Scotico del terreno vegetale per uno spessore di 20-30 cm
2. Accantonamento del terreno vegetale proveniente dallo scotico nell'ambito della stessa area di cantiere. Il cumulo o i cumuli di terreno vegetale saranno coperti con telo impermeabile allo scopo di evitare l'erosione eolica e il dilavamento e per poterlo poi facilmente riutilizzare in fase di ripristino.
3. Posa di geotessile di separazione del piano di posa degli inerti
4. Strato di fondazione per struttura stradale, dello spessore di 15 cm, da eseguirsi con materiale lapideo duro proveniente da cave di prestito (misto cava), avente assortimento granulometrico con pezzatura 7-10 cm
5. Formazione di strato di base per struttura stradale, dello spessore di 5 cm e pezzatura 0,2-2 cm, da eseguirsi con materiali idonei alla compattazione, provenienti da cave di prestito o dagli scavi di cantiere. Terminata la compattazione lo strato di base sarà saturato con materiale fine (misto stabilizzato)

L'area di cantiere sarà completamente recintata. La recinzione, di altezza pari a circa 2 m, sarà realizzata con rete a maglia sciolta sostenuta da paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno, alcuni dei paletti saranno opportunamente controventati. L'accesso avverrà da cancello di ampiezza non inferiore a 6 m, le ante poggeranno su ruote che ne faciliteranno l'apertura e la chiusura. Dobbiamo lasciare il passo per la circolazione degli animali

Per quanto concerne il deflusso delle acque meteoriche considerando che:

- l'area di cantiere sarà realizzata nella zona più pianeggiante e idonea allo scopo
- i materiali utilizzati per la realizzazione del piazzale di origine naturale sono comunque permeabili
- l'opera è temporanea (8-10 mesi)

non si prevedono particolari opere per regolare il deflusso delle acque meteoriche. Si avrà, ovviamente, l'accortezza di dare una piccola pendenza verso la parte esterna del piazzale.

In prossimità dell'accesso all'area di cantiere sarà affissa apposita cartellonistica con obblighi e divieti, per gli addetti ai lavori e per persone esterne.

In prossimità dell'area principale di cantiere, delle tre aree di progetto e della Sottostazione Elettrica di Trasformazione sarà posto anche il "Cartello di Cantiere", indicante gli estremi autorizzativi e tutte le figure coinvolte nella costruzione dell'impianto.

All'interno dell'area di cantiere saranno posizionati i baraccamenti, realizzati con moduli prefabbricati polifunzionali con dimensioni di riferimento 6,00x2,50x2,50m (tipo A) e 4,00x2,50x2,50 (tipo B). Tre adibiti ad uso ufficio, uno adibito ad uso refettorio, due adibiti a spogliatoio/doccia.

Accanto ad essi saranno posizionati turche da cantiere accessoriate con serbatoio acque bianche e nere in lamiera zincata a tenuta stagna, per circa 100 utilizzi. È previsto che una ditta specializzata effettui periodicamente il ricambio delle acque bianche e nere dei WC.

I moduli prefabbricati avranno le seguenti destinazioni:

Tipo A (lunghezza 6,00 m):

1. Ufficio Impresa Opere Civili;
2. Ufficio Impresa Opere elettromeccaniche;
3. Ufficio Direzione Lavori;
4. Sala riunioni;
5. Refettorio.

Tipo B (lunghezza 4,00 m):

1. Spogliatoio/doccia Impresa Opere Civili ed elettriche;
2. Spogliatoio/doccia Impresa Opere elettromeccaniche.

All'interno del modulo allestito come ufficio sarà posta, per tutta la durata del cantiere, una cassetta di pronto soccorso in valigetta o in armadietto, in conformità a quanto prescritto dal D.M. 388/03 per unità produttive di tipo A.

L'approvvigionamento idrico avverrà tramite un serbatoio in materiale plastico ubicato in prossimità dei baraccamenti.

Sarà inoltre realizzato un piccolo pozzo nero interrato a tenuta stagna per lo scarico delle acque grigie provenienti da docce e lavabi. Il pozzo nero sarà in calcestruzzo, prefabbricato ed interrato in prossimità del locale docce, dimensione di riferimento 1,5 mc.

Prima dell'inizio dei lavori sarà richiesta una fornitura elettrica di cantiere in BT. La potenza in prelievo dovrà essere tarata sulle specifiche esigenze, ad ogni modo è prevedibile che essa non sia inferiore a 25 kW. Il gruppo di misura potrà essere installato nell'area di cantiere, ovvero su una delle palificazioni ENEL BT esistenti nell'area, a seconda di quanto stabilirà il Distributore. Immediatamente a valle del gruppo di misura sarà installato un interruttore quadri-polare 4x100 A, su cui sarà attestato un cavo del tipo FG7OR con sezione 3x35+25mmq, per la connessione al Quadro di Cantiere.

Il Quadro di Cantiere (conforme alle Norma CEI17-13/4) del tipo ASC, avrà una sola unità di entrata (dal contatore) e diverse unità di uscita, realizzate con prese a spina monofase e trifase del tipo CEE.

In alternativa alla fornitura BT dalla rete (scelta comunque consigliata) si potrà utilizzare un Gruppo Elettrogeno di analoga potenza. È comunque consigliabile avere un Gruppo Elettrogeno ad integrazione della fornitura di rete.

Sarà poi realizzato un impianto di terra ("di cantiere") con dispersori verticali a picchetto (L=1,5 m) in acciaio zincato e conduttore di terra nudo o isolato di sezione non inferiore a 35mmq. L'utilizzo di un interruttore differenziale con $I_{d} < 1$ A assicurerà il rispetto della condizione (norma CEI 64-8):

$$R_E < 25 / I_{dn}$$

Qualora questa relazione non sarà verificata saranno collegati ulteriori dispersori intenzionali.

Gestione dei rifiuti in fase di cantiere

In relazione alla tipologia di lavorazioni e montaggi da realizzare si prevede che vengano prodotti i seguenti rifiuti:

1. Carta e cartoni (da imballaggi vari) – Codice CER 20.01.01
2. Materiali plastici (imballaggi e altro) – Codice CER 15.01.02
3. Cavi elettrici (sfridi da taglio cavi) – Codice CER 17.04.10
4. Materiali ferrosi (sfridi strutture di sostegno) – Codice CER 16.01.17
5. Frazione organica umida (piccole quantità da sala mensa) – Codice CER 20.01.08 e CER 20.02.01
6. Vetro (per rottura moduli fotovoltaici) - Codice CER 17.00.00
7. Moduli fotovoltaici e Apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso non contenenti sostanze pericolose (RAEE) – Codice CER 16.02.14

E' evidente dal codice CER che nessuno dei rifiuti è pericoloso (nessun codice è con asterisco).

La raccolta sarà organizzata con contenitori posizionati nella stessa area di cantiere. La dimensione dei contenitori sarà commisurata alla quantità e al volume dei rifiuti. In linea generale si prevede

1. N.1 Container scarrabile coperto per carta e cartone
2. N.1 Container scarrabile coperto per plastica
3. N.1 Container scarrabile per materiali ferrosi
4. N.1 Container scarrabile per RAEE
5. N.1 contenitore di piccole dimensioni per frazione umida organica
6. N. 1 contenitore di medie dimensioni per vetro
7. N. 1 contenitore di medie dimensioni per sfrido cavi elettrici

Sarà poi organizzata una raccolta periodica per ciascun tipo di rifiuto che sarà poi avviato in discarica autorizzata o in centro di recupero (ferro, plastica, vetro RAEE, cavi).

		
Scarrabile	Contenitore rifiuti medie dimensioni	Contenitore rifiuti piccole dimensioni

Nel caso in cui durante la costruzione ci siano degli sversamenti accidentali di materiali (p.e. olio di lubrificazione meccanica) sul piazzale dell'area di cantiere, la porzione di pietrame sarà immediatamente rimossa trasportata a rifiuto in discarica autorizzata per tali tipologia di rifiuto. Sarà infine ripristinato il tratto di piazzale, sempre con materiale di origine naturale (pietrame di diversa pezzatura e misto stabilizzato).

Polveri

Il sollevamento delle polveri in fase di cantiere potrà essere generato dal passaggio degli automezzi su strade non asfaltate, dai movimenti terra che si generano durante gli scavi delle trincee dei cavidotti

peraltro con accumulo di materiale sciolto in prossimità degli scavi stessi o più in generale nell'area di cantiere.

L'ubicazione dell'area di cantiere in aperta campagna limita il numero di ricettori sensibili (abitazioni, edifici produttivi), ad ogni modo come descritto nel Piano di Monitoraggio Ambientale (**elaborato R29_PianoMonitoraggioAmbientale_29_integraz**) sarà attuato uno specifico Piano di Monitoraggio, che avrà come obiettivo preliminare quello di individuare potenziali ricettori sensibili (edifici rurali) e la misura di parametri analitici (PTS, PM10, PM 2,5) ante operam e durante la costruzione.

E' evidente che la dispersione delle polveri in atmosfera dipende da una serie di fattori quali il vento, l'umidità dell'aria, le precipitazioni piovose. Ad ogni modo si può assumere con ragionevole certezza che gli effetti del sollevamento polveri in cantiere generato dal movimento degli automezzi su strade non asfaltate e dagli scavi possa risentirsi in un intorno di 100-120 m dal punto in cui si è originato. In relazione a questa assunzione verranno monitorati tutti gli edifici abitati presenti in un intorno di 100 m dall'area di cantiere o dalle strade (non asfaltate) utilizzate dai mezzi di cantiere. Come si evince dall'elaborato grafico allegato questi edifici sono complessivamente in numero di **XX**.

Fase di cantiere - Polveri

Durante le fasi di cantiere si prevede un possibile impatto sulla componente aria in termini di produzione di polveri e inquinanti, causato dall'impiego di mezzi e dalla movimentazione terre.

I mezzi impiegati per la movimentazione del materiale in cantiere potranno produrre, con le loro emissioni, microinquinanti in atmosfera che, essendo costituiti in prevalenza da particelle sedimentabili, saranno circoscritti alla zona di impianto e non raggiungeranno le zone abitate.

Le attività di scavo inoltre potranno provocare il sollevamento di polveri.

Aldilà dei valori limiti normativi e delle modalità di misurazione delle Polveri Totali Sospese (per i quali si rimanda al richiamato Piano di Monitoraggio Ambientale), evidenziamo che durante l'esecuzione dell'opera saranno attuate una serie di misure di mitigazione qualsiasi sia il risultato della misura, ovvero che questa evidenzi o meno i limiti previsti per legge dei tre parametri monitorati (PM2,5-PM10- PTS).

- Costante bagnatura delle strade non asfaltate, nel periodo estivo anche tre volte al giorno.
- Pulizia e bagnatura anche delle strade asfaltate percorse dai mezzi di cantiere limitrofe all'area di intervento.
- Realizzazione di stazioni di lavaggio delle ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento dei materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria.
- Copertura con teloni i materiali sciolti polverulenti trasportati
- Idonea limitazione della velocità dei mezzi su strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h)
- Bagnatura periodica o copertura con teli (nei periodi di inattività o nelle giornate di vento intenso) i cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere.
- Realizzazione di eventuali barriere protettive, di altezza idonea, intorno ai cumuli di terreno.

In ogni caso, tale impatto, data la scarsa entità dei mezzi coinvolti e delle operazioni di movimentazione terre, si può considerare di lieve entità, oltre che di breve durata e reversibile, il tutto, considerando anche che, durante il normale utilizzo delle aree agricole vi sono analoghe emissioni in atmosfera, sia di polveri che di gas di scarico, per effetto dei mezzi agricoli (aratri, fresatrici, sarchiatrici, ecc.) durante le attività di coltivazione delle aree.

Si prevede principalmente l'impiego di escavatori, pale gommate, autocarri; i materiali scavati potranno essere temporaneamente stoccati in apposite aree interne al cantiere oppure, immediatamente reimpiegati nel medesimo sito nelle operazioni di messa in sicurezza e bonifica.

Al fine di ridurre le emissioni in atmosfera verranno adottate le seguenti misure di mitigazione e prevenzione:

- I mezzi di cantiere saranno sottoposti, a cura di ciascun appaltatore, a regolare manutenzione come da libretto d'uso e manutenzione;
- Nel caso di carico e/o scarico di materiali o rifiuti, ogni autista limiterà le emissioni di gas di scarico degli automezzi, evitando di mantenere acceso il motore inutilmente;
- Manutenzioni periodiche e regolari delle apparecchiature contenenti gas ad effetto serra (impianti di condizionamento e refrigerazione delle baracche di cantiere), avvalendosi di personale abilitato

Nel seguito si riportano le valutazioni delle principali attività associate al cantiere che interesseranno la qualità dell'aria.

Stima emissioni polverulente

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.arpad.toscana.it/> per la quale saranno dettagliate le scelte effettuate ed argomentati i calcoli eseguiti.

L'analisi delle emissioni diffuse di polveri indotte per la preparazione dell'area e per il trasporto verso l'esterno delle terre in eccesso ha comportato l'individuazione delle diverse possibili sorgenti che generano un'emissione di questo tipo. Queste sono state raggruppate in tre macrocategorie di seguito indicate:

- scotico e sbancamento del materiale;
- erosione del vento dai cumuli;
- transito di mezzi su strade non asfaltate.

Per ognuna delle categorie individuate si è fatto riferimento a specifiche modalità di stima delle emissioni di polveri riportate nelle Linee Guida di riferimento che prevedono di effettuare il calcolo del quantitativo di polveri emesse secondo la seguente equazione generale:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \quad [1]$$

Dove:

E = emissione di polvere;

A = tasso di attività. Con questo, secondo i casi, si può indicare ad esempio il quantitativo di materiale movimentato o soggetto a caduta piuttosto che l'area esposta soggetta all'erosione del vento;

EF = fattore di emissione unitario;

ER = fattore di efficienza per la riduzione dell'emissione. Può includere ad esempio attività di bagnatura strade per evitare l'alzarsi della polvere.

Vengono di seguito elencate le metodologie di calcolo delle emissioni di PM10 suddivise sulla base delle diverse tipologie di attività.

Le attività di scavo previste in cantiere sono:

- Scavo trincee cavidotti interni BT
- Scavo trincee cavidotti interni MT
- Scavo cavidotto esterno da aree di impianto a SSE
- Scavo di sbancamento per strade perimetrali e interne aree impianto fotovoltaico

- Scavi di sbancamento cabine elettriche impianto fotovoltaico

Come si evince dal Piano di utilizzo il bilancio finale delle materie è il seguente

Destinazione dei materiali rinvenuti dagli scavi					
Tipologia materiale	Quantità (mc)	riutilizzo per rinterri	riutilizzo per miglioramenti fondiari	riutilizzo per fondazione stradale	discarica/centro recupero
<i>Terreno Vegetale</i>	10.844,77	1.748,76	9.096,01	0,00	0,00
<i>Sabbia/calcarenite</i>	14.615,22	9.609,98	0,00	5.005,24	0,00

In pratica sia il terreno vegetale che il materiale sabbioso/argilloso saranno completamente riutilizzati per rinterri e ripristini.

In pratica è previsto lo scavo di circa **25.400 mc** di terreno. Poiché le operazioni di scavo e di riempimento potranno anche non essere immediatamente consecutive, si ipotizza che i materiali destinati a miglioramenti fondiari (terreno vegetale) e quelli che saranno utilizzati per la realizzazione della fondazione stradale (sabbia/calcarenite), pari a circa 14.000 mc, saranno stoccati in apposite aree mentre, i restanti **11.400 mc** saranno immediatamente riutilizzati. Va precisato che i **14.000 mc non saranno mai stoccati tutti insieme**, poiché man mano che saranno generati nelle operazioni di scavo verranno provvisoriamente spostati in aree preposte per poi essere subito riutilizzati in sito. È stimato un periodo di 150 giorni per la realizzazione dei lavori in tale fase.

Fase 1 -Scavi

Lo scavo viene effettuato di norma con ruspa o escavatore. Tali attività producono delle emissioni polverulente. Nella tabella seguente si riportano i fattori di emissione relativi al trattamento del materiale superficiale, proposti dalla Linee Guida per determinate attività con il relativo codice SCC. Tali valori sono disponibili sul database FIRE1.

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 m ³ 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

Tab. A – fattori di emissione per il PM10 relativi alle operazioni di scavo

Le emissioni dovute a tali tipologie di attività vengono calcolate secondo la formula:

$$E_i(t) = \sum ADI_l(t) \cdot EF_{i,l,m}(t) \rightarrow [2]$$

dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- l = processo;
- m = controllo;
- t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);
- E_i rateo emissivo (kg/h) dell'i-esimo tipo di particolato;
- ADI = attività relativa all'l-esimo processo (ad es. kg materiale lavorato/ora);
- EF_{i, l, m} = fattore di emissione (kg/ton).

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- Durata = 150 giorni lavorativi;
- Volume da scoticare/scavare = 25.400 mc;
- Densità terreno = 1.700 kg/m³;
- Fattore emissivo = 0,0075 (kg/t);

Come riportato nella precedente Tabella a è stato utilizzato il fattore emissivo previsto per operazioni di scavo e carico su camion identificato dal codice SCC-3-05-010-37.

Per tale attività si prevede, nei periodi siccitosi, di realizzare una bagnatura dell'area interessata dalle operazioni di scavo con acqua ad intervalli periodici e regolari. Il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al Paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida. Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 96,7%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- Thr = 12 mezzi/h;
- I = 1 l/mq;

- t = 1 h trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato ed applicando la [2] si è ottenuto il valore totale di emissione di polveri indotta dalle attività di scotico e scavo per l'allestimento della postazione in oggetto; tale valore risulta pari a **3,6 g/h**.

Fase 2 –Erosione del vento da cumuli

Un cumulo di materiale aggregato, stoccato all'aperto, è soggetto all'azione erosiva del vento che può dare luogo, in tal modo, ad un'emissione di polvere. Le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile, la quale definisce il cosiddetto potenziale di erosione.

Poiché è stato riscontrato che il potenziale di erosione aumenta rapidamente con la velocità del vento, le emissioni di polveri risultano essere correlate alle raffiche di maggiore intensità. In ogni caso, qualsiasi crosta naturale-artificiale e/o attività di umidificazione della superficie dei cumuli è in grado di vincolare tale materia erodibile, riducendo così il potenziale di erosione.

La metodologia di stima prevista dalle Linee Guida per la valutazione delle emissioni diffuse dovute all'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio materiali all'aperto prevede di utilizzare l'emissione effettiva per unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il tasso emissivo orario si calcola secondo la seguente espressione:

$$E_i \text{ (kg/h)} = E_{Fi} \cdot a \cdot \text{movh} \quad [3]$$

Dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM 2.5)
- movh = numero di movimentazioni/ora
- a = superficie dell'area movimentata in mq
- E_{Fi} , l , m = fattore di emissione areali dell' i -esimo tipo di particolato (kg/mq)

Per il calcolo del fattore di emissione areale viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro, oltre ad ipotizzare, per semplicità, che la forma di un cumulo sia conica, a base circolare. Dai valori di altezza del cumulo (H in m), intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta, e dal diametro della base (D in m), si individua il fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato per ogni movimentazione. I fattori di emissione sono riportati nella seguente tabella.

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

Tab. b - Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- Durata = 150 giorni lavorativi;
- Volume da scaricare = 14.000 mc, corrispondente alla parte del materiale scavato destinato allo stoccaggio in attesa del riutilizzo;
- Densità terreno vegetale= 1.700 kg/mc;
- Portata camion = 30 t;
- Fattore emissivo = $5,0 \times 10^{-4}$ (kg/t); tale fattore emissivo, identificato dal codice SCC-3-05-010-42 e riportato nella precedente Tabella a, è relativo alle emissioni polverulente generate dallo scarico dei camion di materiale scavato.

Si specifica che l'emissione relativa allo scarico del materiale dal camion è stata raddoppiata al fine di considerare le emissioni polverulente indotte dalla movimentazione del materiale stesso dopo lo scarico durante le operazioni di sistemazione in rilevato.

Analogamente a quanto considerato per le attività di scotico e scavo, anche per la presente attività si prevede di realizzare, nei periodi siccitosi, una **bagnatura con acqua ad intervalli periodici e regolari** dell'area interessata dallo scarico di camion del materiale scavato e destinato a stoccaggio/riutilizzo all'interno del perimetro del piazzale. Il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al Paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida. Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 96,7%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- Thr = 12 mezz/h;
- I = 1 l/m²;
- t = 1 h trascorse tra una bagnatura e l'altra

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato per tale opera di mitigazione ed applicando la [3] si è ottenuto il valore di emissione di polveri indotta dallo scarico del materiale scavato per la messa a parco e dalla sua movimentazione; tale valore risulta pari a **0,91 g/h**

Fase 3: transito dei mezzi su strade non asfaltate (interne al cantiere)

Il transito di automezzi su strada può determinare un'emissione diffusa di polveri che è funzione del tipo di strada (asfaltata o non asfaltata). Per la stima delle emissioni diffuse dalle strade non asfaltate, le Linee Guida prevedono di applicare il modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpavedroads" dell'AP-42, di seguito riportato:

$$EF_i = k_i \left(\frac{s}{12} \right)^{a_i} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{b_i} \quad [4] \text{⊗}$$

Dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);
- W = peso medio del veicolo;
- EF = Fattore di emissione della strada non asfaltata (g/km);
- K_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

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

Tab. c - Valori dei coefficienti K_i, a_i, b_i al variare del tipo di particolato

Il peso medio dell'automezzo W deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico.

Per il calcolo dell'emissione finale, E_i , si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/ora), 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. L'espressione finale sarà quindi:

$$E_i = EF_i \times kmh \quad [5]$$

Dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- kmh = percorso di ciascun mezzo nell'unità di tempo(km/h).

Nelle Linee Guida si specifica che l'espressione [4] è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1,8% ed il 25,2%. Tuttavia, poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche suggeriscono di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%.

Il materiale scavato nell'area, pari a circa 25.400 mc, dopo lo scavo una quota parte pari a circa 11.400 mc verrà immediatamente reimpiegato per rinterri, i restanti 14.000 mc saranno stoccati nell'area di cantiere per riutilizzi in tempi successivi.

La stima delle emissioni polverulente generate da tale attività è stata effettuata utilizzando i seguenti valori/assunzioni:

- durata = 150 giorni lavorativi;
- Volume da movimentare = 14.000 mc;
- Densità terreno vegetale = 1.700 kg/mc;
- Portata camion = 30 t;
- Numero di transiti all'ora = 12 mezzi/h;
- $K_i, a_i, b_i = 0,423, 0,9$ e $0,45$; tali coefficienti sono quelli proposti dalle Linee Guida per il PM10 e riportati nella Tabella c;
- $s = 17\%$; la percentuale scelta è un valore medio tra quelle suggerite dalle Linee Guida (comprese nell'intervallo tra 12% e 22%) in mancanza di informazioni specifiche;
- $W = 25$ t; tale parametro è stato stimato considerando il peso medio tra la condizione a pieno carico e quella a vuoto nella considerazione che in tale fase nella movimentazione vi sia un percorso di arrivo a vuoto ed un percorso di partenza con carico o viceversa;
- $L = 400$ m; tale distanza corrisponde alla lunghezza stimata del tratto percorso da ciascun camion all'interno del cantiere (comprensivo di andata e ritorno).

Anche per la presente attività si prevede di realizzare, nei periodi siccitosi, una bagnatura dell'area interessata dalla movimentazione dei mezzi di trasporto del materiale di scavo con acqua ad intervalli periodici e regolari.

Per l'attività di trasporto del materiale scavato all'interno dell'area di cantiere il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al Paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida. Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 98,4%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- $Thr = 12$ mezzi/h;
- $l = 2$ l/m²;
- $t = 1$ h trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato ed applicando la [4] e la [5] si è ottenuto il valore di emissione di polveri totale indotto dal transito dei mezzi per il trasporto della totalità del materiale scavato all'interno dell'area di cantiere; tale valore risulta pari a **1,65 g/h**.

Determinazione dell'emissione totale

Per la determinazione dell'emissione totale di PM10 durante le varie operazioni di scavo, movimentazione e stoccaggio dei materiali, comprensiva del trasporto verso l'interno delle terre in eccesso, sono stati sommati i contributi emissivi relativi ad ogni attività potenzialmente generatrice di emissioni polverulente.

Nella tabella seguente si riportano in forma sinottica le attività considerate. Nella colonna di destra si riporta il contributo emissivo totale indotto dalla realizzazione delle operazioni di cantiere.

ATTIVITA'	Emissione singola attività [g/h]	Emissione globale macro fase [g/h]	Durata (giorni)
Scavi	3,6		

Transito mezzi su strade non asfaltate aree di cantiere	0,91		
Erosione del vento	1,65		
	6,17	6,17	150

Sulla base della tipologia ed organizzazione delle attività previste, le emissioni diffuse di polveri (PM10) indotte dalle attività di cantiere non generano interferenze significative sulle aree circostanti e pertanto, non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 previsti per legge.

Fase di cantiere - Emissioni da gas di scarico dei mezzi meccanici di cantiere

Nella fase cantieristica si prevede l'impiego di escavatori, pale gommate, autocarri ed altri mezzi. In particolare, ai fini della quantificazione delle emissioni in fase di cantiere, sono stati considerati:

- i motori dei mezzi di lavoro (emissione di CO, NOx, SOV, polveri);
- il movimento di terra (sollevamento polveri);
- il moto dei mezzi di lavoro (sollevamento polveri) – Metodologia AP-42 della US-EPA (capitolo Unpaved Roads);
- Il movimento di terra durante le fasi di scavo (sollevamento polveri) – metodologia AP-42 della USEPA (capitolo Western surface coal mining);
- l'erosione del vento (sollevamento polveri) – metodologia AP-42 (capitolo Industrial wind erosion).

L'emissione di SO₂ è da ritenersi assolutamente trascurabile dal momento che i fattori di emissione generalmente utilizzati per il calcolo delle emissioni dei mezzi di costruzione si basano su valori caratteristici di combustibili a basso contenuto di zolfo (i fattori di emissione utilizzati per il calcolo delle emissioni di NOx sono generalmente di due ordini di grandezza superiori rispetto a quelli caratterizzanti le emissioni di SO₂). Di seguito è riportato il dettaglio per la stima dei suddetti contributi.

Emissioni dai motori dei mezzi di costruzione

Al fine di valutare le emissioni indotte dai motori dei mezzi di lavoro, la fase di cantiere è stata suddivisa in macrofasi di lavoro che si alterneranno durante l'effettiva durata delle attività di costruzione. Per quanto riguarda le attività di costruzione dello stabilimento nautico, sono state considerate tre macrofasi di lavoro con associato un determinato tipo di strumentazione:

- Movimento terra o lavori civili,
- Opere Meccaniche,
- Opere elettrico-strumentali.

Per ogni macrofase di lavoro è stato considerato il funzionamento simultaneo di un determinato numero e tipologia di mezzi di lavoro. Nelle seguenti tabelle vengono riportati, per ogni macrofase, la tipologia di mezzi di cantiere, il numero di tali mezzi e il numero di ore giornaliere di impiego di ogni singolo mezzo. Applicando i fattori di emissione SCAB Fleet Average Emission Factors dei mezzi di costruzione relativi all'anno 2016, tenendo conto del numero di mezzi impiegati e del numero di ore di lavoro giornaliere di ciascuno di essi, si ottengono le emissioni giornaliere in kg/giorno riportate in Tabella 1. Tali emissioni sono state calcolate considerando il numero di ore di utilizzo di ciascun mezzo e si riferiscono al totale per tipologia di mezzo. Il numero di ore di funzionamento e il numero di mezzi è stato opportunamente valutato in modo da rappresentare uno scenario emissivo realistico. Per facilità di calcolo sono state individuate tre macroaree rappresentative dell'intero cantiere.

SCAVI, MOVIMENTO MATERIALI, LAVORI EDILI						
Tipologia di mezzo	N./g	Ore/g	SOV (kg/g)	CO (kg/g)	NOx (kg/g)	PM (kg/g)
Escavatori	3	6	0.807	4.256	5.391	0.271
Pale caricatori gommate	1	2	0.055	0.335	0.369	0.023
Autocarri ribaltabili	2	4	0.034	0.114	0.213	0.009
Terna escavatore	1	5	0.138	0.837	0.923	0.059
Rullo compattatore	1	2	0.072	0.358	0.478	0.032
Pompe calcestruzzo	1	2	0.051	0.253	0.347	0.022
Autobetoniera	1	2	0.008	0.029	0.053	0.002
Gru	1	3	0.155	0.580	1.277	0.053
Fork lift 2 t	1	3	0.058	0.298	0.383	0.019
Generatore 20 kW	1	2	0.022	0.074	0.136	0.007
Compressore aria	2	3	0.192	0.873	1.287	0.087
Dumper	1	3	0.013	0.043	0.080	0.003
Piastra vibrante	1	4	0.009	0.048	0.057	0.002
TOTALE (kg/g)			1.613	8.095	10.996	0.020

OPERE IMPIANTISTICHE						
Tipologia di mezzo	N.	Ore	SOV (kg/g)	CO (kg/g)	NOx (kg/g)	PM (kg/g)
Gru	3	4	0.619	2.321	5.109	0.211
Paywelder	3	5	1.763	6.691	14.214	0.584
Motosaldatrici	4	5	0.438	1.769	1.972	0.153
Autocarro	2	6	0.050	0.171	0.320	0.013
Compressori	1	2	0.064	0.582	0.858	0.058
Impianto di sabbiatura	1	2	0.115	0.429	0.918	0.039
Impianto di controlli CND	1	0	0.000	0.000	0.000	0.000
Pompe alta pressione	1	1	0.025	0.126	0.174	0.011
Pompe di riempimento	1	1	0.025	0.126	0.174	0.011
TOTALE (kg/g)			3.100	12.216	23.739	1.079

OPERE ELETTRICO-STRUMENTALI						
Tipologia di mezzo	N.	Ore	SOV	CO	NOx	PM
			(kg/g)	(kg/g)	(kg/g)	(kg/g)
Gru	1	3	0.0830	0.5020	0.5538	0.0351
Paywelder	1	3	0.0126	0.0428	0.0799	0.0032
TOTALE (kg/g)			0.096	0.545	0.634	0.038

Ricapitolando:

Attività	SOV	CO	NOx	PM
	[kg/g]	[Kg/g]	[Kg/g]	[Kg/g]
Movimento terra - lavori civili	1.613	8.095	10.996	0.020
Opere impiantistiche	3.100	12.216	23.739	1.079
Opere elettrico - strumentali	0.096	0.545	0.634	0.038
TOTALI	4.809	20.856	35.369	1.137

Nella fase di esercizio la movimentazione di mezzi è veramente limitata, si può limitare ad un automezzo leggero che effettua una volta al giorno per 5 giorni alla settimana una ricognizione lungo le piste perimetrali dell'impianto. Pertanto non si ritiene che abbia senso parlare di emissioni di polveri o gas di scarico di automezzi in atmosfera.

D'altra parte però la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica evita emissioni di gas con effetto serra in atmosfera rispetto ad una situazione in cui la stessa quantità di energia sia prodotta con fonti combustibili tradizionali.

Sulla base del mix di produzione energetica nazionale italiana, ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) in uno studio del 2020, valuta che la sostituzione di un kWh prodotto da fonti fossili con uno prodotto da fonti rinnovabili consente di evitare l'emissione di **289,9 g CO2**. Tale valore tiene anche in conto il fatto che sebbene nella fase di esercizio le fonti rinnovabili non producano emissioni nocive, nella fase di costruzione dei componenti di impianto (p.e. moduli fotovoltaici), si genera una pur piccola quantità di emissioni di gas nocivi con effetto serra.

Tabella 4.9 – Fattore di emissione di gas serra del settore elettrico per la produzione di elettricità (g CO_{2eq} / kWh) nei principali Paesi europei e in EU28. Dati in ordine decrescente del valore del 2018.

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
EU28	474,5	435,0	398,3	386,0	341,6	312,3	294,6	289,3	273,4
Polonia	822,3	788,3	768,2	742,3	716,2	666,3	651,0	641,4	639,9
Germania	640,3	606,1	535,7	499,8	468,5	449,1	445,7	413,2	398,6
Italia	575,9	546,9	497,8	477,7	391,0	324,6	311,9	307,7	289,9
Spagna	438,8	468,5	444,2	407,2	239,8	304,3	258,9	303,1	271,6
Regno Unito	690,5	560,6	485,5	507,4	468,0	378,6	297,3	264,5	248,6
Francia	111,3	75,4	76,5	80,0	76,5	55,1	60,1	68,4	52,1
Svezia	12,0	23,5	22,9	23,4	34,1	17,4	19,1	19,5	20,6

Fonte: fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali paesi europei – ISRA 2020 – Documento 317/2020

L'impianto di progetto ha una potenza installata di 30.884,40 kWp e una produzione annua netta attesa di circa 1.902 kWh/kWp.

In pratica, la produzione annua si attesta su circa:

58.767.000 kWh

Con mancata emissione annua di CO₂ pari a:

58.767.000 kWh x 0,2899 kg = 17.036 ton/anno

Fase di dismissione

Le lavorazioni nella fase di dismissione per quanto attiene agli scavi sono molto simili a quelle di costruzione dell'impianto, pertanto i dati calcolati per la fase di cantiere si possono ritenere sostanzialmente validi anche per la fase di dismissione dell'impianto.

Rumore

Si rimanda al **paragrafo 8** della Relazione Previsionale di Impatto Acustico elaborato di progetto R26_StudioImpattoAcustico_26, redatta da Tecnico Competente in Acustica (Elenco Nominativo Nazionale n. RER/00246 – Ing. Fabio De Masi).

Ripristino area di cantiere

L'area di cantiere, alla fine dei lavori, sarà completamente smantellata e saranno ripristinate le condizioni ex-ante. Il ripristino avverrà secondo le seguenti modalità:

1. Rimozione del materiale apportato per la realizzazione del piazzale e suo trasporto a rifiuto (codice CER 17.05.04 – terre e rocce da scavo)
2. Riporto del terreno vegetale proveniente dallo scotico e opportunamente stoccato nell'ambito della stessa area di cantiere
3. Ripristino dell'andamento piano altimetrico pre esistente
4. Idonea preparazione del terreno per l'attecchimento.

Il ripristino prevede ovviamente lo smantellamento del pozzo nero e ripristino della buca di interrimento, rimozione di tutti i moduli prefabbricati, rimozione della recinzione dell'area.

Individuazione edifici potenzialmente sensibili alle polveri nella fascia di 100 m dalle strade non asfaltate – Area Ovest e Centrale di Progetto

Individuazione edifici potenzialmente sensibili alle polveri nella fascia di 100 m dalle strade non asfaltate – Area Est di Progetto