



Progetto: **Progetto «Mirabella»**
Impianto fotovoltaico per una potenza nominale di 120 MW ed una potenza in immissione di 96 MW.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Procedura: **Valutazione di impatto ambientale ex art. 23, 24 e 25 Dlgs 152/2006**

Ubicazione: **Piazza Armerina (EN), Mirabella Imbaccari (CT), Caltagirone (CT), San Michele di Ganzaria (CT) - SICILIA**

Committente:  **IBVI 12 s.r.l.**
Viale Amedeo Duca D'Aosta, n. 76
39100 Bolzano(BZ)
ibvi12srl@pec.it

Titolo:
Piano di cantierizzazione e ricadute occupazionali

Codice elaborato: **FVMIR-CT-REL020A0** Formato: **UNI A4**

N. elaborato: **Q.1** Scala:

Visti/ Firme /Timbri: **Ing. Maurizio Moscoloni**



Revisioni

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato da:	Controllato da:	Approvato da:
12.04.2024	0	1° Emissione	Ing. Maurizio Moscoloni	Renovabile s.r.l.	IBVI 12 s.r.l.



INDICE

1. Premessa	2
2. Il Sito di Impianto	2
3. Relazione sulle operazioni di cantierizzazione dell'impianto	5
3.1 Pianificazione generale del processo di cantierizzazione	5
3.2 Descrizione dei programmi di cantiere per il campo fotovoltaico	7
3.3 Sistemazione delle aree di intervento e strutture di cantiere	9
3.4 Smaltimento di rifiuti in fase di cantiere	9
3.5 Emissioni in atmosfera in fase di cantiere	10
3.5.1 Premessa	10
3.5.2 Cantiere fisso	12
3.5.3 Cantiere operativo	12
3.6 Impatto Acustico di Cantiere	23
3.6.1 Gli effetti sulla salute umana	24
3.6.2 Classificazione acustica del sito	27
3.6.3 Caratterizzazione del cantiere in relazione alle macchine utilizzate	28
3.6.4 Caratterizzazione acustica dell'area e ricettori utilizzati	31
3.6.5 Emissione sonora del cantiere	31
3.6.5.1 Realizzazione parco fotovoltaico	33
3.6.5.1 Realizzazione cavidotto	35
3.6.6 Conclusioni	36
3.7 Valutazioni finali sugli impatti durante la fase di cantiere	37
4. Cronoprogramma dei lavori	40
5. Ricaduta Occupazionale	41



1. Premessa

La società IBVI 12 S.R.L., in ottemperanza a quanto previsto dell'art. 27-bis del D.Lgs. 152 del 2006, intende attivare la procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale nell'ambito del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico della potenza nominale quantificabile in 120 MWp, e potenza di immissione di 95 MW, la cui ubicazione ricade nei Comuni di Caltagirone, San Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari in provincia di Catania e nel Comune di Piazza Armerina in provincia di Enna nelle località "Stagno, Molino della Gatta, Poggio Vignazza, Poggio Bianco".

L'impianto sarà suddiviso in 2 campi, denominati "A" e "B", interconnessi da una rete elettrica a AT 36kV e collegati alla cabina principale dell'impianto AT SSEU (stazione elettrica di impianto 36Kv) posta in posizione baricentrica ai due campi e collegata ad una nuova stazione elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN, da inserire in doppio entra - esce alle linee RTN a 150 kV "S.Cono - Caltagirone 2" e "Barrafranca - Caltagirone", di cui al Piano di Sviluppo Terna, attraverso un elettrodotto Interrato AT della lunghezza di circa NN Km.

La presente relazione riguarda il piano di cantierizzazione e ricadute occupazionali del Parco Fotovoltaico.

2. Il Sito di Impianto

L'area di sedime su cui sorgerà l'impianto ricade all'interno dei territori comunali di Caltagirone, San Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari in provincia di Catania e nel territorio comunale di Piazza Armerina in provincia di Enna a circa 2,4 Km in direzione Nord dal centro abitato di Mirabella Imbaccari, a circa 9,8 Km in direzione Nord-Ovest dal Centro abitato di Piazza Armerina, a circa 4,5 Km in direzione e Est dal centro abitato di San Cono, a 10,2Km in direzione Sud-Est dal centro abitato di Caltagirone e a 2,2 km in direzione Sud-Ovest dal centro abitato di San Michele di Ganzaria, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali. Le opere di connessione tra le quali la SSEU da 150 kV/30 kV ricade nel territorio del comune di Caltagirone in provincia di Catania mentre l'elettrodotto di connessione si sviluppa per circa 17,52 km e ricade nei territori di Mineo e Caltagirone in provincia di Catania.



Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, e rurale che si collega con la viabilità statale costituita dalla A19 Palermo – Catania, la SS 117bis, SS 124 e dalla viabilità provinciale costituita dalla SP 37, SP 65, SP 216.

Nella cartografia del Catasto Terreni il sito, composto da area di impianto e aree destinate alla forestazione, è ricompreso nei Fogli nn° 253, 254, 255, 258, 278, 280, 281, 284, 289, 290, 291 del Comune di Piazza Armerina (EN); nei Fogli nn° 1 e 3 del Comune di San Michele di Ganzaria (CT); nel Foglio n° 1 del Comune di Caltagirone (CT); nei Fogli nn° 9 e 10 del Comune di Mirabella Imbaccari (CT); le opere di connessione (cabine di campo e cabina generale d'impianto) sono invece ricomprese nei fogli nn° 259, 278, 280, 281, 282, 291 del Comune di Piazza Armerina (EN); nel foglio n° 1 del Comune di Caltagirone (CT); nei fogli nn° 1, 3, 4 del Comune di San Michele di Ganzaria (CT); nel foglio n° 9 del Comune di Mirabella Imbaccari (CT).

Il nuovo impianto fotovoltaico insisterà, così come accennato precedentemente, su dei lotti di terreno ricadenti all'interno dei territori comunali di Piazza Armerina nella provincia di Enna e di Mirabella Imbaccari, San Michele in Ganzaria e Caltagirone in provincia di Catania, nelle località "Stagno, Molino della Gatta, Poggio Vignazza e Poggio Bianco".



Figura 1 Localizzazione su immagine satellitare

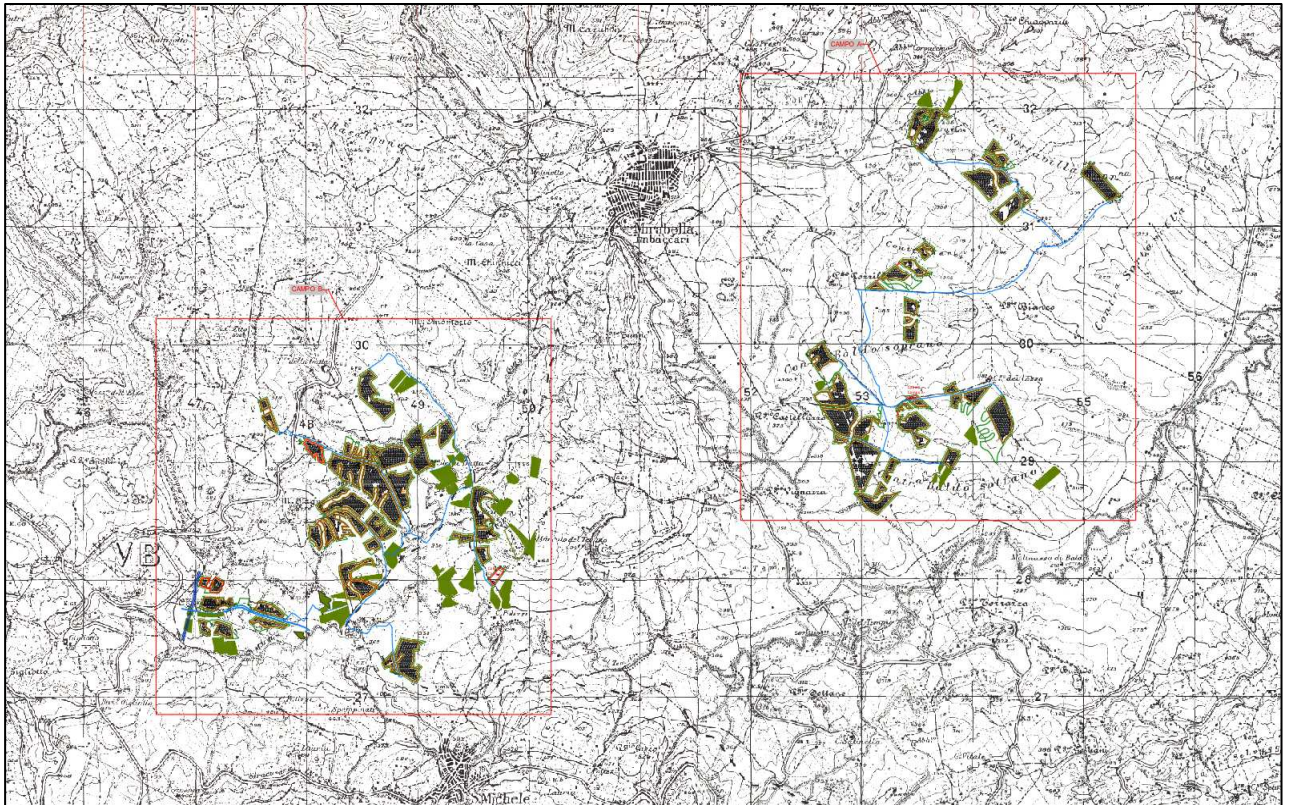


Figura 2 Inquadramento impianto su base IGM 1:25.000

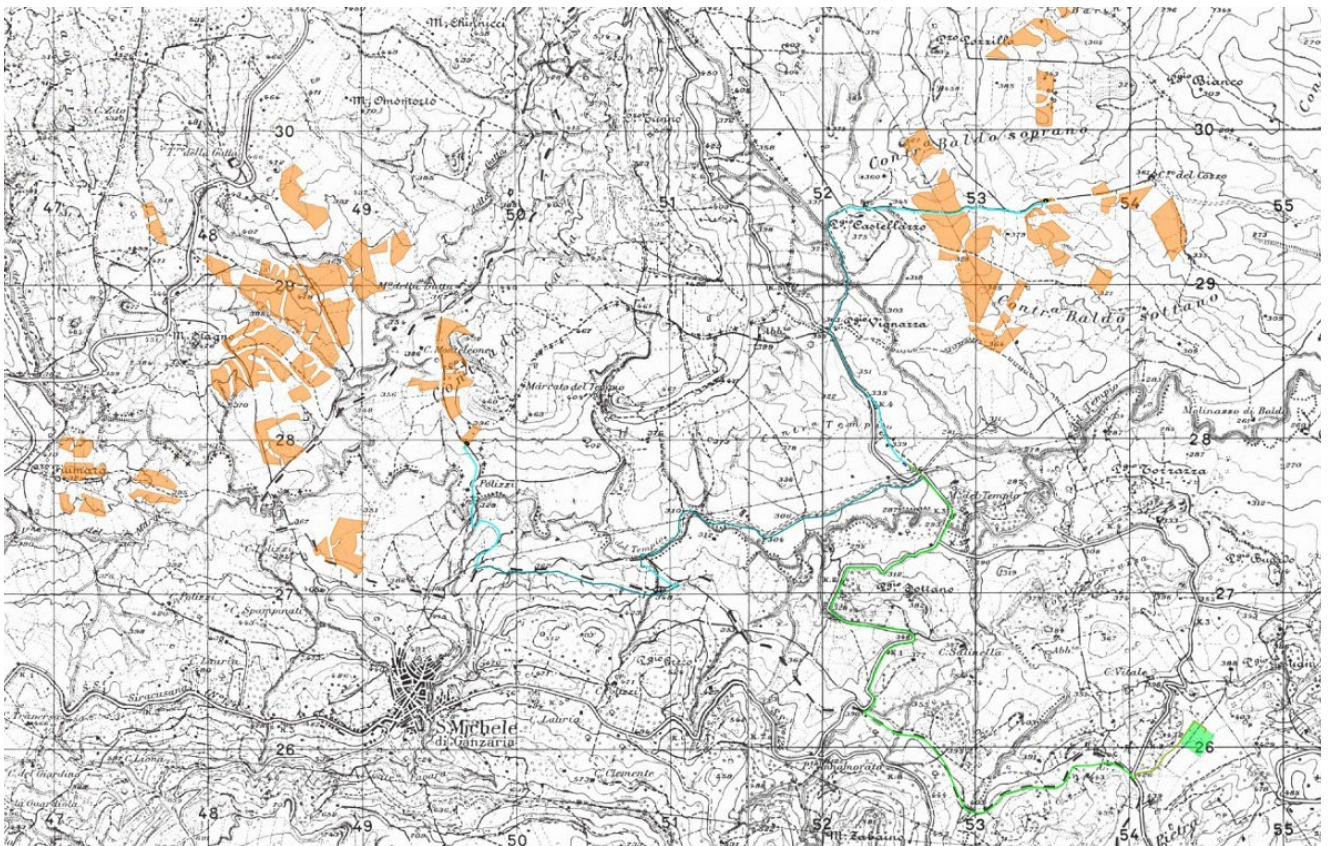


Figura 3 Inquadramento SE (RTN) su base IGM 1:25.000



Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto ricadono all'interno delle seguenti cartografie:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "272I-NE (MIRABELA IMBACCARI)", "273IV-NO (MONTE FRASCA)".
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli nn° 632150, 632160, 639030, 639040, 639070, 639080, 640050.

Di seguito si riportano le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dell'impianto fotovoltaico e della sottostazione elettrica:

SISTEMA UTM 33 WGS84 – COORDINATE ASSOLUTE			
Posizione	E	N	H
Impianto Fv - Campo A (baricentro area)	37.315937°	14.469630°	433m
Impianto Fv - Campo B (baricentro area)	37.299990°	14.418411°	377m
Cabina di raccolta AT	37.294254°	14.463750°	322 m
SSE (RTN)	37.277862°	14.484686°	410 m

Tabella 1 Coordinate assolute parco FV e SSE

3. Relazione sulle operazioni di cantierizzazione dell'impianto

3.1 Pianificazione generale del processo di cantierizzazione

Il processo di cantierizzazione è stato pianificato in relazione sia alla localizzazione dell'intervento ed alla viabilità in esame, che alla necessità di rispettare le tempistiche realizzative degli interventi di costruzione del progetto, in modo tale da ottimizzare le percorrenze dei mezzi operativi e delle maestranze; tale aspetto, da ritenersi prioritario anche in termini ambientali, ha determinato l'individuazione di uno specifico ambito di cantiere e la suddivisione del processo principale di cantierizzazione nei comparti previsti dal progetto.

Al fine di ottimizzare i processi lavorativi è stata prevista un'area di cantiere per ogni campo. All'interno dei quali sono saranno allestiti i campi operativi. Si è previsto un campo base dove installare i baraccamenti, gli uffici, il parcheggio e i servizi comuni.

Le aree di cantiere sono ubicate:

- Per il campo fotovoltaico: in prossimità dell'accesso alle aree di campo, allo scopo di essere meno interferente possibile con i lavori di realizzazione del campo stesso;
- Per la stazione di smistamento: all'interno della stessa;
- Per l'elettrodotto MT di collegamento lungo il percorso.



Verosimilmente, infatti, i lavori inizieranno con la realizzazione delle strade di accesso ai campi fotovoltaici che alla stazione di trasformazione, in tale fase verranno poste anche le polifere per i cavi AT sia all'interno del campo fotovoltaico che in prossimità dell'ingresso alla zona di trasformazione.

Successivamente si avvierà la preparazione della posa recinzione per la delimitazione dell'area dedicata al fotovoltaico e parallelamente sarà allestito il cantiere per la realizzazione delle opere relative alla stazione di trasformazione.

La posa dei pannelli inizierà lato nord e scenderà fino a raggiungere la totale dell'estensione. I lavori di realizzazione della stazione di trasformazione proseguiranno in parallelo a quelli del campo fotovoltaico.

La realizzazione dello stallo e le sbarre a 150 kV della stazione di trasformazione si svolgeranno nelle fasi finali di completamento del parco fotovoltaico.

Nell'area di cantiere, specificatamente nel campo base, trovano posto anche le attività logistiche, di controllo e coordinamento necessarie. In particolare, vi trovano collocazione gli uffici tecnici dell'impresa esecutrice delle opere e gli uffici della Direzione Lavori.

Il posizionamento dei locali di servizio va definito in modo da dare un assetto ordinato e compatto, collegando tutti i servizi con un'adeguata viabilità e dimensionando il numero di parcheggi in base al numero di addetti previsti.

L'area di cantiere e le aree operative verranno dotate di un'adeguata recinzione con rete a maglie strette, di altezza pari ad almeno 1.80 m, con relativa segnaletica di sicurezza.

Gli accessi saranno dotati di cancelli mobili con chiusura a lucchetto. I cancelli saranno tenuti aperti durante le ore diurne negli orari di lavoro e chiusi durante le ore notturne o nei giorni non lavorativi; negli orari di apertura saranno sorvegliati da un addetto preposto al controllo dell'accesso dei mezzi: l'accesso sarà infatti consentito ai soli addetti ai lavori ed al personale autorizzato.

Durante le ore notturne, i giorni festivi o di sospensione, l'impresa sarà tenuta al servizio di vigilanza delle aree, che sarà effettuato con proprio personale o con guardie giurate.

Gli edifici a servizio dei cantieri sono per lo più costruzioni rimovibili, realizzate con l'impiego di elementi modulari a pannelli metallici coibentati.

In tal senso si distinguono due tipologie di prefabbricati:

- monoblocchi prefabbricati di piccole e medie dimensioni; rientrano in questa categoria le strutture ad uso spogliatoio, magazzino o servizi igienici aventi una larghezza pari a 2.40 m. Queste strutture risultano facilmente trasportabili e non necessitano di particolari strutture di appoggio a terra; una volta poste in opera occorre unicamente eseguire gli eventuali allacci alle reti impiantistiche. Gli allestimenti interni commercialmente reperibili sono i più disparati e coprono tutte le possibili esigenze di cantiere; risulta possibile anche accostare e connettere funzionalmente più elementi prefabbricati.



- prefabbricati componibili di grandi dimensioni; rientrano in questa categoria gli uffici del cantiere logistico. Queste strutture richiedono un modesto basamento a platea o a plinti in calcestruzzo, su cui vengono poggiati gli elementi portanti verticali; sugli elementi verticali vengono assemblati, mediante nodi standardizzati, gli elementi di pannello costituenti le pareti o gli orizzontamenti. I blocchi destinati ai servizi igienici sono interamente prefabbricati e vengono direttamente connessi agli elementi componibili.

3.2 Descrizione dei programmi di cantiere per il campo fotovoltaico

I cantieri in oggetto dureranno circa 24 mesi lavorativi e continuativi a partire dalla data di inizio lavori.

I criteri generali adottati per il dimensionamento e l'individuazione delle aree di cantiere sono stati definiti in relazione ai seguenti fattori:

- produttività giornaliera, che deriva dal programma dei lavori, per poter definire il numero di addetti e la consistenza delle attrezzature. Dall'analisi emerge la necessità di un numero medio di addetti pari a circa 120 unità;
- fabbisogno di superficie necessaria ad ospitare in modo funzionale le attrezzature e le maestranze definite e i materiali in stoccaggio;
- individuazione di ubicazioni baricentriche rispetto agli interventi in modo da ottimizzare gli spostamenti e le fasi di intervento;
- facile accessibilità dalla viabilità esistente;
- presenza di ricettori esterni che possono subire interferenze con le attività previste in questa fase.

Non è prevista, inoltre, l'installazione di impianti particolari quali: impianti mobili per il confezionamento del calcestruzzo o dei bitumi, né strutture di cantiere adibite ad uso mensa e/o dormitorio per le maestranze.

I cantieri saranno, ove possibile, contestuali.

In sintesi, cronologica il programma lavori prevede lo svolgimento delle seguenti attività per il campo fotovoltaico:

- allestimento cantiere;
- realizzazione della carraia di accesso e posa polifere;
- preparazione del terreno;
- posa recinzione;
- illuminazione perimetrale e sistemi di allarme;
- Realizzazioni fondazioni cabine e posa polifere di campo;



- Preparazione terreno;
- Tracciamento;
- Posa profili in alluminio;
- Selezione moduli fotovoltaici;
- Posa e cablaggio pannelli fv;
- Montaggio elettrico;
- Allestimento cabine;
- De cantierizzazione;

In sintesi cronologica, il programma lavori prevede lo svolgimento delle seguenti attività per la stazione di trasformazione:

- allestimento cantiere;
- realizzazione della carraia di accesso e posa polifere;
- preparazione del terreno;
- posa recinzione;
- Illuminazione perimetrale e sistemi di allarme
- Realizzazioni fondazioni;
- Realizzazione strutture;
- Montaggio elettrico;
- De cantierizzazione.

In sintesi cronologica, il programma lavori prevede lo svolgimento delle seguenti attività per la realizzazione del cavidotto:

- Scavo in strada bianca o asfaltata, o posa tramite trivellata orizzontale controllata per l'attraversamento in sub alveo dei corpi idrici;
- Posa cavi;
- Reinterro e ripristino pavimentazione;

Queste tre fasi saranno effettuate di 500 m in 500 m per limitare al massimo il fronte del cantiere;

Alcune fasi di cantierizzazione potranno essere contemporanee.

Per quanto riguarda le opere relative alla stazione di smistamento, i lavori riguarderanno principalmente opere ordinarie fondazione, piccole opere cementizie e montaggi elettromeccanici che saranno eseguiti in conformità agli standard TERNA e da ditte qualificate TERNA. Tali opere si ritengono non significative da un punto di vista ambientale.



3.3 Sistemazione delle aree di intervento e strutture di cantiere

Secondo la tipologia degli interventi da realizzare e la durata dell'intervento, il progetto ha considerato le necessità di aree di supporto dedicate a strutture temporanee di ricovero di personale ed attrezzature di imprese appaltatrici per i lavori di montaggio in campo. A ciascuna impresa appaltatrice sarà concessa temporaneamente una superficie proporzionale al proprio impiego di mezzi e manodopera attrezzata con i servizi necessari sia per le alimentazioni di energie e fluidi di servizio (acque, aria compressa) sia per i servizi al personale; ciascuna impresa appaltatrice attrezzerà l'area assegnata secondo un capitolato generale di appalto che richiami il rispetto delle norme di legge in materia di sicurezza del lavoro e protezione dell'ambiente.

3.4 Smaltimento di rifiuti in fase di cantiere

I rifiuti prodotti saranno esclusivamente derivanti dalla tipologia di lavorazione, in particolare potranno essere prodotti:

- stracci per le operazioni manutenzione e pulizia,
- pallets in legno e polietilene termoretraibile da imballaggio;
- imballi in plastica e legno legati al materiale elettrico
- sacchi di carta legati a materiale cementizio, per le fondazioni delle cabine
- piccole parti di plastica quale scarto delle operazioni di lavorazione elettriche (scarti di fili elettrici, fascette ecc..)
- scarti di ferro e alluminio derivanti dalle attività di montaggio dei pannelli sulle strutture.

I rifiuti prodotti nel cantiere durante la lavorazione dovranno essere raccolti in depositi temporanei secondo le modalità previste dalla normativa vigente. All'interno dell'area di cantiere può essere eventualmente prevista la localizzazione di un'isola ecologica per la raccolta differenziata dei rifiuti, al fine di ridurre il quantitativo destinato allo smaltimento in discarica.

Si precisa che non sono previste attività che comportano la produzione e/o il trattamento di materiali inquinanti; nello specifico si osserva che all'interno dell'area di cantierizzazione sono state principalmente individuate attività riconducibili al tipo:

- direzionali logistiche (uffici tecnici);
- officina ed assistenza meccanica.



Sarà obbligo dell'impresa esecutrice curare il corretto smaltimento dei rifiuti solidi urbani prodotti durante le lavorazioni secondo le modalità previste dalla normativa vigente.

Durante la realizzazione dell'opera non è prevista la generazione di grandi e diverse tipologie di reflui, se non quelli derivanti esclusivamente dai servizi igienici dedicate al personale, per cui è prevista l'installazione di servizi igienici del tipo chimico che non configurano quindi alcuno scarico.

3.5 Emissioni in atmosfera in fase di cantiere

3.5.1 Premessa

Le emissioni in atmosfera associate all'attività di cantiere possono essere ricondotte essenzialmente a due tipologie emissive, ovvero da processi di lavoro e dagli scarichi delle macchine operatrici.

Le prime sono legate principalmente alla formazione ed al risollevarsi di polveri a seguito delle movimentazioni meccaniche, mentre le seconde sono determinate da processi di combustione e di abrasione nei motori (diesel, benzina, gas).

Le principali sostanze emesse in questo caso sono: PTS, PM₁₀, NO_x, COV, CO e CO₂.

In Tabella E-1 è riportata, in riferimento alle attività sopra descritte, l'incidenza di tali inquinanti atmosferici per alcune lavorazioni tipiche associate alla costruzione di infrastrutture viarie.

Tipologia di lavorazione	Emissioni non di motori		Emissioni da motori
	Polveri	COV, gas	NO ₂ ...
Installazioni generali di cantiere: segnatamente infrastrutture viarie	A	B	M
Demolizioni, smantellamento e rimozioni	A	B	M
Scavo generale	A	B	A
Opere idrauliche, sistemazione di corsi d'acqua	A	B	A
Strati di fondazione ed estrazione di materiale	A	B	A
Pavimentazioni	M	A	A
Calcestruzzo gettato in opera	B	B	M
Lavori sotterranei: scavi	A	M	A
Lavori di finitura per tracciati, segnatamente demarcazioni di superfici del traffico	B	A	B
Opere in calcestruzzo semplice e calcestruzzo armato (cfr. calcestruzzo gettato in opera in costruzioni a (o sotto il) livello del suolo)	B	B	M
Ripristino e protezione di strutture in calcestruzzo, carotaggio e lavori di fresatura	A	B	B

Legenda: A: alta, M: media, B: bassa

Tabella E-1 - Tipologia di inquinamento atmosferico associato ad alcune lavorazioni

In generale, le fasi di lavorazione potenzialmente produttrici di polveri, ovvero dell'inquinante ritenuto potenzialmente più critico in riferimento all'attività di cantiere, possono essere riconducibili a: lavorazioni vere e proprie (attività di scavo, di costruzione, demolizione, pavimentazione ecc.), stoccaggio di inerti, impianti di betonaggio, produzione cls e frantumazione inerti.



Una ulteriore fonte non trascurabile è legata al transito dei veicoli pesanti lungo la viabilità di cantiere non asfaltate; in tale caso la tipologia di polveri ed il loro quantitativo immesso in atmosfera è strettamente legato alla tipologia del manto stradale in quanto, in presenza di strade asfaltate le polveri sono di origine exhaust (scarico) e non exhaust (perdite di carico, usura dei pneumatici, dei freni e del manto stradale), mentre per le strade "bianche" la fonte predominante, oltre alle precedenti, è legata al risollevarimento dovuto al passaggio dei mezzi ed al fenomeno di rotolamento dei pneumatici sulla superficie, nonché dal contenuto in limo della stessa.

Pertanto, per la stima delle emissioni in fase di cantiere sono state fatte valutazioni relativamente a:

- Cantiere fisso;
- Cantiere operativo;
- Traffico indotto.

Per quanto concerne i cantieri fissi vengono analizzate le principali emissioni associate alle attività presenti, individuando gli accorgimenti operativi e gestionali applicabili al fine di contenere al minimo tecnicamente possibile l'impatto sulla popolazione potenzialmente esposta a tali lavorazioni temporanee.

Per quanto riguarda il cantiere operativo, ovvero le emissioni generate dai mezzi operanti per la realizzazione dell'intervento, vengono riportate alcune considerazioni in merito al quantitativo di emissioni di polveri ed alle procedure operative gestionali per minimizzarle.

Infine, per il traffico indotto dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali, sono state fatte delle simulazioni con il modello gaussiano di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 dell'EPA.; per la stima dei fattori di emissione si è fatto riferimento ai dati disponibili sul sito ISPRA, e si è considerata come categoria di mezzi quella relativa agli "Autocarri pesanti > 3,5t", con portata compresa tra 7,5÷ 16,0 tonnellate, ed aventi gli scarichi conformi alla Direttiva 91/542/EEC Stage II. Tale conformità dovrebbe essere assicurata da tutti i mezzi immatricolati dopo il 1997.

Come indicatori dello stato di qualità dell'aria ambiente sono stati considerati il Biossido di Azoto (NO₂), le Polveri Inalabili (PM₁₀) ed il Monossido di Carbonio (CO).

Per il parametro inquinante NO₂ le concentrazioni sono state ricavate a partire da quelle stimate per gli NO_x, considerando un coefficiente di correlazione pari a 0,7. In riferimento a tale aspetto si riportano alcuni dati tratti dal rapporto "Piani e Programmi: Obiettivi, Scenari, Interventi e Risorse" Mario C.Cirillo APAT 2003, che contiene dati elaborati per diversi tipi di stazione relativamente al periodo 1995-2001. A livello nazionale, si nota quanto segue: per le stazioni del tipo UT (traffico urbano) pari a 0,41, per le stazioni del tipo UF (fondo urbano) pari a 0,44, per le stazioni del tipo SF (fondo suburbano) pari a 0,64 e per le stazioni del tipo RF (fondo rurale) pari a 0,72. Tali andamenti medi annui nazionali evidenziano chiaramente un aspetto legato alla formazione degli ossidi di azoto, ovvero che gli NO_x all'emissione sono per il 90-95% NO e per il resto NO₂ e poi, allontanandosi dalla sorgente emissiva, l'NO si ossida in NO₂ per cui il rapporto NO₂/NO_x risulta molto inferiore ad 1



vicino alle fonti di emissione e tende a 1 in siti remoti. A seguito di quanto sopra esposto si ritiene che in relazione all'intervento di progetto ed alla relativa vicinanza delle sorgenti di emissione dai ricettori individuati, il coefficiente di 0,7 sia da ritenersi indubbiamente cautelativo.

3.5.2 Cantiere fisso

Nel cantiere logistico ubicato all'interno dell'area di edificazione non sono previste lavorazioni particolari quali impianti di betonaggio, frantumazione inerti, baracche adibite ad uso mensa e dormitorio maestranze, bensì unicamente attività logistiche di controllo e coordinamento. Pertanto, sulla base di quanto sopra esposto, le emissioni in atmosfera legate al cantiere fisso si ritengono trascurabili.

3.5.3 Cantiere operativo

Per quanto concerne tale fase, ovvero le fasi operative connesse con la realizzazione dell'intervento di progetto, si segnala quanto segue.

Le principali attività a cui possono essere associate emissioni in atmosfera sono riconducibili essenzialmente a: aree di accumulo e deposito materiale, scavi, sbancamenti e movimentazioni dei mezzi operativi (escavatori, apripista, autogrù, ...); non sono previste demolizioni in quanto non vi sono manufatti presenti all'interno dell'intera area oggetto di intervento.

Nella seguente tabella si riporta il numero e tipo di mezzi impiegati per le attività di cantiere:

TIPOLOGIA MEZZI	Fase di cantiere	
	Impianto fotovoltaico	Elettrodotto interrato
Escavatore cingolato	7	2
Battipalo/trivella	7	-
Muletto	7	2
Carrelli elevatore da cantiere	7	-
Pala cingolata	4	-
Autocarro mezzo d'opera	7	2
Rullo compattatore	4	2
Camion con gru	4	2
Autogru	3	-
Camion con rimorchio	4	-
Furgoni e auto da cantiere	7	2
Autobetoniera	4	
Pompa per calcestruzzo	4	
Bobcat	4	2
Asfaltatrici		2



TIPOLOGIA MEZZI	Fase di cantiere	
	Impianto fotovoltaico	Elettrodotto interrato
Autobotte per l'approvvigionamento idrico	4	-
Macchine Trattrici	3	-

Si ritiene che l'inquinante più significativo legato a tali tipologie di operazioni sia rappresentato dalla dispersione in atmosfera di polveri, ed in particolare della frazione respirabile denominata PM₁₀.

Tuttavia, in relazione alle attività svolte, alla loro durata ed al carattere di temporaneità della fase di cantiere, si ritiene che le emissioni di polveri in atmosfera siano tali da non portare ad incrementi significativi delle concentrazioni, e comunque in ogni modo tali da non incidere in modo apprezzabile sulla qualità dell'aria ambiente esistente nell'area di intervento.

Dai dati di monitoraggio Arpa della Rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, in ordine alle emissioni di inquinanti dei mezzi veicolari (PM, CO, SO₂ e NO_x) si rileva che nelle aree di progetto non sono presenti centraline di rilevamento ARPA in quanto zone al momento non considerate a rischio.

Dal quadro progettuale si deduce che in fase di approvvigionamento si stima un numero medio di viaggi/giorno per consegna con mezzi pesanti di 150 viaggi/giorno. Con un numero massimo di viaggi con mezzi pesanti, soprattutto nella fase di realizzazione delle strade, di 20-30 viaggi/giorno.

Inoltre, le emissioni di gas di scarico da veicoli/macchinari e di polveri da movimentazione terre e lavori civili sono rilasciate al livello del suolo con limitato galleggiamento e raggio di dispersione, determinando impatti potenziali di estensione locale ed entità non percepibile.

La durata degli impatti potenziali dell'emissioni di inquinanti è classificata come **a breve termine**, in quanto l'intera fase di costruzione dell'impianto e delle relative opere di connessione alla RTN, durerà al massimo circa 164 mesi. Si sottolinea che durante l'intera durata della fase di costruzione l'emissione di inquinanti in atmosfera sarà discontinua e limitata nel tempo e che la maggioranza delle emissioni di polveri avverrà durante i lavori civili.

Emissione di Polveri

L'impatto potenziale dell'emissione di polveri è ascrivibile principalmente alla realizzazione degli scavi per i cavidotti delle, delle strade di impianto e opere di connessione interne all'impianto alla stazione di utenza AT, gli scavi per il posizionamento dell'elettrodotto di connessione AT.

L'infissione nel terreno delle strutture di sostegno dei pannelli e l'utilizzo di prefabbricati per le strutture di supporto dell'impianto rendono trascurabile l'emissione di polveri in queste



fasi rispetto alla fase di posa dei cavidotti interrati, che interessa terreni non di proprietà e quindi potenzialmente frequentati da popolazione e fauna.

Al fine di valutare la significatività dell'impatto si è dunque determinato l'impatto potenziale durante la realizzazione dei cavidotti.

Come specificato nel progetto, la posa dell'elettrodotto in cavo sarà effettuata mediante l'utilizzo di un escavatore per la realizzazione della trincea (fino a 1,80 m di profondità e 1,2 m di larghezza) e un camion per la posa cavi, oltre ad un camion per il trasporto del materiale di scavo e di riempimento. Il numero di automezzi coinvolto nella fase di cantiere è pertanto esiguo e limitato nel tempo. In ragione di ciò, le potenziali variazioni delle caratteristiche di qualità dell'aria dovute ad emissioni di inquinanti gassosi in atmosfera dei mezzi di posa sono ritenute trascurabili.

Considerando un valore medio di peso specifico del terreno pari a 1,8 t/m³ dai volumi sopra citati si ricava una massa di materiale asportato pari a 1.360 tonnellate. Applicando i fattori di emissione, è possibile stimare le emissioni totali di polveri (attività del cantiere e risospensione per l'azione erosiva del vento), riportate nelle seguenti Tabelle.

Operazione	Fattore di Emissione [kg/t]	Quantità di Materiale [t]	Emissioni di Polveri [t]
Carico mezzi	0,02	760	0,015
Scarico mezzi	0,02	760	0,015
Totale			0,03

Tabella 2 Tabella Emissioni Totali di Polveri in Cantiere

Operazione	Fattore di Emissione (t/ha*anno)	Superficie Esposta (ha)	Tempo di Esposizione (anni)	Emissioni (t)
Erosione del vento	0,85	0,06	0,055	0,003

Tabella 3 Tabella Emissioni di Polveri Dovute alla Risospensione da Parte del Vento

Dalle Tabelle sopra riportate si ricava un'emissione di polveri complessiva pari a 0,033 t. Ipotizzando inoltre circa 20 giorni lavorativi totali per la realizzazione del tratto, si ottiene una produzione giornaliera di PTS (polveri totali sospese) pari a circa 1,65 kg/giorno.

Valutazione del Rateo di Deposizione delle Polveri Presso i Ricettori

Sebbene non sia possibile effettuare una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere, possono comunque essere svolti dei calcoli parametrici volti ad individuare l'ordine di grandezza della deposizione attesa di polveri. A tal fine è stato impostato un modello di calcolo che permette di stimare la frazione di particelle che si deposita a diverse distanze dalla sorgente (Figura 4.3.1.1a).

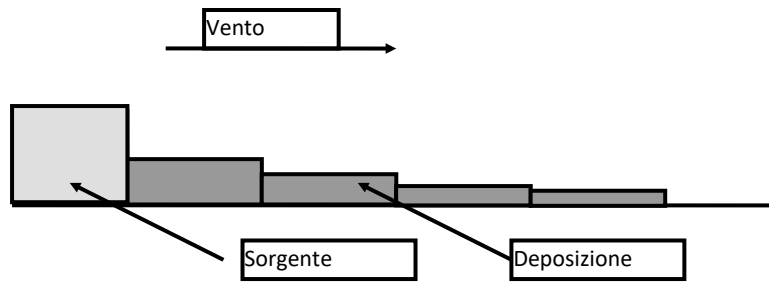


Figura Modello di Deposizione delle Polveri

Il modello calcola un fattore di deposizione sottovento alla sorgente, attraverso:

- il valore di emissione giornaliero pari a 1,65 kg/giorno;
- la sorgente, rappresentata mediante un flusso di polvere uniformemente distribuito su di una superficie verticale rettangolare di base 1 metro e di altezza variabile parametricamente;

Si ammette che la deposizione di polvere, sottovento alla sorgente, sia funzione della sola distanza dalla stessa e che i fenomeni di dispersione laterale delle polveri siano trascurabili.

Il metodo di stima degli impatti qui proposto fornisce una stima delle concentrazioni massime sottovento al cantiere, in condizioni meteorologiche critiche. Nei calcoli si assume che la velocità del vento sia sempre uguale a 2 m/s. Si osserva che il fattore di emissione specifico, stimato precedentemente, è indipendente dalla velocità del vento, e costituisce una stima cautelativa delle situazioni medie.

Variazioni della velocità del vento possono quindi modificare la sola modalità di dispersione: velocità limitate riducono l'area impattata, ma aumentano la deposizione di polvere nelle prossimità del cantiere; la situazione inversa si determina nel caso di elevate velocità del vento.

Le emissioni complessive calcolate sono ipotizzate distribuite su di un certo fronte lineare, ortogonale alla direzione del vento.

Il fronte lineare di emissione è correlato alle dimensioni del cantiere: in questa sede si ipotizza, per semplicità di calcolo ed in maniera conservativa, che tale lunghezza di emissione sia pari alla radice quadrata della superficie del cantiere.

Riguardo al fronte di emissione occorrerebbe calcolare, in funzione della direzione del vento, la dimensione trasversale del cantiere e quindi ipotizzare una certa distribuzione delle emissioni all'interno di tale lunghezza. Poiché tale dimensione è sostanzialmente ignota, anche a causa delle diverse forme che essa assume durante le varie fasi di vita del cantiere stesso, si preferisce un approccio riproducibile in tutti i cantieri. Questo ha il vantaggio di fornire un'indicazione diretta e certa della relativa criticità di ogni singolo cantiere.

Si noti che a parità di altre condizioni, un'area minore comporta un rateo di deposizione più elevato (dovuto ad una maggiore emissione per unità di superficie).



Si ipotizza che le emissioni avvengano ad un'altezza variabile tra 0 e 5 m da terra. I livelli di deposizione delle polveri al suolo sono stimati a partire dalla loro velocità di sedimentazione gravimetrica. Cautelativamente, si ammette che le polveri non subiscano dispersione ("diluizione") in direzione ortogonale a quella del vento.

La velocità di sedimentazione dipende dalla granulometria delle particelle, che può essere nota solo con analisi di laboratorio da effettuarsi dopo che il Cantiere stesso sia già stato aperto.

Le particelle di dimensione significativamente superiore ai 30 μm si depositano nelle immediate prossimità del cantiere. La fascia dei primi 100 metri attorno ad ogni cantiere è quindi valutata, in relazione alle polveri, come significativamente impattata, indipendentemente da ogni calcolo numerico.

Per il calcolo dell'impatto delle polveri a distanze superiori, si ammette (come risulta in letteratura) che nel range 1-100 μm la distribuzione dimensionale delle particelle di polvere sollevate da terra sia simile alla distribuzione dimensionale delle particelle che compongono il terreno. Nel caso in esame si può assumere la seguente composizione:

- 10% della massa in particelle con diametro equivalente inferiore a 10 μm ;
- 10% della massa con diametro equivalente compreso tra 10 e 20 μm ;
- 10% della massa con diametro equivalente compreso tra 20 e 30 μm ;
- rimanente massa emessa con granulometria superiore, che si deposita nei primi 100 metri di distanza dal cantiere o all'interno del cantiere stesso, subito dopo l'emissione.

La velocità con cui le particelle di medie dimensioni sedimentano per l'azione della forza di gravità oscilla tra 0,6 e 3 cm/s (corrispondente a quella di corpi sferici aventi una densità di 2.000 kg/m³ e diametro di 10 e 30 μm).

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; tali distanze risultano (per particelle emesse a 5 metri da terra con vento a 2 m/s):

- particelle da 10 μm : 800 metri sottovento;
- particelle da 20 μm : 550 metri sottovento;
- particelle da 30 μm : 300 metri sottovento.

La deposizione di polvere in fasce di distanza dal cantiere è quindi calcolata sulla base delle ipotesi precedentemente esposte, secondo le seguenti formule:



$$D_{<100m} = \text{rilevante}$$

$$D_{100-300} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{300L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{550L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{800L}$$

$$D_{300-550} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{550L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{800L}$$

$$D_{550-800} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{800L}$$

dove:

- Dxx è la deposizione (in g/m².giorno) all'interno delle fasce di distanza indicate dal pedice "xx";
- L è la lunghezza del cantiere e viene posta uguale a 200 (metri) per i cantieri mobili e ad A^{0,5}, per i cantieri fissi (incluse le aree tecniche), dove A è la superficie del cantiere in m²;
- F.E. è l'emissione totale di polvere (in g/giorno).

Una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere è al momento difficilmente elaborabile. In generale, l'impatto della deposizione delle polveri è valutato confrontando il tasso di deposizione gravimetrico con i valori riportati nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente, che permettono di classificare un'area in base agli indici di polverosità riportati nella Tabella che segue.

Una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere è al momento difficilmente elaborabile. In generale, l'impatto della deposizione delle polveri è valutato confrontando il tasso di deposizione gravimetrico con i valori riportati nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente, che permettono di classificare un'area in base agli indici di polverosità riportati nella Tabella che segue.

Classe di Polverosità	Polvere Totale Sedimentabile (mg/m ² giorno)	Indice Polverosità
I	< 100	Praticamente Assente
II	100 - 250	Bassa
III	251 - 500	Media
IV	501 - 600	Medio - Alta
V	> 600	Elevata

Tabella 4 - Lassi di Polverosità in Funzione del Tasso di Deposizione

Sulla base delle considerazioni e delle ipotesi fatte in precedenza, si ottengono i risultati riportati in Tabella seguente.

Tipologia	Area (m ²)	Distanza dal Cantiere (m)	Deposizione (mg/m ² giorno)	Impatto
Cantiere	600	< 100	Rilevante	Rilevante



Tipologia	Area (m ²)	Distanza dal Cantiere (m)	Deposizione (mg/m ² giorno)	Impatto
		100 - 300	42	Praticamente assente
		300 - 550	20	Praticamente assente
		550 - 800	8	Praticamente assente

Tabella 5 Impatto Prodotto dalle Attività di Cantiere

Come si può osservare dai dati riportati nella Tabella che precede, sulla base delle ipotesi fatte, l'impatto dovuto alla deposizione di materiale aero-disperso è praticamente assente per distanze superiori a 100 m.

Va comunque sottolineato che l'approccio adottato è assolutamente cautelativo e che il valore stimato rappresenta la massima deposizione che può verificarsi sottovento al cantiere e non quella media nel punto considerato.

In sintesi:

La dimensione degli impatti delle emissioni di inquinanti e di polveri risulta pertanto bassa e considerando la bassa ricettività dei fattori ambientali aria e salute umana, la significatività risulta bassa.

Misure di Mitigazione

Per contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi e polveri, durante la fase di costruzione e dismissione saranno adottate norme di pratica comune e, ove richiesto, misure a carattere operativo e gestionale ovvero il corretto utilizzo di mezzi e macchinari, una loro regolare manutenzione e buone condizioni operative.

Per limitare la dispersione di polveri prodotte nella fase di cantiere:

- bagnatura periodica delle superfici di cantiere in relazione al passaggio dei mezzi e delle operazioni di carico/scarico, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva;
- stabilizzazione delle piste di cantiere;
- bagnatura periodica delle aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei materiali, o loro copertura al fine di evitare il sollevamento delle polveri;
- bagnatura dei materiali risultanti dalle operazioni di scavo.

Per quanto la dispersione di polveri nei tratti di viabilità urbana ed extraurbana utilizzati dai mezzi pesanti impiegati nel trasporto dei materiali, si segnalano le seguenti azioni:

- adozione di velocità ridotta da parte dei mezzi pesanti;
- copertura dei cassoni dei mezzi con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali;
- lavaggio giornaliero dei mezzi di cantiere e pulizia con acqua dei pneumatici dei veicoli in uscita dai cantieri.



Emissioni in atmosfera dal traffico indotto

Il modello utilizzato nelle simulazioni è rappresentato dal software previsionale CALINE 4 (*A dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways*) della FHWA, modello ufficiale EPA riconosciuto in sede internazionale. CALINE 4 rappresenta l'ultimo codice di una catena di modelli diffusivi per la valutazione della qualità dell'aria per sorgenti lineari sviluppati da CALTRANS (*California Department of Transportation*). Il modello si basa sull'equazione di diffusione Gaussiana e utilizza il concetto di zona di mescolamento (*mixing layer*) per caratterizzare la dispersione di inquinante sopra la carreggiata stradale. L'obiettivo è valutare gli impatti sulla qualità dell'aria in prossimità delle infrastrutture stradali.

Date le emissioni di traffico, la geometria del sito ed i parametri meteorologici, il modello è in grado di stimare in modo realistico le concentrazioni di inquinanti atmosferici in prossimità dei ricettori situati vicino alla carreggiata stradale (entro una fascia di 150-200 metri di distanza dall'asse stradale). Le previsioni possono essere fatte per diversi agenti inquinanti, tra i quali anche il PM10.

Il modello è applicabile per ogni direzione di vento, orientazione della strada e locazione dei ricettori; è possibile processare sino a 20 rami (links). L'utente può scegliere se fornire l'angolo che individua la direzione del vento, oppure selezionare l'opzione (*Worst case wind*) che ricerca l'angolo di vento che corrisponde al caso peggiore. I singoli tratti stradali, denominati links, sono suddivisi in una serie di elementi dai quali vengono calcolati i singoli contributi di concentrazione; la stima della concentrazione totale (C) in corrispondenza del singolo ricettore considerato è data dalla somma di tutti i singoli contributi infinitesimali "dC" attribuiti al segmento infinitesimale di emissione "dy" e ripetendo l'operazione per tutti i tratti elementari in cui è scomposta la linea di emissione. Il codice di calcolo considera il contributo congiunto di 6 segmenti di emissione contenuti entro la distanza di $\pm 3\sigma_y$ dal punto ricettore, in quanto i contributi al di fuori di tale range non sono in grado di apportare un contributo significativo.

La concentrazione totale in corrispondenza di un singolo ricettore è data da:

$$C = 1/(2\pi u) \cdot \sum_i [(1/\sigma_{zi}) \cdot \sum_k (F1+F2) \cdot \sum_j (WT_j \cdot QE_i \cdot P_{di,j})]$$

dove:

i = 1, n
k = -CNT, CNT j = 1, 6
n = numero degli elementi
L = altezza della "mixing zone"
 σ_{zi} = parametro di dispersione verticale per l'elemento i-esimo
QE_i = fattore di emissione per la parte centrale dell'elemento i-esimo
WT_j = parametro di correzione del fattore di emissione
 $F1 = \exp[-(Z-H+2kL)^2/(2 \cdot \sigma_{zi}^2)]$

$F2 = \exp[-(Z+H+2kL)^2/(2 \cdot \sigma_{zi}^2)]$
σ_{zi} = parametro di dispersione verticale iniziale internamente alla "mixing zone"
H = altezza della sorgente di emissione (variabile da -10 a +10 metri)
Z = altezza del punto ricettore



Inoltre, il codice di calcolo considera i seguenti tre fattori per il computo della concentrazione totale:

- **FACT 1:** considera la diluizione e la dispersione verticale determinate dal vento e da σ_Z
- **FACT 2:** considera la dispersione orizzontale σ_y
- **FACT 3:** considera i fenomeni di riflessione multipla del pennacchio che si originano in presenza di un'altezza ridotta dello strato di rimescolamento.

La zona denominata "mixing layer" è interessata da fenomeni dispersivi indotti sia da turbolenza meccanica (moto veicolare), sia termica (scarichi gassosi a temperatura elevata), ed è definita come la regione al di sopra del manto stradale, aumentata di tre metri per ciascun lato della carreggiata, al fine di tenere conto della iniziale dispersione orizzontale creata dalla scia dei veicoli e la conseguente diluizione degli inquinanti.

I parametri di dispersione utilizzati dal codice di calcolo CALINE 4 sono rappresentati dalla dispersione verticale σ_z e da quella orizzontale σ_x , raccordati da due curve espresse da funzioni di potenze che tengono conto della rugosità e del flusso di calore sensibile generato dagli scarichi degli automezzi. La dispersione verticale è direttamente proporzionale al tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della mixing zone, ed inversamente proporzionale alla velocità del vento. Le curve di dispersione verticale utilizzate sono costruite usando un valore di σ_z finale (a 10 Km di distanza) uguale a quello che si verifica in condizioni di stabilità atmosferica per un rilascio passivo; inoltre, i valori di σ_z considerano la rugosità e il flusso di calore sensibile prodotto dagli scarichi degli automezzi.

Il parametro di dispersione orizzontale σ_y sottovento alla sorgente deriva dal metodo di Draxler.

Sono inoltre fornite speciali opzioni per modellizzare la qualità dell'aria vicino a intersezioni stradali, aree di parcheggio, strade di livello, in rilevato e in trincea, ponti e canyons stradali.

A seconda della tipologia di tratto stradale considerata variano le concentrazioni degli inquinanti, in particolare quelle stimate in corrispondenza dei ricettori ubicati in prossimità del bordo carreggiata:

- per le strade di livello "AT Grade", il modello di dispersione non permette agli inquinanti di disperdersi al di sotto del piano stradale, assunto a quota zero rispetto al piano di campagna;
- per le strade in trincea "Depressed", il modello di dispersione aumenta il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone proporzionalmente alla profondità della sede stradale rispetto al piano di campagna; in tale situazione si ottengono, per i ricettori prossimi al bordo carreggiata, valori di concentrazione superiori al caso standard "AT Grade", in quanto la dispersione verticale aumenta con il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone;
- per le strade in viadotto "Bridge", il modello di dispersione permette all'inquinante di fluire al di sopra ed al di sotto del piano stradale; avendo a disposizione un maggiore volume per la dispersione, le concentrazioni degli inquinanti in prossimità dei ricettori più prossimi al bordo carreggiata risultano inferiori rispetto al caso standard "At Grade";
- per le strade in rilevato "Fill", il modello di dispersione pone automaticamente l'altezza a zero in modo tale che le correnti di vento seguono il terreno in modo indisturbato.
- per i parcheggi "Parking Lot", il modello di dispersione considera i fenomeni di slow moving e di cold-start dei veicoli, caratteristici di tali situazioni di traffico.



CALINE 4 è appropriato per le seguenti applicazioni:

- sorgenti autostradali;
- aree urbane o rurali;
- distanze di trasporto minori di 50 km;
- tempi medi di osservazione da 1 ora a 24 ore.

La stima consente di valutare le concentrazioni orarie e giornaliere e di verificare pertanto eventuali fenomeni di criticità sul breve periodo.

Per effettuare i calcoli il modello richiede i seguenti dati di input:

- numero di veicoli orari;
- fattori di emissione de veicoli;
- velocità dei veicoli;
- composizione della linea di traffico;
- configurazione della sorgente (strada lineare, intersezione, ponti, ecc.);
- condizioni meteorologiche.

Stima delle concentrazioni

Per valutare il potenziale impatto indotto dalla movimentazione dei mezzi pesanti si è utilizzato il modello di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 dell'EPA. Come indicatori sono stati considerati i seguenti: CO, NO₂ e PM₁₀. Come condizioni meteorologiche al contorno sono state considerate le seguenti:

- direzione del vento: è stata considerata l'opzione "*worst case*" che ricerca in automatico la direzione del vento tale da determinare in corrispondenza di ogni punto di stima la concentrazione massima;
- deviazione standard della direzione del vento: 10°;
- velocità del vento: è stata considerata una velocità del vento pari a 0,5 m/s, corrispondente alla calma di vento;
- classe di stabilità atmosferica: è stata considerata la classe di stabilità più sfavorevole alla dispersione, ovvero quella più stabile e rappresentativa anche del fenomeno nebbie, ovvero la classe F+G;
- temperatura ambiente: 15°C.

Per la stima dei fattori di emissione si è fatto riferimento al rapporto "*Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000*", R. De Lauretis, R. Liburdi, P.Picini, S.Saija - ed in particolare a quelli rappresentativi della categoria "Autocarri pesanti 7,5<t<16,0", con emissioni allo scarico conformi alla direttiva 91/542/EEC



Stage II (tale conformità dovrebbe essere assicurata da tutti i mezzi immatricolati dopo il 1997), ovvero quelli riportati in Tabella E-3. Come tipo di ciclo di guida si considera, a titolo cautelativo, quello di tipo “urbano”, in quanto quello più critico in termini emissivi.

Ciclo di guida	Fattori di emissione (grammi/veicolo x Km)		
	CO	NOx	PM ₁₀
Urbano	1,6949	4,5510	0,4741

Tabella E-3 - Fattori di emissione medi di input CALINE 4

Si ritiene pertanto che le condizioni meteorologiche scelte per le simulazioni siano rappresentative di situazioni sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, e quindi cautelative ai fine delle valutazioni che seguono.

Per quel che riguarda i viaggi dei mezzi di cantiere, si è considerato come valore di riferimento un numero di 70 viaggi/giorno tra andata e ritorno (come valore massimo ipotizzabile durante le lavorazioni di cantiere).

Tale dato è da ritenersi estremamente cautelativo, in quanto rappresentativo della sovrapposizione delle due fasi di cantierizzazione, di fatto difficilmente possibile se non per limitati periodi di tempo. Di seguito si riportano in Tabella E-4 gli andamenti delle concentrazioni per singolo inquinante; si ricorda che la concentrazioni di NO₂ è stata ricavata a partire da quella stimata per gli NOx applicando il coefficiente 0,7. Si ricorda che le concentrazioni stimate sono rappresentative del solo contributo indotto dal traffico di mezzi pesanti considerato.

INQUINANTE	CO	NO ₂	PM ₁₀
Distanza dalla linea di emissione (metri)	(mg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)
1,0	0.01	17.34	0,0648
5,0	0.01	12.17	0,0446
10,0	0.00	9.10	0,0324
15,0	0.00	7.18	0,0267
20,0	0.00	6.22	0,0235
25,0	0.00	5.54	0,0203
30,0	0.00	4.58	0,0186
35,0	0.00	5.08	0,0162
40,0	0.00	4.30	0,0154
45,0	0.00	4.02	0,0146
50,0	0.00	3.34	0,0138
55,0	0.00	4.02	0,0130
60,0	0.00	3.44	0,0113
65,0	0.00	3.25	0,0105
70,0	0.00	3.06	0,0105
75,0	0.00	2.57	0,0097
80,0	0.00	2.48	0,0097
85,0	0.00	2.29	0,0089
90,0	0.00	2.20	0,0089
95,0	0.00	2.57	0,0089
100,0	0.00	2.48	0,0073

Tabella E-4 - Andamento delle concentrazioni in funzione della distanza dall'asse stradale delle viabilità di cantiere – Ciclo di guida “Urbano”



Gli andamenti delle concentrazioni evidenziano come il contributo generato dal traffico dei mezzi pesanti sia tale da garantire ampiamente, a qualsiasi distanza dal b.c. della viabilità di cantiere e quindi in corrispondenza di ciascun ricettore potenzialmente interessato, il rispetto dei limiti di legge per tutti i parametri inquinanti per i quali il DM 60/02 prevede un valore di riferimento per la protezione della salute umana. Infatti, considerando a titolo estremamente cautelativo le concentrazioni stimate ad 1 metro dal b.c., si evidenzia quanto segue:

- monossido di carbonio (CO): la concentrazione oraria stimata è risultata pari a 0,01 mg/m³, rispetto ad un valore limite di mg/m³, imposto tuttavia dal DM 60/02 come media mobile sulle 8 h;
- biossido di azoto NO₂: la concentrazione oraria stimata è risultata pari a 17.34 µg/m³, rispetto ad un valore limite di 200 µg/m³, considerato come massimo orario, e quindi direttamente confrontabile con il risultato della simulazione;
- polveri inalabili PM₁₀: la concentrazione oraria stimata è risultata pari a 0.06 µg/m³, rispetto ad un valore limite di 50 µg/m³, considerato come media sulle 24 ore.

3.6 Impatto Acustico di Cantiere

Tutte le attività umane provocano, in qualche modo, la trasformazione di energia meccanica in onde di pressione, le quali, attraverso l'aria, raggiungono il nostro orecchio evocando in noi una sensazione sonora. Il rumore è un insieme sensazioni sonore che provocano nel nostro organismo, una sensazione sgradevole. Tutti gli ambienti di vita, lavoro, svago, riposo etc., presentano dei valori di inquinamento da rumore di natura antropica prodotto dalle varie attività.

Il problema della valutazione di impatto acustico di cantieri edili si presenta complesso, relativamente all'aleatorietà delle lavorazioni, all'organizzazione di dettaglio del cantiere (spesso non nota in fase di previsione) e, purtroppo, alla mancanza di informazioni di base, quali le caratteristiche di emissione delle sorgenti (livello di potenza sonora e spettro di emissione), di difficile reperimento.

Le onde sonore

Il suono è una perturbazione che si propaga in un mezzo elastico con una velocità che è caratteristica del mezzo stesso. Il suono è dunque un fenomeno ondulatorio con cui l'energia meccanica di vibrazione si propaga attraverso i mezzi elastici; il suono si può propagare, con velocità diverse, attraverso i gas, i liquidi ed i solidi. La propagazione del suono, quindi, non avviene nel vuoto. Un'onda sonora è caratterizzata dalle seguenti grandezze:

- Frequenza f ;
- Lunghezza d'onda λ .

La frequenza rappresenta il numero di cicli nell'unità di tempo:

$$f = 1 / T$$

e viene misurata in cicli al secondo o Hz "Hertz".



L'uomo riesce a percepire le onde sonore la cui frequenza è compresa nell'intervallo 20 – 20000Hz. La lunghezza d'onda rappresenta la distanza tra due picchi contigui; rappresenta altresì la distanza percorsa in un tempo pari al periodo

$$\lambda = c T$$

dove c è la velocità del suono nel mezzo in cui si propaga l'onda.

Generalmente un suono non è formato da una sola onda sonora “pura” cioè di una sola frequenza, ma ad esso è associato uno “spettro sonoro” cioè un insieme di onde sonore pure tra loro sovrapposte.

3.6.1 Gli effetti sulla salute umana

Il rumore viene definito come una sensazione sonora, provocata da uno spettro, di varia intensità e durata che provoca una sensazione sgradevole all'orecchio umano. Al crescere della potenza sonora associata al rumore si passa dalla percezione, limite di percettibilità, alla sensazione sgradevole fino alla soglia del dolore con effetti sulla salute umana. Tra gli effetti patogeni sull'organo dell'udito, bisogna senz'altro ricordare che la sordità da rumore ha ancora oggi la maggiore incidenza tra le malattie professionali. Per potenze sonore inferiori il rumore può provocare nell'essere umano effetti di natura neuropsichica e di natura somatica.

Descrittori fisici

Per caratterizzare completamente l'effetto prodotto da un suono nell'ambiente circostante, oltre ai parametri precedentemente definiti, bisogna ricorrere ad altri **descrittori fisici**. La *pressione sonora efficace* [Peff], misurata in Pascal [Pa], permette di caratterizzare con un solo valore le compressioni e rarefazioni periodiche associate all'onda sonora. La *potenza sonora* o *potenza acustica*, misurata in Watt [W], rappresenta l'energia sonora irradiata dalla sorgente nell'ambiente circostante. La potenza sonora è proporzionale al quadrato della pressione sonora.

Livelli sonori e decibel

La potenza sonora associata ai suoni percepibili dall'orecchio umano può variare in un campo di valori molto ampio. Ad un vociere sommesso “bisbiglio” è associata una potenza sonora dell'ordine di qualche μ W, mentre al rumore emesso da un aereo a reazione è associata una potenza sonora dell'ordine del MW. L'uso di una scala di valori lineare per misurare le grandezze acustiche potrebbe comportare la necessità di operare contemporaneamente con numeri estremamente grandi e con numeri estremamente piccoli, dispersi in un campo di esistenza compreso da 1 a 10^{12} . Considerando, inoltre, il comportamento dell'orecchio umano la cui percezione segue una legge di variazione della sensazione sonora proporzionale alla variazione relativa della sollecitazione [*legge psico-fisica di Weber-Fechner*], è stata scelta una scala di valutazione logaritmica, in cui vengono computati i rapporti dei valori della grandezza sonora con un valore di riferimento. Il livello di una grandezza acustica è pari 10 volte il logaritmo in base 10 del rapporto tra il valore di tale grandezza ed il corrispondente valore



di riferimento. Il livello sonoro così definito viene misurato in decibel [dB]. Il vantaggio di utilizzare una scala logaritmica consiste in una gestione numerica più semplice, basti considerare che il campo di esistenza precedentemente menzionato si riduce ad una variabilità tra 0 e 120 dB.

Limite di percettibilità → 0 dB

Soglia del dolore → 120 dB

Il valore di riferimento P_0 per la pressione sonora è pari a $20 \mu\text{Pa}$, corrispondente al minimo valore percepibile a 1000Hz della pressione sonora. Il livello di pressione sonora è quindi così definito:

$$L_p = 10 \log(P_{eff}/P_0)^2 = 20 \log(P_{eff}/P_0) \text{ [dB]}$$

con P_{eff} valore efficace della pressione sonora e P_0 valore della pressione sonora di riferimento $20 \mu\text{Pa}$. Analogamente viene definito il livello di potenza sonora:

$$L_W = 10 \log(W/W_0) \text{ [dB]}$$

con W valore della potenza sonora e W_0 valore della potenza sonora di riferimento pari a 10^{-12} W .

I valori di riferimento associati alla soglia di udibilità umana per un suono puro di 1000Hz sono:

$$W_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ W}$$

$$P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

Livelli continuo equivalente

Il *livello continuo equivalente* di un suono o di un rumore variabile nel tempo è il livello, espresso in dB, di un suono ipotetico costante che, se sostituito al suono reale per lo stesso intervallo di tempo, comporterebbe la stessa quantità di energia sonora. E così possibile caratterizzare con un solo valore un suono o rumore variabile all'interno di un intervallo t_0 di tempo predeterminato:

$$L_{eq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_1+t_2} \left[\frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$

nel caso in cui il fenomeno sonoro sia costituito dai diversi livelli costanti L_i e di durata t_i :

$$L_{eq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{t_0} \sum_i t_i 10^{L_i/10} \right\}$$

Nelle formule precedenti ponendo $t_0 = T_e$, durata quotidiana dell'esposizione al rumore di un lavoratore, si ottiene:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T_0} \int_0^{T_e} \left[\frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$



$$L_{ep,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \log \frac{T_e}{T_0}$$

dove $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ e $T_0 = 28800 \text{ s}$.

Struttura algebrica dei livelli

Quando si effettuano delle operazioni matematiche con i livelli sonori, espressi in dB, bisogna ricordare che tali valori sono rappresentativi di espressioni logaritmiche e non lineari, valori che definiscono una scala di valutazione e non delle grandezze additive. Sovrapposizione di due sorgenti di pari indice sonoro $L_w = 50 \text{ dB}$;

$$L_w = 10 \log (W / W_0) = 50$$

$$W_1 = W_0 10^5$$

$$W_2 = W_0 10^5$$

$$W_T = 2 W_0 10^5$$

$$L_w = 10 \log (2 * 10^5) = 10 \log 2 + 50 = 3 + 50 = 53$$

In genere, dunque, l'aumento di 3 dB comporta un raddoppio della potenza sonora, mentre una diminuzione di 3 dB comporta un dimezzamento della potenza sonora.

Quindi:

- $50\text{dB} + 50\text{dB} = 53 \text{ dB}$ - - - > raddoppio della Potenza sonora
- $50\text{dB} - 47\text{dB} = 47\text{dB}$ - - - > dimezzamento della Potenza sonora

Caratteristiche del rumore

Il rumore, precedentemente definito come una sensazione sgradevole per l'orecchio umano, presenta altre caratteristiche che completano la sua classificazione:

- Impulsivo variabile nel tempo, caratterizzato da eventi brevi di durata minore di un secondo, distintamente percepibili;
- Stazionario privo di componenti impulsive, per il quale la differenza tra valore massimo e valore minimo risulta minore di 5dB;
- Variabile per il quale la differenza tra valore massimo e valore minimo risulta maggiore di 5dB;
- Di fondo rumore che risulta superato nel 95% del tempo di osservazione, a macchinari spenti: è enormemente influenzato dalla determinazione del tempo di osservazione.

Con toni puri, quando nel suo spettro, costruito per bande di terzi di ottava, vi sono delle bande per le quali il livello sonoro è superiore di almeno 56 dB rispetto alle bande adiacenti.



3.6.2 Classificazione acustica del sito

La Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995, stabilisce che i comuni debbano provvedere ad effettuare, nel territorio di loro competenza, la zonizzazione acustica secondo le classi riportate nel seguito:

Classificazione del territorio Comunale	Leq dB(A) Valori limite di immissione	
	diurno	notturno
CLASSE I - aree particolarmente protette: <i>rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc</i>	50 dB(A)	40 dB(A)
CLASSE II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: <i>rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali</i>	55 dB(A)	45 dB(A)
CLASSE III - aree di tipo misto: <i>rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici</i>	60 dB(A)	50 dB(A)
CLASSE IV - aree di intensa attività umana: <i>rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie</i>	65 dB(A)	55 dB(A)
CLASSE V - aree prevalentemente industriali: <i>rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni</i>	70 dB(A)	60 dB(A)
CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: <i>rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi</i>	70 dB(A)	70 dB(A)

Il rumore immesso nell'ambiente esterno è costituito dall'insieme di tutte le sorgenti presenti presso il ricettore sensibile individuato.

La zona oggetto della presente relazione risulta essere lontana dal centro abitato, inoltre, essa risulta essere per lo più a vocazione agricola, e risulta essere priva di attività antropiche tali da poter influenzare il rumore ambientale di fondo. La vigente Normativa prevede il rispetto dei limiti di immissione diurno e notturno determinati da parte dei Comuni nelle carte di zonizzazione. Il D.P.C.M. 1 Marzo 1991, all'art. 6 comma 1 regola il regime transitorio ed indica l'applicazione dei limiti di cui al D.M. 2 Aprile 1968 n.1444 per quei Comuni non ancora dotati di Carte di Zonizzazione:



ZONIZZAZIONE	Limite diurno LeqdB(A)	Limite notturno LeqdB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (DM 1444/68)	65	55
Zona B (DM 1444/68)	60	50
Zona industriale	70	70

Tabella 6 Tabella 1 – D.P.C.M. 1 Marzo 1991: Classificazione provvisoria (art.6 comma1)

- **Zona A:** le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi comprese le aree circostanti che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi.
- **Zona B:** Le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate diverse dalle zone A, si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta dagli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5 % (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq.

I comuni interessati dal parco fotovoltaico e specificatamente i comuni di Piazza Armerina nella provincia di Enna e di Caltagirone, San Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari in provincia di Catania, non hanno adottato un Piano di Zonizzazione Acustica del Territorio, l'area oggetto dell'intervento viene identificata quindi come "**Tutto il territorio nazionale**" i cui limiti sono di seguito riportati

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
Tutto il territorio nazionale	70	60

3.6.3 Caratterizzazione del cantiere in relazione alle macchine utilizzate

Per la realizzazione del parco fotovoltaico la programmazione dei lavori stimata ha una durata complessiva di circa mesi 24. Le principali attività lavorative previste per la realizzazione del parco fotovoltaico e le relative macchine operatrici impiegate sono di seguito riportate:

ATTIVITA'	ATTREZZATURE E MACCHINARI IMPIEGATI
RECINZIONI E APPRESTAMENTI DEL CANTIERE	
Realizzazione della recinzione e degli accessi di cantiere	Autocarro per trasporto
Allestimento di depositi e baraccamenti di cantiere	Autocarro per trasporto
	Autogru per movimentazione



ATTIVITA'	ATTREZZATURE E MACCHINARI IMPIEGATI
VIABILITA' INTERNA	
Scavo di sbancamento, pulizia o scotico eseguito con l'uso di mezzi meccanici per viabilità interna e viabilità esterna fino alla cabina di consegna.	Autocarro Escavatore
F.P.O. geotessile su fondo scavo e formazione in misto granulare stabilizzato con aggregati naturali e livellazione finale con stabilizzato	Autocarro trasporto misto Bobcat per livellamento
POSA IN OPERA CABINE	
Scavo a sezione aperta effettuato con mezzi meccanici per le cabine di trasformazione, cabina di monitoraggio e cabina di consegna-	Escavatore Autocarro per trasporto
Realizzazione del magrone di sottofondazione cabine e fornitura e posa in opera di calcestruzzo per strutture non armate.	Betoniera per getto cls
F.P.O. cabine	Autogru per movimentazione e posa
Rinterro con materiale esistente nel cantiere	Bobcat per rinterro
RECINZIONI E CANCELLATE	
F.P.O. di recinzione metallica costituita da pali di sostegno e rete metallica a maglia quadrata. I pali di sostegno, posizionati ogni 3,50 m, saranno realizzati in tubolare di acciaio zincato e saranno infissi direttamente nel terreno;	Autocarro per trasporto Battipalo per posa pali
Realizzazione Cannello d'ingresso: Scavo a sezione obbligata per realizzazione fondazione del cancello. Fornitura e posa in opera di acciaio di armatura e calcestruzzo a prestazione garantita. F.P.O. di cancello carrabile della tipologia ad ante a battente, costituito da due elementi mobili di dimensioni pari a 2,5 m, pannellati con rete metallica.	Escavatore Betoniera per fornitura cls Autocarro per trasporto Utensili elettrici per il montaggio
REALIZZAZIONE IMPIANTO FV	
P.O. di pali di sostegno strutture fisse mediante battitura	Autocarro Battipalo per posa pali
F.P.O. pannelli fotovoltaici e strutture di sostegno	Avvitatore a batteria
IMPIANTO ELETTRICO E CABLAGGI – CAVIDOTTO INTERNO	
Scavo a sezione obbligata	Escavatore
F.P.O. sabbia di frantoio per formazione letto di posa	Autocarro Bobcat
F.P.O. di cablaggi di connessione	Attrezzi manuali
Rinterro con materiali esistenti in cantiere	Bobcat
Formazione strato di fondazione stradale in misto granulare	Autocarro trasporto misto Bobcat per livellamento
Formazione strato sottofondo con pietrisco misto di cava 20/50	Autocarro trasporto misto Bobcat per livellamento



ATTIVITA'	ATTREZZATURE E MACCHINARI IMPIEGATI
IMPIANTO ELETTRICO E CABLAGGI – CAVIDOTTO ESTERNO	
Scavo a sezione obbligata	Taglia asfalto a disco
	Mini Escavatore
F.P.O. sabbia di frantoio per formazione letto di posa	Autocarro
	Bobcat
F.P.O. di cablaggi di connessione	Attrezzi manuali
Rinterro con materiali esistenti in cantiere	Bobcat
Formazione strato di fondazione stradale in misto granulare	Autocarro trasporto
	Bobcat per livellamento
Formazione strato sottofondo con pietrisco misto di cava 20/50	Autocarro trasporto
	Bobcat per livellamento
Formazione binder e strato di usura in conglomerato bituminoso	Mini finitrice per asfalto
REALIZZAZIONE ILLUMINAZIONE E VIDEO SORVEGLIANZA PARCO	
Scavo a sezione obbligata	Escavatore
F.P.O. sabbia di frantoio per formazione letto di posa	Autocarro
	Bobcat
F.P.O. di cablaggi di connessione	Attrezzi manuali
Rinterro con materiali esistenti in cantiere	Bobcat
Armatura e getto cls fondazione pali illuminazione e videosorveglianza	Autobetoniera
Posa pali e accessori	Autocarro con gru

Le attività lavorative di cantiere verranno effettuate nei seguenti orari: dalle ore 07.00 alle ore 12.00 e dalle ore 13.00 alle ore 16.00. Per la durata specifica delle singole fasi lavorative si rimanda al cronoprogramma di progetto. Per la realizzazione del cavidotto è previsto un avanzamento stimabile in circa 150 metri giornalieri, pertanto, si tratta di un vero e proprio cantiere stradale, il cui tracciato segue quello delle strade presenti, limitando l'interferenza nei lotti agricoli il più possibile.

I livelli medi di potenza sonora tratti da:

- “Abbassiamo il rumore nei cantieri edili”, progetto realizzato da INAIL Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro DIPARTIMENTO TERRITORIALE AVELLINO e CFS Centro per la Formazione e Sicurezza in edilizia PROVINCIA di AVELLINO. Per quanto riguarda, la macchina battipalo prevista per le operazioni di infissione nel terreno dei profili metallici, modello non presente nell'elenco delle macchine del manuale, si farà riferimento al valore fornito da un costruttore di macchine di pari tipologia, mediamente fra i vari modelli disponibili, il livello di pressione sonora è di 105 dBA in condizioni di esercizio.



- Altre schede tecniche di attrezzature impiegate nel modello previsionale sono state reperite dal PAF - Portale Agenti Fisici CTP di Torino e laddove non disponibili, sono state reperite dalle schede tecniche fornite dal costruttore.

3.6.4 Caratterizzazione acustica dell'area e ricettori utilizzati

Per quanto sin qui riportato, il parco fotovoltaico sarà realizzato in area prettamente agricola, caratterizzata da insediamenti agricoli con scarsità di abitazioni.

Inoltre, essendo il parco costituito da più campi, questi, per la maggior parte, hanno una distanza dai possibili ricettori, variabile da un minimo di 25 mt a oltre le centinaia di metri.

Nel seguito si riportano le verifiche i valori limite imposti dalla legislazione vigente sul ricettore più prossimo posto a 25 mt dal bordo del campo più vicino.

Per quanto riguarda poi i valori assunti è per il rumore di fondo, si è tratto dalla letteratura specifica un valore di 40 dB che risulta coerente con le caratteristiche dell'area, rimandando alla fase esecutiva una più puntuale campagna fonometrica.

Per la realizzazione del cavidotto viene ipotizzata una distanza, conservativa, da possibili ricettori di 50 metri. Lungo il percorso del cavidotto esterno non vi sono ricettori a distanze inferiori.

3.6.5 Emissione sonora del cantiere

Al fine di fugare qualsiasi dubbio interpretativo del contenuto della relazione fonometrica e degli elaborati relativi alle emissioni sonore degli impianti di progetto, nella presente relazione vengono chiariti alcuni concetti fondamentali della Acustica Applicata.

Propagazione del rumore in condizioni ideali

Il caso più semplice di propagazione del rumore, che può essere preso in considerazione, è quello in campo aperto libero e in atmosfera uniforme e tranquilla. Infatti, nella maggior parte dei casi, in cui l'energia sonora si propaga per via aerea direttamente dalla sorgente al ricettore, si fa riferimento a questo tipo di propagazione. La propagazione del rumore nell'ambiente esterno può essere analizzata essenzialmente riferendosi alle seguenti due tipologie di sorgenti:

- puntiforme (ad esempio una fabbrica o un aereo);
- lineare (ad esempio una strada o una ferrovia),

e quindi ai seguenti tipi di propagazione:

- sferica e semisferica omnidirezionale;
- cilindrica e semicilindrica.



Potenza sonora di una sorgente.

Il valore della Potenza sonora totale non può essere direttamente misurato, ma solo indirettamente e con opportuni calcoli, attraverso la Pressione sonora che risulta l'unica grandezza attualmente misurabile con i normali fonometri. Il livello di potenza sonora di una sorgente puntiforme è legato al livello di pressione sonora tramite la seguente relazione:

$$L_W = L_p + 10 \log \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

Dove L_p è il livello di pressione sonora misurato in prossimità della superficie di misura S , che racchiude completamente la sorgente in una sorta di ipotetico involucro, e S_0 rappresenta la superficie di riferimento pari ad 1 mq. Il livello di potenza sonora L_W è legato al livello di pressione sonora dalla seguente relazione:

$$L_{WA,ref} = L_{Aeq} - 6 + 10 \log \left(\frac{4\pi R^2}{S_0} \right)$$

Dove :

R = raggio della sfera ideale di involucro attorno alla sorgente sonora, corrispondete quindi alla distanza in mt tra il punto di emissione ed i punti in cui si sta valutando la rumorosità del campo fotovoltaico;

Di conseguenza è possibile, a partire dal valore di potenza sonora di una sorgente d'emissione, conoscere il valore di pressione sonora della stessa sorgente ad una determinata distanza:

$$L_p = L_W + 10 \log \left(\frac{1}{4\pi R^2} \right)$$

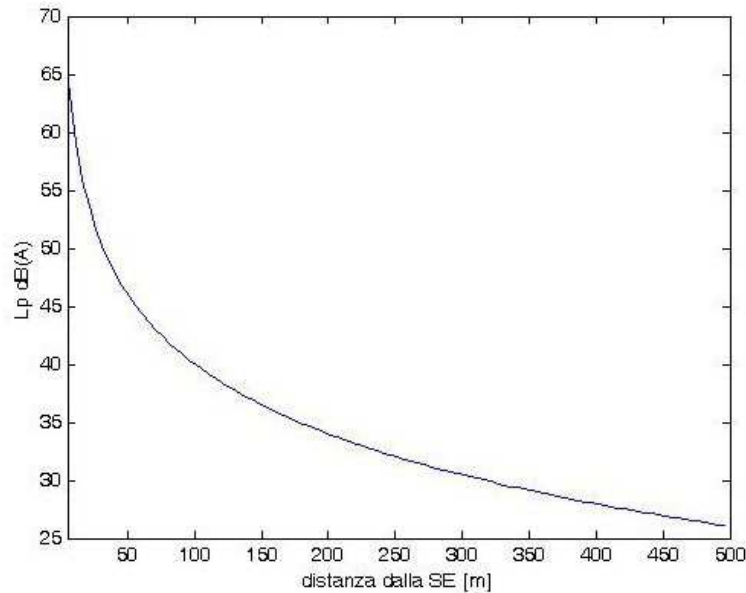
Nella pratica, poiché il livello di potenza sonora non è sempre noto a priori, è più conveniente calcolare L_p a partire da una misura di livello di pressione sonora L_{prif} ad una distanza sufficientemente piccola dalla sorgente. L'equazione base diventa quindi:

$$L_p = L_{prif} - 20 \log \left(\frac{r}{r_{rif}} \right)$$

Noto il Livello di pressione sonora della sorgente di emissione, e la distanza a cui è stato calcolato:

$L_{prif} = 60 \text{ dB (A)}$

$R_{rif} = 10 \text{ m}$



Di seguito, note le distanze dei ricettori dalla **SE** (Sorgente di Emissione) e le componenti dei livelli di pressione sonora, si determina l' $L_p(A)$ dovuto alle varie sorgenti di emissione presso il ricettore e in prossimità dell'impianto oggetto dell'intervento. Nella successiva tabella sono riportati i valori calcolati presso il ricettore ad una distanza sorgente-ricettore di 25 metri. Occorre evidenziare che le attività di cantiere si svolgeranno ad una distanza maggiore, ma come caso peggiorativo e in maniera altamente cautelativa consideriamo la distanza di riferimento quella dalla recinzione di cantiere al ricettore. L'area oggetto dell'intervento è identificata come "Tutto il territorio nazionale" il cui limite assoluto in orario diurno (orario delle lavorazioni di cantiere) è pari a 70.0 dB(A).

Per il calcolo dei livelli massimi di rumorosità previsti al ricettore durante le varie fasi per la realizzazione e la dismissione dell'impianto fotovoltaico, si utilizzerà la tradizionale formula di propagazione acustica per via aerea:

$$L_{pR} = L_W - 11 - 20 \log d + D$$

dove,

L_{pR} = Livello di rumorosità al ricettore (dBA);

L_W = Livello di potenza acustica della sorgente (dBA);

d = Cammino diretto Sorgente - Ricevitore (m);

D = Indice di direttività della sorgente (dB).

Al termine di direttività D si assegnerà il valore di 3 dB in quanto i macchinari operano a contatto con il terreno.

3.6.5.1 Realizzazione parco fotovoltaico

Di seguito si riportano i livelli attesi in facciata al ricettore più vicino al parco fotovoltaico che si ricorda essere ad una distanza minima di metri 25.



FASI DI LAVORO	ATTREZZATURE IMPIEGATE	LwA	Lp – 25 mt	LP cont.neità
1. RECINZIONI E APPRESTAMENTI DEL CANTIERE				
Realizzazione della recinzione e degli accessi di cantiere	Autocarro per trasporto	102.8	63.8	-----
Allestimento di depositi e baraccamenti di cantiere	Autocarro per trasporto	102.8	63.8	65.51
	Autogrù per movimentazione	99.6	60.6	
2.VIABILITA' INTERNA				
Scavo di sbancamento, pulizia o scotico eseguito con l'uso di mezzi meccanici per viabilità interna e viabilità esterna fino alla cabina di consegna.	Autocarro	102.8	63.8	68.90
	Escavatore	106.3	67.3	
F.P.O. geotessile su fondo scavo e formazione in misto granulare stabilizzato con aggregati naturali e livellazione finale con stabilizzato	Autocarro trasporto misto	102.8	63.8	67.17
	Bobcat per livellamento	101.4	62.4	
3.POSA IN OPERA CABINE				
Scavo a sezione aperta effettuato con mezzi meccanici per le cabine di trasformazione, cabina di monitoraggio e cabina di consegna, per un totale di 6 cabine	Escavatore	106.3	67.3	68.90
	Autocarro per trasporto	102.8	63.8	
Realizzazione del magrone di sottofondazione cabine Fornitura e posa in opera di calcestruzzo per strutture non armate.	Betoniera per getto cls	106.9	67.9	-----
F.P.O. cabine	Autogrù per movimentazione e posa	99.6	60.6	-----
Rinterro con materiale esistente nel cantiere	Bobcat per rinterro	101.4	62.4	-----
4.RECINZIONI E CANCELLATE				
F.P.O. di recinzione metallica costituita da pali di sostegno e rete metallica a maglia quadrata. I pali disostegno, posizionati ogni 3,50 m, saranno realizzati in tubolare di acciaio zincato e saranno infissi direttamente nel terreno;	Autocarro per trasporto	102.8	63.8	68.05
	Battipalo per posa pali	105.0	66.0	
Realizzazione Cancellato d'ingresso Scavo a sezione obbligata per realizzazione fondazione del cancello. Fornitura e posa in opera di acciaio di armatura e calcestruzzo a prestazione garantita. F.P.O. di cancello carrabile della tipologia ad ante a battente, costituito da due elementi mobili di dimensioni pari a 2,5 m, pannellati con rete metallica.	Escavatore	106.3	67.3	69.90
	Autocarro per trasporto	102.8	63.8	
	Betoniera per fornitura cls	106.9	67.9	-----
	Utensili elettrici per il montaggio	80.0	41	-----
5.REALIZZAZIONE IMPIANTO FV				
P.O. di pali di sostegno inseguitori solari mediante battitura	Autocarro	102.8	63.8	68.5
	Battipalo per posa pali	105.0	66	
F.P.O. pannelli fotovoltaici	Avvitatore a batteria	80.0	41	-----
6.IMPIANTO ELETTRICO E CABLAGGI – CAVIDOTTO INTERNO				
Scavo a sezione obbligata	Escavatore	106.3	67.3	-----



FASI DI LAVORO	ATTREZZATURE IMPIEGATE	LwA	Lp – 25 mt	LP cont.neità
F.P.O. sabbia di frantoio per formazione letto di posa	Autocarro	102.8	63.8	68.9
	Bobcat	101.4	62.4	
F.P.O. di cablaggi di connessione	Attrezzi manuali	nn	nn	
Rinterro con materiali esistenti in cantiere	Bobcat	101.4	62.4	----
Formazione strato di fondazione stradale in misto granulare	Autocarro trasporto misto	102.8	63.8	68.9
	Bobcat per livellamento	101.4	62.4	
Formazione strato sottofondo con pietrisco misto di cava 20/50	Autocarro trasporto misto	102.8	63.8	68.9
	Bobcat per livellamento	101.4	62.4	
7.REALIZZAZIONE ILLUMINAZIONE E VIDEO SORVEGLIANZA PARCO				
Scavo a sezione obbligata	Escavatore	106.3	67.3	----
F.P.O. sabbia di frantoio per formazione letto di posa	Autocarro	102.8	63.8	68.9
	Bobcat	101.4	62.4	
F.P.O. di cablaggi di connessione	Attrezzi manuali	nn	nn	----
Rinterro con materiali esistenti in cantiere	Bobcat	101.4	62.4	----
Armatura e getto cls fondazione pali illuminazione e videosorveglianza	Autobetoniera	106.9	67.3	----
Posa pali e accessori	Autocarro con gru	99.6	60.6	----

Come si vede dai risultati ottenuti, vi è il rispetto del limite di immissione. Anche volendo ipotizzare un caso non realistico, altamente peggiorativo, dell'esecuzione contemporanea di tutte le attività sopra descritte, alla distanza minima dal ricettore, si ha un livello sonoro al ricettore che rispetta il limite immissione per l'aera oggetto dell'intervento.

3.6.5.1 Realizzazione cavidotto

Di seguito si riportano i livelli attesi durante la realizzazione del cavidotto che collegherà i diversi campi, che compongono il parco fotovoltaico, con la SSEU di trasformazione AT/MT. Come già accennato in precedenza la distanza minima di riferimento considerata è pari a metri 50.

IMPIANTO ELETTRICO E CABLAGGI – CAVIDOTTO AREA EXTRA-URBANA DISTANZA DI RIFERIMENTO 50MT	ATTREZZATURE IMPIEGATE	LwA	Lp 50 mt	Lp 50 mt cumulativo
1 - Scavo a sezione obbligata	Taglia asfalto a disco	108.0	66.0	66.4
	Mini Escavatore	98.0	56.0	
2 - F.P.O. sabbia di frantoio per formazione letto di posa	Autocarro	102.8	60.8	63.2
	Bobcat	101.4	59.4	
3 - F.P.O. di cablaggi di connessione	Attrezzi manuali	Rumore di fondo cantiere		
4 - Rinterro con materiali esistenti in cantiere	Bobcat	101.4	59.4	59.4



IMPIANTO ELETTRICO E CABLAGGI – CAVIDOTTO AREA EXTRA-URBANA DISTANZA DI RIFERIMENTO 50MT	ATTREZZATURE IMPIEGATE	LwA	Lp 50 mt	Lp 50 mt cumulativo
5 - Formazione strato di fondazione stradale in misto granulare	Autocarro trasporto	102.8	60.8	63.2
	Bobcat per livellamento	101.4	59.4	
6 - Formazione strato sottofondo con pietrisco misto di cava 20/50	Autocarro trasporto	102.8	60.8	63.2
	Bobcat per livellamento	101.4	59.4	
7 - Formazione binder e strato di usura in conglomerato bituminoso	Mini finitrice per asfalto	102.2	60.2	60.2

Come si vede dai risultati ottenuti, vi è il rispetto del limite di immissione durante lo svolgimento delle fasi lavorative previste per la realizzazione del cavidotto.

3.6.6 Conclusioni

Con riferimento al cantiere in esame, a seguito dell'analisi effettuata e dei calcoli relativi, si ritiene che l'attività ricompresa all'interno dell'area del cantiere, intese come zone d'installazione dei pannelli fotovoltaici, possa produrre impatto acustico rispettoso dei limiti di immissione esistenti per tutti i campi in quanto non viene superato il limite dei 70 dB (A).

Le attività di cantiere produrranno un incremento della rumorosità nelle aree interessate: tali emissioni sono comunque limitate alle ore diurne e solo a determinate attività tra quelle previste.

In particolare, le operazioni che possono essere causa di maggiore disturbo, e per le quali saranno previsti specifici accorgimenti di prevenzione e mitigazione sono:

- utilizzo di battipalo;
- operazioni di scavo con macchine operatrici (pala meccanica cingolata, autocarro, ecc.);
- operazioni di riporto, con macchine che determinano sollecitazioni sul terreno (pala meccanica cingolata, rullo compressore, ecc);
- posa in opera del calcestruzzo/magrone (betoniera, pompa);
- trasporto e scarico materiali (automezzo, gru, ecc).

Le interazioni sull'ambiente che ne derivano sono modeste, dato che la durata dei lavori è limitata nel tempo e l'area del cantiere è comunque sufficientemente lontana da centri abitati.

Al fine di limitare l'impatto acustico in fase di cantiere sono comunque previste specifiche misure di contenimento e mitigazione.

Nello specifico sono previste le seguenti azioni:

- il rispetto degli orari imposti dai regolamenti comunali e dalle normative vigenti per lo svolgimento delle attività rumorose;



- la riduzione dei tempi di esecuzione delle attività rumorose utilizzando eventualmente più attrezzature e più personale per periodi brevi;
- la scelta di attrezzature meno rumorose e insonorizzate rispetto a quelle che producono livelli sonori molto elevati (ad es. apparecchiature dotate di silenziatori);
- attenta manutenzione dei mezzi e delle attrezzature (eliminare gli attriti attraverso periodiche operazioni di lubrificazione, sostituire i pezzi usurati e che lasciano giochi, serrare le giunzioni, porre attenzione alla bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive, verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori), prevedendo una specifica procedura di manutenzione programmata per i macchinari e le attrezzature;
- divieto di utilizzo in cantiere dei macchinari senza opportuna dichiarazione CE di conformità e l'indicazione del livello di potenza sonora garantito, secondo quanto stabilito dal D.Lgs. 262/02.
- Utilizzo di opportune barriere anti rumore per il contenimento del livello sonoro soprattutto per tutti i ricettori sensibili poste a distanza uguale o prossime a quelle utilizzate nei calcoli sopra riportati.
- Campagna fonometrica esecutiva in corso d'opera per la verifica dei livelli di pressione sonora.

3.7 Valutazioni finali sugli impatti durante la fase di cantiere

Emissioni in atmosfera

il progetto nel suo complesso (costruzione, esercizio e dismissione) non presenta particolari interferenze con questa matrice ambientale né presenta impatti residui.

La realizzazione del progetto rappresenta invece un impatto positivo sia per il clima che per la qualità dell'aria in quanto genera una potenziale riduzione di CO₂ in atmosfera, con le naturali ricadute sul clima.

Ambiente Idrico

Per la fase di costruzione i possibili impatti individuati sono i seguenti:

- impermeabilizzazione di aree (impatto diretto);
- contaminazione in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti, o dal serbatoio di alimentazione del generatore diesel di emergenza (impatto diretto).
- contaminazione da nitrati e fosfati

Durante la fase di costruzione una potenziale sorgente di impatto per gli acquiferi potrebbe essere lo sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti. Tuttavia, essendo le quantità di idrocarburi trasportati contenute, essendo gli acquiferi protetti da uno strato di terreno superficiale dello spessore medio di 6 m nella parte centrale ed essendo la parte di terreno incidentato prontamente rimosso in caso di contaminazione ai sensi



della legislazione vigente, è corretto ritenere che non vi siano rischi specifici né per l'ambiente idrico superficiale (l'area di progetto non insiste sul reticolo idrografico) né per l'ambiente idrico sotterraneo. Le operazioni che prevedono l'utilizzo di questo tipo di mezzi meccanici avranno una durata limitata e pertanto questo tipo d'impatto per questa fase è da ritenersi temporaneo. Qualora dovesse verificarsi un incidente, i quantitativi di idrocarburi riversati produrrebbero un impatto limitato al punto di contatto (impatto locale) di entità non percepibile.

Suolo e sottosuolo

Come riportato per l'ambiente idrico, si prevede che gli impatti potenziali sulla componente suolo e sottosuolo derivanti dalle attività di costruzione siano attribuibili all'utilizzo dei mezzi d'opera quali gru di cantiere e muletti, gruppo elettrogeno (se non disponibile energia elettrica), furgoni e camion per il trasporto. I potenziali impatti riscontrabili legati a questa fase sono introdotti di seguito e successivamente descritti con maggiore dettaglio:

- occupazione del suolo da parte dei mezzi atti all'approntamento dell'area e dalla progressiva disposizione dei moduli fotovoltaici (impatto diretto);
- compattazione del suolo con mezzi meccanici;
- contaminazione in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti (impatto diretto).

Durante la fase di scavo superficiale e di posa e successivo smontaggio dei moduli fotovoltaici saranno necessariamente indotte delle modifiche sull'utilizzo del suolo, circoscritto alle aree interessate dalle operazioni di cantiere.

L'occupazione di suolo, date le dimensioni limitate del cantiere, non induce significative limitazioni o perdite d'uso dello stesso. Inoltre, il criterio di posizionamento delle apparecchiature sarà condotto con il fine di ottimizzare al meglio gli spazi, nel rispetto di tutti i requisiti di sicurezza.

La compattazione del suolo in queste fasi sarà inevitabile, se non limitando al massimo l'uso di mezzi pesanti.

Si ritiene che questo tipo d'impatto sia di estensione *locale*. Durante queste fasi, l'area interessata dal progetto sarà delimitata, recintata, quindi progressivamente interessata dalla disposizione dei moduli fotovoltaici che, successivamente, durerà per tutta la vita dell'impianto. Limitatamente al perdurare della fase di costruzione l'impatto può ritenersi per natura di *breve durata* (durata prevista della fase di allestimento: circa 9 mesi) e *percepibile* per la natura delle opere che verranno progressivamente eseguite.

Durante le fasi di costruzione e dismissione una potenziale sorgente di impatto per la matrice potrebbe essere lo sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti. Tuttavia, essendo tali quantità di idrocarburi trasportati contenute e ritenendo che la parte del terreno incidentato venga prontamente rimosso in caso di contaminazione ai sensi della legislazione vigente, è corretto ritenere che non vi siano rischi specifici né per il suolo né per il sottosuolo. Le operazioni che prevedono l'utilizzo di questo tipo di mezzi meccanici avranno una durata limitata e pertanto la durata di questo tipo di impatto è da ritenersi *temporanea*. Qualora dovesse



verificarsi un'incidente, i quantitativi di idrocarburi riversati sarebbero ridotti e produrrebbero un impatto limitato al punto di contatto (impatto *locale*) e di entità *non percepibile*.

Tra le misure di mitigazione per gli impatti potenziali legati a questa fase si ravvisano:

- Ottimizzazione del numero dei mezzi di cantiere previsti;
- Riduzione degli attraversamenti su suolo dei mezzi meccanici pesanti;
- Utilizzo di kit anti-inquinamento in caso di sversamenti accidentali dai mezzi. Tali kit saranno presenti o direttamente in sito o sarà cura degli stessi trasportatori avere con se a bordo dei mezzi.

Biodiversità: Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi

Si ritiene che i potenziali impatti legati alle attività di costruzione siano i seguenti:

- aumento del disturbo antropico da parte dei mezzi di cantiere (impatto diretto);
- rischi di uccisione di animali selvatici da parte dei mezzi di cantiere (impatto diretto);

L'aumento del disturbo antropico legato alle operazioni di cantiere interesserà aree che presentano condizioni di antropizzazione già elevate (aree coltivate a seminativi). L'incidenza negativa di maggior rilievo consiste nel rumore e nella presenza dei mezzi meccanici che saranno impiegati per l'approntamento delle aree di Progetto, per il trasporto in sito dei moduli fotovoltaici e per l'installazione degli stessi. Come descritto nelle relazioni specialistiche al paragrafo precedente le specie vegetali e quelle animali interessate sono complessivamente di scarso interesse conservazionistico. Considerando la durata di questa fase del Progetto, l'area interessata e la tipologia delle attività previste, si ritiene che questo tipo di impatto sia di *breve termine*, estensione *locale* ed entità *non percepibile*.

L'uccisione di fauna selvatica durante la fase di cantiere potrebbe verificarsi principalmente a causa della circolazione di mezzi di trasporto sulle vie di accesso all'area di Progetto. Alcuni accorgimenti progettuali, quali la recinzione dell'area di cantiere, il rispetto dei limiti di velocità da parte dei mezzi utilizzati ed una verifica preventiva, saranno volti a ridurre la possibilità di incidenza anche di questo impatto. Considerando la durata delle attività di cantiere, l'area interessata e la tipologia delle attività previste, tale impatto sarà *a breve termine, locale* e non *percepibile*.

Il degrado e perdita di habitat di interesse faunistico è un impatto potenziale legato principalmente alla progressiva occupazione delle aree da parte dei moduli fotovoltaici e dalla realizzazione delle vie di accesso. Come emerge dalla baseline, sul sito di intervento non si identificano habitat di rilevante interesse faunistico, ma solo terreni caratterizzati da incolti e arbusteti degradati, interessati per le attività trofiche da specie faunistiche di scarso valore conservazionistico.

Come riportato nei paragrafi precedenti, l'accessibilità al sito sarà assicurata solo dalla viabilità già esistente, riducendo ulteriormente la potenziale sottrazione di habitat naturale indotta dal Progetto. Data la durata di questa fase del Progetto, l'area interessata e la tipologia di attività previste, si ritiene che questo l'impatto sia di *breve termine, locale e poco percepibile*.



Rumore

La principale fonte di rumore durante la fase di cantiere è rappresentata dai macchinari utilizzati per il movimento terra e la preparazione del sito, dai macchinari per la movimentazione dei materiali e dai veicoli per il trasporto dei lavoratori.

Dalla letteratura tecnica in materia, dai sopralluoghi e dalle stime del cronoprogramma dei lavori è possibile affermare che l'impatto sulla popolazione residente e sulla fauna eventualmente di passaggio, associato al rumore generato durante la fase di cantiere, sarà **non percepibile**, per il recettore popolazione dal momento che il primo centro abitato vicino è a 6 km di distanza e **percepibile**, per i ricettori sensibili (masserie) con un tempo di permanenza superiore alle quattro ore, ma attenuato dalle opportune opere di mitigazioni previste, così come per la fauna, ma in questo caso mitigato dall'opportuno cronoprogramma che rispetta il criterio di operare in periodi consoni alla presenza di fauna protetta.

Infatti, l'attività di costruzione sarà limitata nel tempo e sarà effettuata soltanto durante il giorno (quindi senza alcun impatto durante le ore notturne), mentre molte specie utilizzano la comunicazione sonora di notte (es. anfibi, alcune specie di uccelli) o in prossimità dell'alba (es. molti uccelli) e particolarmente durante il periodo primaverile / estivo.

Quindi la durata dei suddetti impatti sarà a **breve termine** e l'estensione **locale**.

4. Cronoprogramma dei lavori

Ricevute tutte le autorizzazioni e le concessioni relative al nuovo impianto, i tempi di realizzazione delle opere necessarie saranno in linea di massima brevi, presumibilmente dell'ordine di 16 mesi.

Tali tempi sono condizionati dalla posa in opera delle strutture portanti dei moduli.

Per quanto concerne la movimentazione dei materiali e l'accesso al sito, verrà utilizzata la viabilità esistente, così da limitare i costi e rendere minimo l'impatto con l'ambiente circostante.

Di seguito si riporta un cronoprogramma che affronta uno scenario possibile di costruzione del parco, a partire dalla fase di preparazione delle aree sino alla messa in esercizio.

Il tempo previsto per la realizzazione dell'intervento, compresi i tempi per la messa in esercizio e i ripristini finali, è pari a 18 mesi.

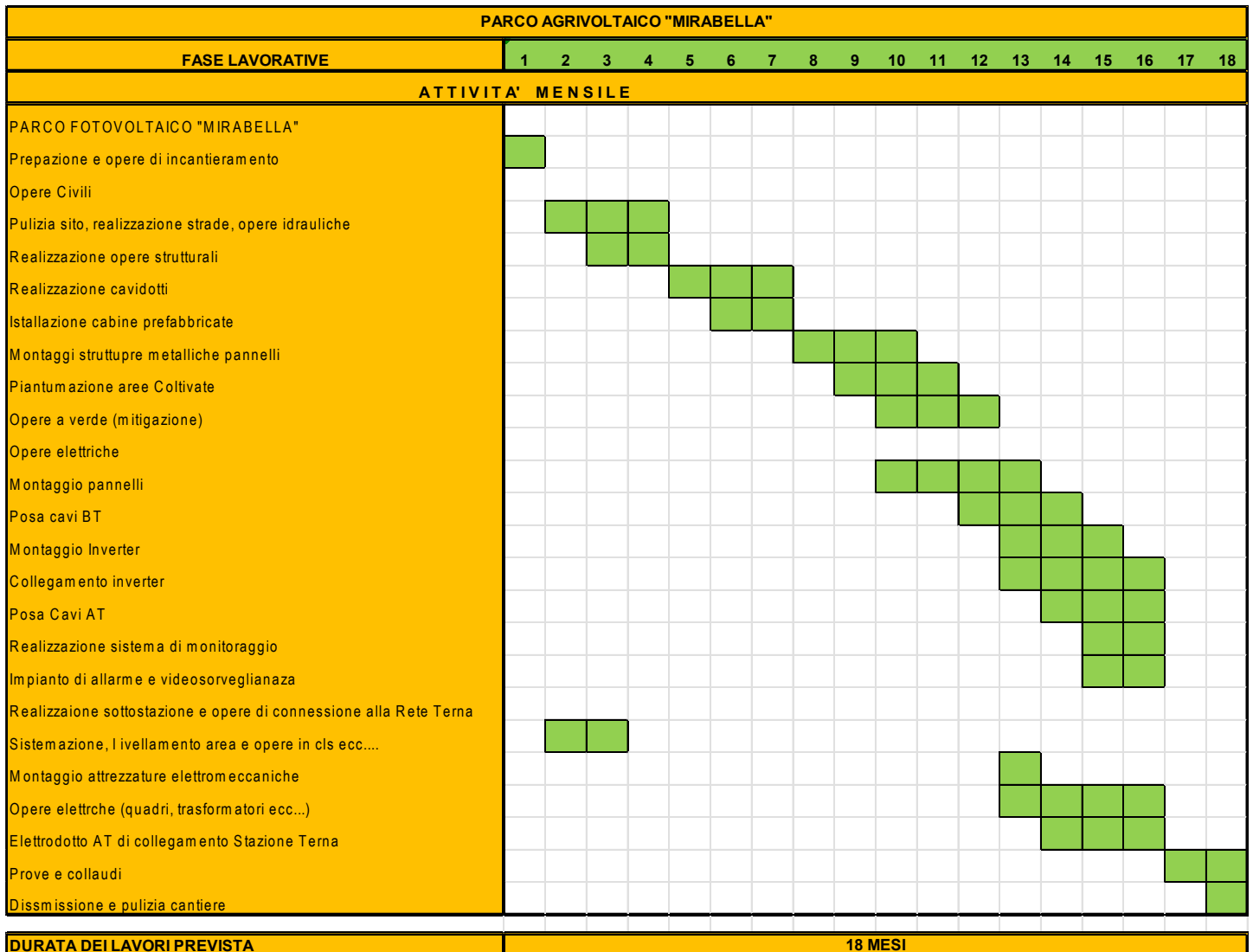


Diagramma di Gant

5. Ricaduta Occupazionale

Gli effetti per quanto riguarda l'ambito socio-economico sono positivi, in considerazione del fatto che saranno valorizzate maestranze e imprese locali per appalti nelle zone interessate dal progetto, tanto nella fase di costruzione quanto nelle operazioni di gestione e manutenzione.

Per quanto riguarda la fase di realizzazione dell'impianto, in relazione alla specificità dell'opera, le professionalità richieste saranno principalmente:

- Operai edili (muratori, carpentieri, addetti a macchine movimento terra).
- Topografi.
- Elettricisti generici e specializzati.
- Coordinatori.
- Progettisti.
- Personale di sorveglianza.



- Operai agricoli.

Le operazioni di messa in opera dell'impianto occuperanno un lasso temporale di circa 24 mesi; pertanto, si prevede l'impiego di personale generico e specializzato di ca. 120 unità per il suddetto periodo.