

REGIONE FRIULI - VENEZIA GIULIA

COMUNE DI BICINICCO (UD)
COMUNE DI SANTA MARIA LA LONGA (UD)

ATLAS SOLAR 1 s.r.l.
Via Cino Del Duca, 5
20122 MILANO (MI)
P.IVA 03035010309

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON FOTOVOLTAICO AD INSEGUITORI MONOASSIALI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, COMPRESIVO DI IMPIANTO AGRICOLO CON ANNESSO APIARIO, SITO NEI COMUNI DI BICINICCO (UD) E SANTA MARIA LA LONGA (UD), FORMATO DA DUE SEZIONI CIASCUNO PER UNA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 6668 KW E POTENZA IN A.C. DI 5860 KW, ALLA TENSIONE RETE DI 20 KV E DELLE RELATIVE OPERE DI RETE RICADENTI NEI COMUNI DI BICINICCO (UD), SANTA MARIA LA LONGA (UD) E PALMANOVA (UD)

PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

ELABORATO

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

DATA: 20/10/2021

SCALA : -

aggiornamento : 01.06.2022

**IL CONSULENTE PER GLI ASPETTI
AMBIENTALI E AGRONOMI**

Dott. Massimo Macchiarola



ATLAS RE

Energy for the Future

Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100
Partita IVA 02943070306
www.atlas-re.eu

revisione	descrizione	data	DOC RP3
A	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	20/10/2021	
B	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	01/06/2022	
C			

Sommario

SOMMARIO	1
1. PREMESSA	3
2. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO DI PROGETTO	5
2.1. Descrizione del progetto	5
2.2. Opere di connessione	8
2.3. Motivazioni della scelta del collegamento dell'impianto al punto di consegna dell'energia prodotta	11
2.4. Operazioni necessarie alla realizzazione dell'intervento	11
2.4.1. Livellamenti	11
2.4.2. Scolo delle acque meteoriche	11
2.4.3. Movimentazione terra	11
3. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA	14
3.1. Fasi della redazione del PMA	14
3.2. Identificazione delle componenti	14
3.3. Modalità temporale di espletamento delle attività	15
4. ATMOSFERA	16
4.1. Aspetti metodologici	16
4.2. Identificazione degli impatti da monitorare	17
5. MONITORAGGIO DEI PARAMETRI MICROCLIMATICI	18
6. SUOLO	19
6.1. Aspetti metodologici	19
6.2. Definizioni	21
6.3. Campionamento	21
6.4. Localizzazione e numero di campionamento	22
6.4.1. Numero di campionamenti	22
6.4.2. Profondità di prelevamento	23
6.4.3. Epoca di campionamento	24
6.4.4. Verbale di campionamento	24
6.4.5. Analisi e stato del terreno	24
6.4.6. Analisi fisico-chimiche	25
6.4.7. Analisi microbiologiche	26
6.4.8. Analisi sui metalli pesanti	26
7. ASPETTI METODOLOGICI RELATIVI ALLA FAUNA	27
8. RUMORE	27
8.1. Criteri metodologici adottati	29
8.2. Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio	30
8.3. Parametri acustici	30
8.3.1. Parametri Meteorologici	31
8.3.2. Parametri di inquadramento territoriale	31
8.4. Vibrazioni	32
8.4.1. Criteri metodologici adottati	32
8.4.2. Identificazione degli Impatti da Monitorare	33
8.4.3. Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio	33

8.4.4.	Identificazione dei punti di monitoraggio.....	36
9.	CONCLUSIONI.....	37
Indice delle figure		
	Figure 1-1. Rappresentazione schematica dei sottocampi su base ortofoto	3
	Figure 2-1. Aree destinate alla realizzazione del campo fotovoltaico contornate in rosso (stralcio PRG).....	6
	Figure 2-2. Veduta generale dell'intervento	6
	Figure 2-3. Tipologie essenze per fascia di mitigazione.....	6
	Figure 2-4. Vista aerea delle aree di pertinenza	7
	Figure 2-5. Rappresentazione grafica delle due sezioni di impianto agrivoltaico. Errore.	II
segnalibro non è definito.		
	Figure 2-6. Immagine esplicativa della perforazione teleguidata.....	9
	Figure 2-7. Vista d'insieme dell'impianto di connessione con collegamento cavi MT cavi MT interrati (in rosso) su base ortofoto.....	9
Indice delle tabelle		
	Tabella 2-1. Totale movimentazione per i campi agrivoltaici "Bicinico 1" e "Bicinico 2".....	12
	Tabella 6-1. Caratterizzazione fisico-chimica del suolo (ante-operam), mentre i parametri asteriscati saranno analizzati in corso d'opera	25
	Tabella 6-2. Concentrazioni di alcuni metalli pesanti in suolo coltivati e naturali.....	26
	Tabella 6-3. valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale-industriale"	27

1. PREMESSA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) riguarda la proposta di realizzazione di un impianto agrivoltaico con fotovoltaico ad inseguitori monoassiali per la produzione di energia elettrica, comprensivo di impianto agricolo con annesso apiario, sito nei comuni di Bicinicco (UD) e Santa Maria La Longa (UD) della ATLAS SOLAR 1 s.r.l., cod. fisc. 03035010309 con sede in via Cino Del Duca, 5 - 20122 Milano (MI), formato da due sezioni ciascuno per una potenza nominale massima di 6668 kw (potenza nominale massima complessiva 13336 KW) e potenza in A.C. di 5860 KW, alla tensione rete di 20 KV e delle relative opere di rete ricadenti nei Comuni di Bicinicco (UD), Santa Maria La Longa (UD) e Palmanova (UD)



Figure 1-1. Rappresentazione schematica dei sottocampi su base ortofoto

L'area d'interesse (di seguito "Area") per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico a terra ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 25,0 ha, nella disponibilità del proponente, anche se la superficie reale d'intervento risulta essere di circa 16,70 ha.

Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato di collegamento del campo fotovoltaico alla cabina primaria di e-distribuzione, questo avrà una lunghezza di circa 5,8 km e percorrerà la viabilità esistente. Saranno posizionate due cabine di consegna (una per il campo agrivoltaico "Bicinicco – Santa Maria la Longa 1" e una per il campo agrivoltaico "Bicinicco – Santa Maria la Longa 2" e denominate rispettivamente "Cabina FTV Felettis 1" e "Cabina FTV Felettis 2"). La "cabina FTV Felettis 1" si collegherà alla rete elettrica esistente di e-distribuzione sia con un elettrodotto elicordato ad elica (20 KV) in prossimità di un sostegno esistente internamente al sito d'intervento e sia alla cabina primaria di e-distribuzione "Palmanova". La "cabina FTV Felettis 2" si collegherà alla rete elettrica esistente di e-distribuzione con un elettrodotto elicordato ad elica (a 20 KV) alla

cabina primaria di e-distribuzione “Palmanova”.

L'Area è ubicata Regione Friuli Venezia Giulia, nei Comuni di Bicinicco (UD) e Santa Maria la Longa (UD), ad una quota di circa 35 ml s.l.m. e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante.

Più precisamente l'impianto agrivoltaico “Biciniccò-Santa Maria la Longa 1” interesserà i due comuni, mentre l'impianto agrivoltaico “Biciniccò-Santa Maria la Longa 2” interesserà solo il comune di Santa Maria la Longa (UD).

L' Area oggetto dell'intervento è ubicata a sud-est del comune di Bicinicco (UD) e a sud-ovest del comune di Santa Maria la Longa (UD).

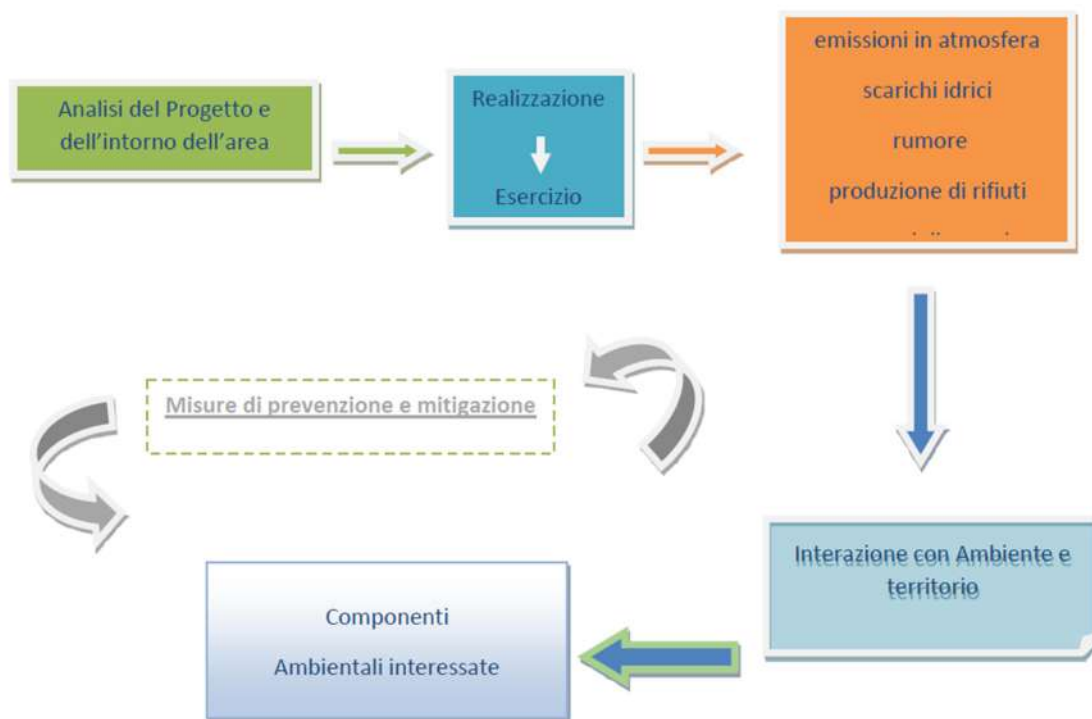
Nell'ambito del procedimento autorizzativo relativo alla procedura di VIA, ai sensi dell'art. 22 comma 3 lettera e) del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. per la realizzazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica si intende trasmettere a corredo del progetto presentato e dello Studio di Impatto ambientale il “Progetto di Monitoraggio Ambientale”.

Con il presente lavoro saranno fornite tutte le informazioni necessarie relative alle varie fasi del cantiere in modo tale da potere determinare le possibili interazioni sull'ambiente derivanti dagli interventi in progetto ed il loro conseguente impatto.

Sono stati definiti due scenari o stati di riferimento ai quali riferirsi per la valutazione:

- scenario ante – operam (o stato di fatto), rappresentativo della situazione attuale delle componenti ambientali;
- scenario post – operam (o stato futuro), rappresentativo della situazione delle componenti ambientali, economiche e sociali dopo la realizzazione degli interventi in progetto.

La metodologia utilizzata per l'individuazione delle interazioni ambientali è rappresentata nel seguente schema grafico:



2. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO DI PROGETTO

2.1. Descrizione del progetto

L' Area è ubicata nella Regione Friuli Venezia Giulia, nel territorio comunale di Bicinicco (UD) e Santa Maria La Longa (UD) ad una quota altimetrica di circa 35 m s.l.m., con ingresso da strada pubblica (strada comunale Cividade) e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante.

Più precisamente l'impianto agrivoltaico "Bicinico-Santa Maria la Longa 1" interesserà i due comuni, mentre l'impianto agrivoltaico "Bicinico-Santa Maria la Longa 2" interesserà solo il comune di Santa Maria la Longa (UD).

L' Area oggetto dell'intervento è ubicata a sud-est del comune di Bicinicco (UD) e a sud-ovest del comune di Santa Maria la Longa (UD).

L'Area ricade, per entrambi i comuni, in zona omogenea "E" – Sottozona "E5" per ciò che riguarda il comune di Bicinicco (UD) ed "E6" per quanto riguarda il comune di Santa Maria la Longa (UD), entrambe con destinazione d'uso agricola.

La predetta "area" sarà adibita all'impianto agrivoltaico suddiviso in due sezioni così distinte:

- Sezione denominata "Bicinico - Santa Maria La Longa 1" – superficie complessiva a disposizione del proponente pari a circa mq 147.066 e superficie d'intervento pari a circa mq 89000;
- Sezione denominata "Bicinico - Santa Maria La Longa 2" – superficie complessiva a disposizione del proponente pari a circa mq 100.655 e superficie d'intervento pari a circa mq 78000.

Le Aree sono ubicate nella Regione Friuli Venezia Giulia, nel Comune di Bicinicco e Santa Maria la Longa (Provincia di Udine) ad una quota altimetrica di circa 35 m s.l.m., con ingresso da strada pubblica (strada comunale Cividade) e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante. L'Area oggetto dell'intervento è ubicata geograficamente a Sud-Est del centro abitato del Comune di Bicinicco e a Sud-Ovest del Comune di Santa Maria la Longa.

Le coordinate geografiche del sito sono:

Sottocampo	Geografiche WGS84	
	LAT	LONG
"Bicinico - Santa Maria La Longa 1" (baricentro)	45.924811°	13.267729°

Sottocampo	Geografiche WGS84	
	LAT	LONG
"Bicinico - Santa Maria La Longa 2" (baricentro)	45.925647°	13.270990°

Tutte e due le aree ricadono in zona omogenea "E" con destinazione agricola.

Nello specifico l'area interessata risulta inserita in un contesto paesaggistico di tipo rurale con presenza, nelle immediate vicinanze, di sporadiche costruzioni edilizie e presenza di un complesso industriale nella parte nord-ovest.



Figure 2-1. Aree destinate alla realizzazione del campo fotovoltaico contornate in rosso (stralcio PRG)



Figure 2-2. Veduta generale dell'intervento

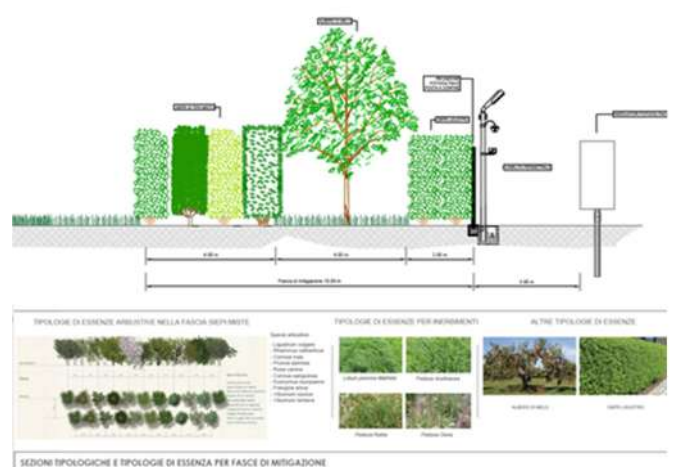


Figure 2-3. Tipologie essenze per fascia di mitigazione

L'ingresso alle aree è ubicato su strade comunali (strada comunale Cividade).

Le opere di connessione, costituite da elettrodotto interrato, ricadono in parte nel Comune di Bicinicco (UD), in parte nel Comune di Santa Maria la Longa (UD) e in parte nel comune di Palmanova (UD).

Per quanto riguarda le specifiche catastali si rimanda alla Relazione Tecnica.

Tutto ciò attiene all'impianto agrivoltaico.

Per quanto riguarda le opere di connessione del campo fotovoltaico alla rete nazionale, queste sono state elencate da e-distribuzione nei rispettivi "preventivi di connessione" e riguardano la costruzione di due linee elettriche di media tensione (20 KV) in cavi interrati e necessarie al collegamento di due nuove cabine di connessione (costituite ciascuno da un blocco prefabbricato),

ubicata ciascuna all'interno dell'area a disposizione del proponente, nel Comune di Bicinicco (UD), rispettivamente al foglio di mappa n. 11, particella n. 113; le opere di connessione prevedono anche, per il campo denominato "Bicinico-Santa Maria la Longa 1", il collegamento della rispettiva cabina di consegna (Cabina FTV Felettis 1) alla linea esistente di E-Distribuzione esistente nell'area oggetto dell'intervento, attraverso l'inserimento a questa utilizzando un sostegno esistente.

Da un punto di vista amministrativo, il campo "Bicinico-Santa Maria la Longa 1" sarà collegato alla rete nazionale di E-Distribuzione tramite il preventivo di connessione avente codice di rintracciabilità 269414989 che prevede la realizzazione di una cabina di consegna denominata "cabina FTV Felettis 1", mentre il campo "Bicinico-Santa Maria la Longa 2" sarà collegato alla rete nazionale di E- Distribuzione tramite il preventivo di connessione avente codice di rintracciabilità 269434952 che prevede la realizzazione di una cabina di consegna denominata "cabina FTV Felettis 2".

In particolare i due elettrodotti interrati (costituiti ciascuno da una terna di cavi elicordati ad elica in alluminio da 240 mmq), nel percorso di connessione, attraverseranno una viabilità interna, asfaltata, per circa 1000 ml per poi imboccare via G. Verdi e percorrerla per circa 200 ml. Si raggiunge la SP71 e la si percorre per circa 550 ml fino a intersecare via Roiale. Si percorre ancora la SP71 per circa 1250 ml sino a raggiungere Viale San Marco, quest'ultimo interessato per circa 100 ml sino ad intersecare Via Mazzini. Si procederà su via Mazzini per circa 1450 ml sino a raggiungere la SR 252 che verrà interessata per un tratto di circa 1250 ml fino ad arrivare alla cabina primaria "Palmanova" di e-distribuzione, punto in cui ci si immetterà con l'elettrodotto interrato. Lungo tale percorso si dovranno attraversare dei canali d'acqua, la sede autostradale (A23 tratto Palmanova – Tarvisio) e la ferrovia, il superamento dei quali sarà possibile applicando la tecnica del "no dig" o "perforazione teleguidata" che permette la posa in opera di tubazioni e cavi interrati senza ricorrere agli scavi a cielo aperto e senza compromettere il naturale flusso del corso d'acqua.

All'impianto fotovoltaico, inoltre, sarà associato un impianto di agro-voltaico per la realizzazione di un apiario con la piantumazione di siepi ed alberi melliferi per l'aumento della biodiversità e consentire, quindi, lo sviluppo di un apiario nell'area di progetto, del quale se ne parlerà in apposita relazione allegata alla presente.

Le aree di pertinenza dell'impianto vengono rappresentate nelle allegate planimetrie.

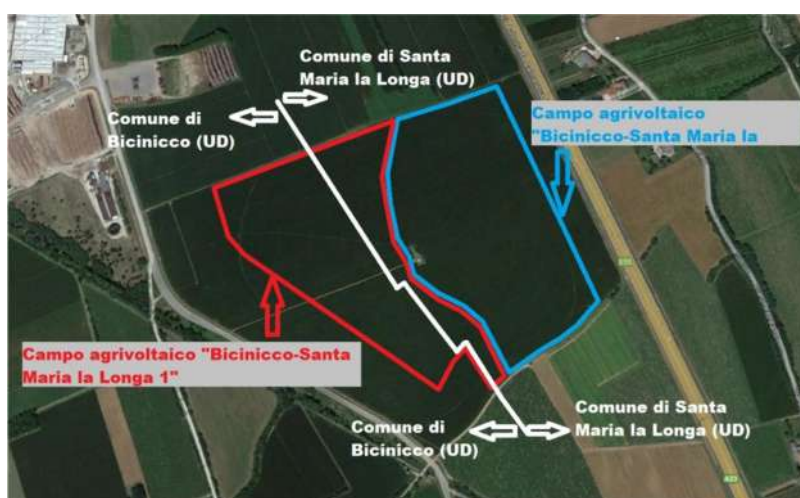


Figure 2-4. Vista aerea delle aree di pertinenza

2.2. Opere di connessione

Per quanto riguarda le opere di connessione del campo fotovoltaico alla rete nazionale, queste sono state elencate da e-distribuzione nei rispettivi “preventivi di connessione” e riguardano la costruzione di due linee elettriche di media tensione (20 KV) in cavi interrati e necessarie al collegamento di due nuove cabine di connessione (costituite ciascuno da un blocco prefabbricato), ubicate ciascuna all’interno dell’area a disposizione del proponente, nel Comune di Bicinicco (UD), rispettivamente al foglio di mappa n. 11, particella n. 113; le opere di connessione prevedono anche, per il campo denominato “Bicinico-Santa Maria la Longa 1”, il collegamento della rispettiva cabina di consegna (Cabina FTV Felettis 1) alla linea esistente di E-Distribuzione esistente nell’area oggetto dell’intervento, attraverso l’inserimento a questa utilizzando un sostegno esistente.

Da un punto di vista amministrativo, il campo “Bicinico-Santa Maria la Longa 1” sarà collegato alla rete nazionale di E-Distribuzione tramite il preventivo di connessione avente codice di rintracciabilità 269414989 che prevede la realizzazione di una cabina di consegna denominata “cabina FTV Felettis 1”, mentre il campo “Bicinico-Santa Maria la Longa 2” sarà collegato alla rete nazionale di E-Distribuzione tramite il preventivo di connessione avente codice di rintracciabilità 269434952 che prevede la realizzazione di una cabina di consegna denominata “cabina FTV Felettis 2”.

Le opere di connessione, costituite da elettrodotto interrato, ricadono in parte nel Comune di Bicinicco (UD), in parte nel Comune di Santa Maria la Longa (UD) e in parte nel comune di Palmanova (UD).

Per quanto riguarda l’elettrodotto interrato di collegamento del campo fotovoltaico alla cabina primaria di e-distribuzione, questo avrà una lunghezza di circa 5,8 km e percorrerà la viabilità esistente.

Saranno posizionate due cabine di consegna (una per il campo agrivoltaico “Bicinico – Santa Maria la Longa 1” e una per il campo agrivoltaico “Bicinico – Santa Maria la Longa 2” e denominate rispettivamente “Cabina FTV Felettis 1” e “Cabina FTV Felettis 2”). La “cabina FTV Felettis 1” si collegherà alla rete elettrica esistente di e-distribuzione sia con un elettrodotto elicordato ad elica (20 KV) in prossimità di un sostegno esistente internamente al sito d’intervento e sia alla cabina primaria di e-distribuzione “Palmanova”. La “cabina FTV Felettis 2” si collegherà alla rete elettrica esistente di e-distribuzione con un elettrodotto elicordato ad elica (a 20 KV) alla cabina primaria di e-distribuzione “Palmanova”.

In particolare i due elettrodotti interrati (costituiti ciascuno da una terna di cavi elicordati ad elica in alluminio da 240 mmq), nel percorso di connessione, attraverseranno una viabilità interna, asfaltata, per circa 1000 ml per poi imboccare via G. Verdi e percorrerla per circa 200 ml. Si raggiunge la SP71 e la si percorre per circa 550 ml fino a intersecare via Roiale. Si percorre ancora la SP71 per circa 1250 ml sino a raggiungere Viale San Marco, quest’ultimo interessato per circa 100 ml sino ad intersecare Via Mazzini. Si procederà su via Mazzini per circa 1450 ml sino a raggiungere la SR 252 che verrà interessata per un tratto di circa 1250 ml fino ad arrivare alla cabina primaria “Palmanova” di e-distribuzione, punto in cui ci si immetterà con l’elettrodotto interrato.

Lungo tale percorso si dovranno attraversare dei canali d’acqua, la sede autostradale (A23 tratto Palmanova – Tarvisio) e la ferrovia, il superamento dei quali sarà possibile applicando la tecnica del “no dig” o “perforazione teleguidata” che permette la posa in opera di tubazioni e cavi interrati senza ricorrere agli scavi a cielo aperto e senza compromettere il naturale flusso del corso

d'acqua. Di seguito un'immagine esplicativa della tecnica prevista.

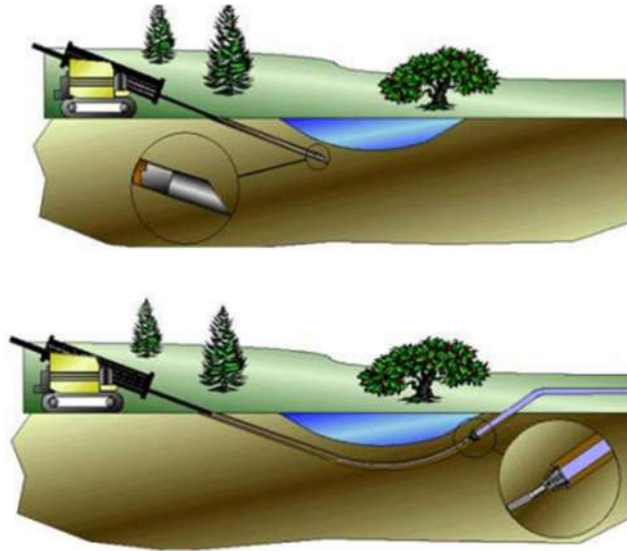


Figure 2-5. Immagine esplicativa della perforazione teleguidata

All'impianto fotovoltaico, inoltre, sarà associato un impianto di agro-voltaico per la realizzazione di un apiario con la stomi di siepi ed alberi melliferi per l'aumento della biodiversità e consentire, quindi, lo sviluppo di un apiario nell'area di progetto, del quale se ne parlerà in apposita relazione allegata alla presente.

Nel seguito una rappresentazione planimetrica su ortofoto delle opere di connessione.

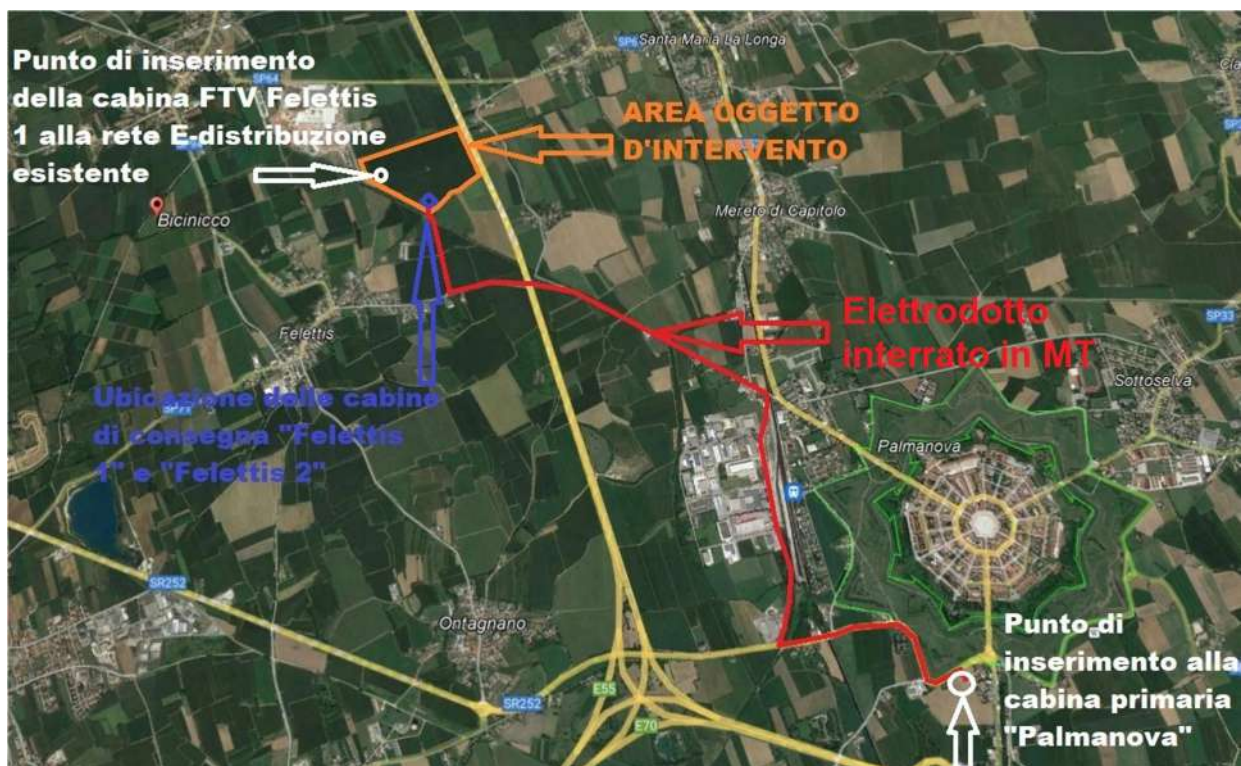


Figure 2-6. Vista d'insieme dell'impianto di connessione con collegamento cavi MT cavi MT interrati (in rosso) su base ortofoto

Per la realizzazione dei campi fotovoltaici occorre effettuare una serie di operazioni propedeutiche che possono riassumersi come di seguito elencato:

- pulizia completa dell'intera superficie dell'intervento, ivi compresi i canali esistenti;
- livellamenti delle superfici con materiale idoneo proveniente dalle cave di prestito e formazione della viabilità interna. Essendo l'intera superficie d'intervento del tutto pianeggiante, tale lavorazione si rende necessaria per pianare piccole irregolarità del terreno e per fornire una minima pendenza tale da facilitare il deflusso delle acque meteoriche e disperderle in maniera naturale data l'assenza di superfici impermeabilizzanti.
- Effettuate queste operazioni preliminari, si può procedere alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e cabine elettriche.

La realizzazione delle opere dovrà essere preceduta da approvazione da parte della Commitenza e dalla presentazione della documentazione necessaria l'autorizzazione e l'esecuzione delle opere stesse, nonché dalla redazione di progetto esecutivo.

Tutti e due i campi fotovoltaici sono caratterizzati dai seguenti componenti:

- strutture per il supporto dei moduli (tracker mono-assiali) ciascuna alloggiante i moduli fotovoltaici disposti in verticale su due file in modalità "portrait"; tali strutture di supporto costituiscono una stringa elettrica e ciascuna di esse presenta n. 24 moduli fotovoltaici;
- moduli fotovoltaici in silicio monocristallino della tipologia Jinkosolar da 580 Wp o similare. Per i moduli fotovoltaici, essendo questi in continua crescita tecnologica, potranno adottarsi tecnologie e potenze diverse tali da garantire le stesse prestazioni e potenze di produzione ma tali da offrire una diminuzione delle strutture di supporto e una diversa distribuzione sulle aree d'intervento. In fase esecutiva potranno definirsi i moduli fotovoltaici che il mercato riuscirà a garantire e in tale sede si potranno definire, se le prestazioni tecnologiche lo consentiranno, le distribuzioni degli stessi, fermo restando tutte le caratteristiche di potenza di produzione definita dal presente progetto;
- inverter della tipologia SMA Solar Technology AG del tipo Sunny Central 2930- UP, o similare, dotate di trasformatore, il tutto rinchiuso in strutture denominate "Power Station" dotate anche di vani tecnici per i servizi ausiliari e da ubicare all'interno della proprietà secondo le posizioni indicate nell'elaborato planimetria impianto. Anche per tali elementi vale quanto già detto al punto precedente per i moduli fotovoltaici;
- containers in metallo inteso come vano tecnico, previsto in numero di uno per ogni sottocampo, per la gestione dell'impianto apiario previsto in progetto;
- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in BT/MT;
- aree di stoccaggio materiali posizionate in diversi punti del parco, le cui caratteristiche (dimensioni, localizzazione, accessi, etc) verranno decise in fase di progettazione esecutiva;
- cavidotto interrato in MT (20 kV) di collegamento tra le cabine di campo (cabine inverter)

e le cabine principali d'impianto e da questa alla sottostazione di trasformazione utente MT/AT;

- rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem o tramite comune linea telefonica;
- impianto di agro-forestazione con relativo apiario.

Le caratteristiche tecniche, il numero, i rapporti dimensionali di ciascuno dei componenti sopra esposti sarà descritto ed elencato in apposita relazione allegata alla presente.

2.3. Motivazioni della scelta del collegamento dell'impianto al punto di consegna dell'energia prodotta

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete MT saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 11-20, CEI 0-16, CEI 82-25 e dalle prescrizioni di e-distribuzione, per clienti produttori dotati di generatori che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica.

A seguito delle richieste di connessione, E-Distribuzione emetteva tre distinti preventivi di connessione, aventi codici di rintracciabilità n. 269434952 e 269414989, ciascuno dei quali prevede una linea di connessione.

Pertanto, le opere necessarie alla realizzazione della connessione riguardano la costruzione di due linee elettriche di media tensione (20 KV) in cavo interrato elicordato ad elica (in alluminio con sezione di 240 mmq), atta al collegamento di due nuove cabine di consegna (ciascuna costituita da un blocco prefabbricato delle dimensioni di ml. 9,50 x ml 2,50), ubicate nel Comune di Bicinicco (UD) al foglio di mappa n. 11, particella n. 113, alla cabina primaria AT/MT di "Palmanova", il tutto interessando anche il comune di Santa Maria la Longa (UD) e il comune di Palmanova (UD), secondo gli schemi elettrici di cui alle STD di e-distribuzione.

2.4. Operazioni necessarie alla realizzazione dell'intervento

2.4.1. Livellamenti

Sarà necessaria una pulizia propedeutica del terreno dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti. L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto. Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa del locale cabina d'impianto e dei locali cabina di trasformazione BT/MT. La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno. La posa delle canale portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento. Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato. Né saranno necessarie opere di contenimento del terreno. In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

2.4.2. Scolo delle acque meteoriche

Si prevede un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane verso i canali naturali esistenti. Tale sistema avrà il solo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo, seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

2.4.3. Movimentazione terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata per ciò che attiene all'intero intervento.

Tabella 2-1. Totale movimentazione per i campi agrivoltaici "Bicinico 1" e "Bicinico 2"

Platea cabine di campo, cabina di consegna e vani tecnici			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
6.90 x 3.30 x 0.40	9.11	4	36.44
12.65 x 3.00 x 0.40	15.18	2	30.36
10.40 x 3.40 x 0.40	35.36	4	141.44
Fondazioni cancello d'ingresso			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
5.00 x 0.60 x 0.90	2.70	2	5.40
Per blocchi di fondazione dei pali d'illuminazione			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
0.60 x 0.60 x 0.60	0.22	53	11.66
Somma			225.30
Per stesura linee elettriche e di terra interne al campo			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
(550.00 + 2100.00 + 1500.00) x 0.50 x 1.00	2075.00	1	2075.00
VOLUME TOTALE MC			2300.30

Opere di connessione – stesura linee elettriche MT interrato			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
(5700.00 + 50.00) x 0.60 x 1.20	4140.00	1	4140.00
A detrarre attraversamenti "no-dig": 960.00 x 0.60 x 1.20	-691.20	1	-691.20
Perforazioni con tecnica "no-dig": 960.00 x 3.14 x 0.20 x 0.20	120.58	120 .58	120.58
Totale mc			3569.38

Per quanto attiene ai volumi eccedenti e riferiti alla realizzazione dei campi fotovoltaici, si può tranquillamente affermare che tali quantità saranno riutilizzati in loco per il livellamento e sistemazione superficiale di tutta l'area d'intervento.

Per quanto riguarda le opere di connessione, considerando che la terra movimentata per gli scavi necessari per la posa delle linee elettriche viene riutilizzata per ricoprire gli stessi scavi per una percentuale di circa l'80% (considerando anche che alcuni tratti saranno eseguiti con la tecnica del no-dig), se ne deduce la quantità di terra in eccesso risultante dagli interventi di scavo e sbancamento del terreno necessari per la realizzazione delle opere di connessione è pari a circa 720,00 mc (20% di 3569.38 mc).

Per smaltire la terra in eccesso risultante dalle attività di scavo e sbancamento si potrà procedere in uno dei seguenti modi:

1. spargimento sul terreno in modo omogeneo del volume accumulato (realizzabile a se-

conda dell'andamento dell'organizzazione di cantiere realizzabile a seconda dell'andamento dell'organizzazione di cantiere e fatta salva la verifica del materiale scavato per poter essere idoneo al successivo riutilizzo); in questo caso, considerando l'intera superficie a disposizione (pari a circa 252971.00 mq), lo strato superficiale aggiunto avrebbe un'altezza media inferiore a 0.003 ml (pari a 3 mm). Oppure:

2. smaltimento del terreno mediante autocarri (tramite ditta specializzata in riciclaggio materiali edili e/ pubblica discarica).

Nella seconda ipotesi, considerando una densità di riferimento media per il terreno vegetale di 1,8 t/mc e una quantità orientativa di terreno da smaltire di 720,00 mc, si ottiene una prima stima in peso di circa 1300 tonnellate da smaltire.

Supponendo l'utilizzo di autocarri della portata di 30 t ciascuno, si può calcolare in prima approssimazione un numero di viaggi intorno a 44 (ogni viaggio si intende come "andata" e "ritorno").

In fase di cantiere si può tuttavia optare per una soluzione ibrida tra le due sopra esposte oppure, visto i valori contenuti del materiale scavato, si può tranquillamente optare per la prima soluzione.

3. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale relativo all'impianto fotovoltaico "In Progetto" persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nel SIA (fase di costruzione e di esercizio);
- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Tali obiettivi verranno raggiunti attraverso il monitoraggio dei parametri microclimatici (temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione e radiazione solare) nonché dei parametri chimico-fisici e microbiologici del suolo (tessitura, pH, calcare totale, calcare attivo, sostanza organica, CSC, N totale, P assimilabile, conduttività elettrica, Ca scambiabile, K scambiabile, Mg scambiabile, rapporto Mg/K, Carbonio e Azoto della biomassa microbica) che descriva metodi di analisi, ubicazione dei punti di misura e frequenza delle rilevazioni durante la vita utile dell'impianto, e preveda una caratterizzazione del sito ante-operam.

3.1. Fasi della redazione del PMA

Per la corretta redazione del PMA relativo all'impianto fotovoltaico in progetto (condotta in riferimento alla documentazione relativa al Progetto Definitivo e allo Studio di Impatto Ambientale, si è proceduti a:

- analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente;
-
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
-
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree da monitorare;

3.2. Identificazione delle componenti

Le componenti ed i fattori ambientali ritenuti significativi, che sono stati analizzati all'interno della presente relazione, sono così intesi ed articolati:

- atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- suolo: inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;
- complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti;
- rumore, considerato in rapporto all'ambiente umano;
- vibrazioni, considerato in rapporto all'ambiente umano;

- Campi elettromagnetici, considerati in rapporto all'ambiente umano.

La documentazione sarà standardizzata in modo da rendere immediatamente confrontabili le tre fasi di monitoraggio ante - operam, in corso d'opera e post - operam.

A tal fine il PMA è pianificato in modo da poter garantire:

- il controllo e la validazione dei dati;
- l'archiviazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni;
- le restituzioni tematiche;
- le informazioni ai cittadini.

3.3. Modalità temporale di espletamento delle attività

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate.

Monitoraggio ante-operam

Sulla base dei dati dello SIA, che dovranno essere aggiornati in relazione all'effettiva situazione ambientale che precede l'avvio dei lavori, il PMA dovrà prevedere:

- l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;
- l'eventuale predisposizione dei dati di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica a partire da dati sperimentali o da output di preprocessori meteorologici (qualora si intenda affrontare il monitoraggio della qualità dell'aria con un approccio integrato (strumentale e modellistico);

Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatrici dei lavori. Pertanto, il monitoraggio in corso d'opera sarà condotto per fasi successive, articolate in modo da seguire l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le indagini saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata.

Le fasi individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio post - operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera, e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere.

4. ATMOSFERA

4.1. Aspetti metodologici

La campagna di monitoraggio riguardante la componente atmosfera ha lo scopo di valutare: Temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione e radiazione solare.

Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria è influenzata da vari fattori, tra cui la latitudine, l'altitudine, l'alternarsi del dì e della notte e delle stagioni, la vicinanza del mare; essa, a sua volta, influisce sulla densità dell'aria e ciò è alla base di importanti processi atmosferici.

La temperatura dell'aria verrà misurata tramite sensori di temperatura dell'aria per applicazioni meteorologiche montati in schermi antiradianti (a ventilazione naturale o forzata) ad alta efficienza.

Umidità

L'umidità è una misura della quantità di vapor acqueo presente nell'aria. La massima quantità di vapor d'acqua che una massa d'aria può contenere è tanto maggiore quanto più elevata è la sua temperatura. Pertanto le elaborazioni non sono espresse in umidità assoluta, bensì in umidità relativa, che è il rapporto tra la quantità di vapor d'acqua effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura. Nel periodo estivo, valori pari al 100% di umidità relativa corrispondono a condensazione, ovvero ad eventi di pioggia. La componente umidità verrà misurata e monitorata tramite termoigrometri specificatamente disegnati per applicazioni meteorologiche dove possono essere richieste misure in presenza di forti gradienti termici ed igrometrici, considerato che il clima della regione e del sito di installazione hanno valori percentuali di umidità specie nei periodi estivi molto elevati.

Velocità e direzione del vento

In meteorologia il vento è il movimento di una massa d'aria atmosferica da un'area con alta pressione (anticiclonica) a un'area con bassa pressione (ciclonica). In genere con tale termine si fa riferimento alle correnti aeree di tipo orizzontale, mentre per quelle verticali si usa generalmente il termine correnti convettive che si originano invece per instabilità atmosferica verticale. Le misurazioni saranno effettuate tramite sensori combinati di velocità e direzione del vento, con anemometri a coppe e banderuola e ultrasonici, per l'installazione dei dispositivi di misurazione si sceglieranno dei punti idonei in modo tale da reperire in maniera coerente sia la velocità massima-minima e media e soprattutto la direzione prevalente del vento.

Pressione atmosferica

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 0 °C su una superficie unitaria di 1 cm², che corrisponde alla pressione di una colonnina di mercurio di 760 mm che corrisponde a 1013,25 hPa (ettopascal) o mbar (millibar).

La pressione atmosferica è influenzata dalla temperatura dell'aria e dall'umidità che, al loro aumentare, generano una diminuzione di pressione.

Gli spostamenti di masse d'aria fredda e calda generano importanti variazioni di pressione. Infatti non è tanto il valore assoluto di pressione che deve interessare, ma la sua variazione nel tempo.

Nelle giornate di alta pressione, l'umidità e gli inquinanti contenuti nell'atmosfera vengono "premuti" verso il basso e costretti a rimanere concentrati in prossimità del suolo, generando inevitabilmente un peggioramento della qualità dell'aria. Tra le sostanze principali che "subiscono" questo

meccanismo di accumulo vi sono senz'altro il biossido di azoto, l'ozono e le polveri sottili.

La pressione atmosferica verrà rilevata attraverso appositi sensori barometrici.

Precipitazioni

Quando l'aria umida, riscaldata dalla radiazione solare si innalza, si espande e si raffredda fino a condensarsi (l'aria fredda può contenere meno vapore acqueo rispetto a quella calda e viceversa) e forma una nube, costituita da microscopiche goccioline d'acqua diffuse dell'ordine dei micron. Queste gocce, unendosi (coalescenza), diventando più grosse e pesanti, cadono a terra sotto forma di pioggia, neve, grandine.

Le precipitazioni vengono in genere misurate utilizzando due tipi di strumenti:

- Pluviometro e pluviografo

Il primo strumento consiste in un piccolo recipiente, in genere di forma cilindrica, e dalle dimensioni standardizzate che ha il compito di raccogliere e conservare la pioggia che si è verificata in un certo intervallo di tempo, generalmente un giorno, sul territorio dove è installato. In questo modo è possibile ottenere una misura giornaliera delle precipitazioni in una data località. Diversamente il pluviografo è uno strumento che ha il compito di registrare la pioggia verificatasi a una scala temporale inferiore al giorno, attualmente sono disponibili pluviografi digitali con risoluzione temporale dell'ordine di qualche minuto. Convenzionalmente in Italia la pioggia viene misurata in millimetri (misura indipendente dalla superficie).

Radiazione solare

La radiazione solare globale, espressa in W/m^2 , è ottenuta dalla somma della radiazione solare diretta e della radiazione globale diffusa ricevuta dall'unità di superficie orizzontale.

La radiazione solare verrà misurata tramite un piranometro che è un radiometro per la misura dell'irraggiamento solare secondo la normativa ISO 9060 e WMO N. 8

Questi sensori sono classificati come Standard Secondario ISO9060, con un'incertezza giornaliera totale di solo il 2%, tempi di risposta rapidi, sensori ideali per gli utenti che richiedono accuratezza e affidabilità di alto livello.

4.2. Identificazione degli impatti da monitorare

Nella scelta delle aree oggetto dell'indagine si fa riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri, con particolare riferimento a:

- tipologia dei recettori;
- localizzazione dei recettori;
- morfologia del territorio interessato.

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza del cantiere per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sono collegati alle lavorazioni relative alle attività di scavo a sezione obbligatoria e che interessa solo la coltre superficiale del substrato areato in posto, ed alla movimentazione di piccole porzioni di terreno che serviranno a livellare alcune aree all'interno del sito per creare delle zone omogenee ed uniforme, oltre al transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze, specie durante la fase di cantiere possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare

- riferimento alle attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio;
- formazione della viabilità di servizio ai cantieri.

Dalla realizzazione ed esercizio della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di impatti ambientali:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali dovuto al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento e da importanti emissioni di polveri localizzate nelle aree di deposito degli inerti.

I punti di monitoraggio vengono individuati considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico recettori isolati particolarmente vicini al tracciato stradale e centri abitati o piccole frazioni o eventualmente case sparse disposti in prossimità dello stesso.

In generale si possono individuare 4 possibili tipologie di impatti:

- l'inquinamento dovuto alle lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- l'inquinamento prodotto dal traffico dei mezzi di cantiere;
- l'inquinamento dovuto alle lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori;
- l'inquinamento prodotto dal traffico veicolare della strada in esercizio.

I punti di monitoraggio possono essere collocati seguendo i criteri sottoelencati:

- verifica della presenza di altri recettori nelle immediate vicinanze in modo da garantire una distribuzione dei siti di monitoraggio omogenea rispetto alla lunghezza del tratto stradale;
- possibilità di posizionamento del mezzo in aree circostanti e rappresentative della zona inizialmente scelta;
- copertura di tutte le aree recettore individuate lungo il tracciato;
- posizionamento in prossimità di recettori ubicati lungo infrastrutture stradali esistenti.

5. MONITORAGGIO DEI PARAMETRI MICROCLIMATICI

Per il monitoraggio dei parametri microclimatici sarà prevista l'installazione di una **Stazione agrometeorologica completa**, completa di sensori per il rilevamento di:

- Radiazione solare globale,
- Anemometro,
- Termo-igrometro,
- Bagnatura fogliare,
- Barometro

La centralina verrà posizionata in prossimità della parte centrale dell'**Area Impianto vedi**, in

modo baricentrica rispetto all'area totale dell'impianto. Dato che i parametri da rilevare non presentano particolari variazioni su brevi distanze, non sarà necessario installare altre unità di rilevamento. La stazione agrometeorologica acquisirà dati giornalieri e questi verranno immagazzinati in un cloud per essere visualizzati da remoto.

I punti di misura dovranno essere collocati ad un'altezza dal suolo significativa affinché i dati rilevati siano rappresentativi delle modifiche determinate dall'impianto sul microclima.

I dati rilevati saranno elaborati, per ogni punto e per ogni parametro, al fine di ottenere l'andamento annuale del valore misurato.

6. SUOLO

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità di 1 metro circa. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza della neocostruenda opera sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelle dovute alle attività di cantiere. Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agro-produttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione.

In un campo fotovoltaico, le caratteristiche del suolo che si intende monitorare sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, *accentuando o mitigando* i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni (cfr. Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231), fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità, oltre alla presenza di metalli pesanti che potrebbero essere rilasciati dai moduli stessi.

Più in generale si misura la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque. Le alterazioni della qualità dei suoli possono essere riassunte in tre generiche tipologie:

- alterazioni fisiche;
- alterazione chimiche;
- alterazione biotiche.

Vanno individuate le principali categorie di suolo che si potrebbero incontrare, quali ad esempio:

- suoli soggetti ad erosione;
- suoli con accumulo di carbonati e sali solubili;
- suoli ricchi in ossidi di ferro e accumuli argillosi;
- suoli alluvionali;
- suoli su ceneri vulcaniche, (*o altre categorie di suolo*)

Poi vanno studiati i principali processi di degradazione del suolo in atto, quali erosione da parte dell'acqua, competizione tra uso agricolo e non agricolo del suolo, fenomeni di salinizzazione, movimenti di masse, scarso contenuto in sostanza organica, ecc.

Infine, vanno rilevati i diversi usi del suolo, quali: uso seminativo, uso irriguo, tipologie di coltivazioni, area vegetazione boschiva ed arbustiva, ecc..

6.1. Aspetti metodologici

Considerata l'evolversi e le strategie aziendali dei grossi gruppi Energetici attualmente interes-

sati all'installazione di impianti di produzione di Energia da fonti rinnovabili FER (in particolare Fotovoltaico – Eolico) sembra chiaro che nei prossimi anni il consumo di suolo da destinare a impianti di produzioni da FER sia destinata ad aumentare, in considerazione di ciò ad oggi, non sono noti gli effetti degli impianti fotovoltaici installati su terreni agricoli, sulle caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche del suolo.

Le caratteristiche del suolo che si intendono monitorare in un campo fotovoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni, fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità. In, particolare verrà indagata la presenza di metalli pesanti, sia ante-operam che a cadenze regolari di due anni, per i primi cinque anni, e successivamente ognicinque.

Per tali ragioni è stato prodotto un protocollo di monitoraggio che valuti nel tempo l'impatto sul suolo. Di seguito viene illustrata la metodologia utilizzata facendo riferimento alle seguenti fonti:

- Metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (D.M.13.09.99 “Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo”) e dal DM 471/99.
- “Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale” della Regione Sicilia,
- “Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad Impianti fotovoltaici a terra” della Regione Piemonte,
- IRSA-CNR Quaderno 64 Parte IIIa (relativo al campionamento dei metalli pesanti),
- MIPAF Osservatorio Nazionale Pedologico “Analisi Microbiologica del Suolo” Ed. 2002.

Il protocollo di monitoraggio si attua in due fasi:

1. La prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella **caratterizzazione stazionale e pedologica dell'appezzamento**, tramite una scala cartografica di dettaglio, osservazioni in campo e una caratterizzazione del suolo.
2. La seconda fase del monitoraggio, invece, prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20-25-30 anni dall'impianto) attraverso il prelievo di campioni.

Tali intervalli sembrano essere sufficienti per rilevare le eventuali modifiche dei parametri del suolo. Tuttavia, verrebbero aumentati all'emergere di valori critici dei parametri monitorati.

Al fine di rendere rappresentative le analisi da effettuare rispetto all'area di intervento, il numero di campioni da prelevare sarà determinato in funzione della superficie occupata dai pannelli fotovoltaici e dalle caratteristiche dell'area (omogeneità od eterogeneità) ed estensione dell'area da campionare.

I punti di campionamento dovranno ricadere su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello fotovoltaico, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli. I campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri dal successivo.

Tali punti dovranno essere geo referenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, con le analisi

di laboratorio dei campioni di suolo.

Saranno poi oggetto di monitoraggio nella seconda fase solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico.

6.2. Definizioni

Di seguito vengono riportate alcune definizioni che inserite nel decreto DM 471/99 Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

Analisi di caratterizzazione: insieme di determinazioni che contribuiscono a definire le proprietà fisiche e/o chimiche di un campione di suolo.

Zona di campionamento: area di terreno omogenea sottoposta a campionamento e suddivisa in più unità di campionamento.

Unità di campionamento: estensione definita di suolo, dotata di limiti fisici o ipotetici.

Campione elementare o subcampione: quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento.

Campione globale: campione ottenuto dalla riunificazione dei campioni elementari prelevati nelle diverse unità di campionamento. *Campione finale*: parte rappresentativa del campione globale, ottenuta mediante eventuale riduzione della quantità di quest'ultimo

6.3. Campionamento

Le modalità da seguire per il campionamento sono riportate:

- nell'Allegato 2 Parte Quarta del D.Lgs 152/2006
- nel capitolo 2 del Manuale APAT 43/2006
- nel "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", [D.M. n. 471/1999](#) "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni"
- nelle "Linee Guida in materia di bonifica dei siti inquinati nella Regione Siciliana" (G.U.R.S. parte prima S.O. – n. 17 del 22/04/2016)

Secondo le normative su esposte, per il progetto in essere, occorre predisporre un idoneo Piano di Campionamento (PdC) che dovrà riportare almeno le seguenti informazioni:

- Località di indagine
- N° campionamenti
- Posizione dei punti di campionamento su planimetria del sito investigato
- Epoca di campionamento
- Tipologia di campionamento
- Modalità di esecuzione dei sondaggi

Ai fini di un corretto campionamento occorrerà definire:

- I composti da ricercare: Vengono identificati in base alle informazioni
- I punti di campionamento secondo le seguenti possibilità:
 1. Ubicazione ragionata (se sono disponibili informazioni approfondite sul sito che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione)
 2. Ubicazione Sistemica (a griglia, casuale, statistico)
 3. La profondità di campionamento: Idealmente il sottosuolo viene suddiviso in

zone sovrapposte denominate, a partire dalla superficie: (suolo superficiale (top soil), zona insatura, frangia capillare, zona satura)

4. Il metodo di campionamento: attraverso metodi di scavo manuale o meccanizzato: (scavo per mezzo di utensili manuali, scavo per mezzo di trivella o carotatore manuale, scavo per mezzo di pala meccanica, sistemi di perforazione a rotazione o a percussione)

6.4. Localizzazione e numero di campionamento.

Nell'ambito dell'area di progetto, l'individuazione di una porzione omogenea rappresentano il passaggio cruciale per la conseguente scelta della zona di campionamento, poiché da ciò dipende la rappresentatività del campione e, di conseguenza, la concreta applicabilità delle informazioni desunte dalle analisi.

Al fine di verificare l'omogeneità del sito, la modalità più corretta di procedere consiste nel:

- Identificare la categoria nella quale ricade l'impianto mediante la Carta di Uso del Suolo della Regione Friuli Venezia Giulia
- Elaborare carte tematiche (pendenze e dislivelli) mediante la carta DEM (Digital Elevation Model)
- Esecuzione di un sopralluogo per confermare il risultato delle elaborazioni ai punti precedenti.

Dopo aver accuratamente determinato **l'omogeneità** delle caratteristiche del sito, si procede nel determinare il numero dei campioni e la loro geolocalizzazione.

In tal senso, saranno impiegate le seguenti regole:

- la distribuzione dei siti di campionamento deve essere sufficientemente omogenea sul territorio agricolo in modo da evitare buchi o eccessive concentrazioni; qualora vi siano delle zone evidentemente diverse per qualche caratteristica, come contenuto di scheletro, tessitura, drenaggio, pendenza, esposizione, queste vanno eliminate dal campionamento ed eventualmente campionate a parte. Allo stesso modo sono da eliminare i bordi dell'area per almeno 5 metri da fossi, cumuli di deiezioni o altri prodotti, e altre zone rimaneggiate.
- il numero dei siti deve essere statisticamente significativo a contenere la variabilità intrinseca del terreno per certe caratteristiche;
- i punti di campionamento dovranno essere eseguiti su almeno due punti dell'intera area, uno in posizione ombreggiata al di sotto dei moduli fotovoltaici, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli;
- i campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri dal successivo;
- tali punti dovranno essere geo referenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

6.4.1. Numero di campionamenti.

Come esposto precedentemente i punti di campionamento dovranno essere su almeno **due aree distinte dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello fotovoltaico l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli**. I campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti al meno

200 metri dal successivo.

Il Dlgs 152/2006, diversamente dal DM 471/99, non riporta indicazioni circa il Numero di sondaggi da effettuare, questo, infatti, definisce impossibile indicare un valore predefinito del rapporto fra campione e superficie di prelievo poiché questo dipende dal grado di uniformità ed omogeneità della zona di campionamento, dalle finalità del campionamento e delle relative analisi. Alcune regioni, nelle sue "Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" adotta 1 campione per 3-5 ettari, in presenza di condizioni di forte omogeneità pedologica e colturale, e nell'ottica di un contenimento dei costi un campione può essere ritenuto rappresentativo per circa 10 ettari.

Pertanto, considerato quanto esposto in precedenza, verificata la condizione di forte omogeneità dell'area oggetto dell'intervento si è ritenuto di utilizzare come campionamento n°1 campione ogni 8 ettari di terreno utilizzato, che complessivamente corrispondono a n°3 campioni, visto che la superficie totale dell'area è pari a circa 25 ettari di terreno.

Per assolvere all'obiettivo di uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello fotovoltaico, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli. Si è deciso di arrivare ad un totale di 5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo.

6.4.2. Profondità di prelevamento

Solitamente il prelievo di suolo destinato ad analisi microbiologiche e biochimiche si esegue alla profondità di 0-15 cm poiché, di norma, è questo lo strato di suolo maggiormente colonizzato dai microrganismi. Questo approccio non sempre risulta valido dal momento che la distribuzione della biomassa microbica lungo il profilo di un suolo è regolata da molteplici fattori e differisce anche in base al tipo di gestione da parte dell'uomo. A parità di tipo di suolo, infatti, un prato naturale polifita ed un campo arato devono essere campionati in modo differente; nel primo si avrà in linea di massima una biomassa localizzata nei primi 5 cm di profondità, nel secondo sarà necessario campionare anche gli strati più profondi. Avviene infatti che nei suoli agrari i microrganismi risultino distribuiti piuttosto uniformemente. Pertanto, è bene seguire le seguenti regole generali:

- nei suoli arativi soggetti a rovesciamento o rimescolamento, occorre prelevare il campione alla massima profondità di lavorazione del suolo ed eventualmente, distinguendo i due campioni, anche lo strato immediatamente sottostante al limite di lavorazione;
- nei suoli a prato da sfalcio è necessario prima eliminare attentamente la cotica erbosa, e successivamente campionare lo strato interessato dagli apparati radicali delle specie erbacee. In generale, per le analisi biochimiche è comunque sufficiente campionare a profondità di 0 -10 o 0 - 20 cm.
- Per l'area in oggetto, le analisi saranno eseguite nei primi 20 cm di profondità.
- Per le analisi nell'area in oggetto e per ogni campione, saranno prelevati 5 sub-campioni per campione, per un totale di 30 sub-campioni.

In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo.

Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono vistosamente evidenti e pertanto si può correre ai ripari in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno delle indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. Si precisa che, ad ogni modo, tali circostanze sono estremamente remote nel caso di cantieri che dovranno essere impiantati per la costruzione di impianti fotovoltaici.

6.4.3. Epoca di campionamento

Generalmente, l'epoca di campionamento di un suolo coltivato segue le lavorazioni principali e le concimazioni, al fine di poterne stimare i fabbisogni di fertilizzanti per una specifica coltura.

Il suolo su cui insisterà l'impianto fotovoltaico, essendo interessato da un seminativo non irriguo, rimarrà coperto da vegetazione erbacea, pertanto:

- per le analisi sulla microflora si dovrà far riferimento alle oscillazioni qualitative ambientali, temperature, precipitazioni, umidità, ecc
- per quanto riguarda le analisi biochimiche, è anche possibile lavorare su suolo essiccato all'aria e successivamente condizionato in laboratorio. Pertanto è sufficiente evitare i periodi in cui i suoli da campionare sono intrisi di acqua o quando sono troppo asciutti.

Converrà quindi riferirsi ad una situazione media o comunque non estrema. Si eviterà di campionare dopo un periodo di particolare siccità o piovosità evitando i mesi estivi (luglio-agosto) e invernali (novembre – gennaio), in accordo con il laboratorio di analisi.

6.4.4. Verbale di campionamento

Dato che nel corso del tempo il soggetto che esegue i campionamenti potrebbe cambiare, è buona norma avere cura di allegare al campione una breve scheda di campagna che riassume le osservazioni di campo ed i dati essenziali relativi allo stesso prelievo di suolo.

Per ogni campione, il tecnico che provvederà al prelevamento dei campioni di terreno dovrà stilare il "Verbale di campionamento del suolo" e certificazione di avvenuto prelievo da parte del laboratorio

Nel rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, dovranno essere contenuti una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione. Il prelievo e l'analisi devono essere eseguiti da laboratori accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 o da laboratori di analisi degli organi tecnici della Regione Puglia.

6.4.5. Analisi e stato del terreno

Al fine di monitorare lo stato del suolo in fase ante-operam e in corso d'opera saranno previste le seguenti analisi:

1. Analisi fisico-chimiche
2. Analisi microbiologiche
3. Analisi sui metalli pesanti

6.4.6. Analisi fisico-chimiche

Si distinguono in analisi di base o di caratterizzazione e analisi di controllo.

- a. **analisi di base** o di **caratterizzazione** sono necessarie per conoscere le caratteristiche fondamentali e la sua dotazione in elementi nutritivi e permettono di misurare alcune caratteristiche del terreno quali: scheletro e tessitura, reazione (pH), carbonati totali, calcare attivo, capacità di scambio cationico e conduttività elettrica, che si mantengono praticamente stabili nel tempo, oppure si modificano molto lentamente e sono poco influenzabili. Pertanto verranno effettuate una volta in fase ante-operam (Tabella
- b. **analisi di controllo** si effettuano su parametri che potrebbero variare nel tempo, pertanto verranno effettuare in corso d'opera. Rispetto alle analisi di base comprendono un minor numero di determinazioni analitiche e, quindi, consentono una riduzione dei costi e tempi di realizzazione più brevi. Nella fase post- operam, si ripeteranno le analisi microbiologiche e dei metalli pesanti, mentre per le analisi fisico-chimico le analisi di base saranno ripetute solo i seguenti parametri: Scheletro, PAS, pH, Conducibilità 1:2, Conducibilità in pasta satura, Sostanza organica, Azoto totale, CSC, Calcio scambiabile, Magnesio scamb, Sodio scamb.).
- c. Nel rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, dovranno essere contenuti una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione.
- d.

Tabella 6-1. Caratterizzazione fisico-chimica del suolo (ante-operam), mentre i parametri asteriscati saranno analizzati in corso d'opera

ANALISI CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO		
Parametro	Unità di misura	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g /kg	D.M 13/09/99 Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo G.U. 248/1999
(*) Scheletro	g /kg	
(*) PAS		
(*) pH	Unità pH g/Kg	
Cloruri	S.S. CaCO ³ g/Kg	
(*) Sostanza organica	g/Kg S.S. C	
(*) CSC	meq/100 g. S.S.	
(*) Azoto totale	g/Kg S.S.N	
Fosforo assimilabile	Mg/Kg S.S.P	
(*) Conduttività elettrica 1:2	(S/m)	
(*) Conducibilità in pasta satura	mS/cm	
(*) Calcio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
Potassio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
(*) Magnesio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
(*) Sodio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
Microelementi (ferro-manganese, rame, zinco assibimilabili)	mg/Kg	

6.4.7. Analisi microbiologiche

E' la componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi del suolo, è considerata la più vulnerabile; in letteratura esistono molti indici ecologici che vengono calcolati sulla base della struttura tassonomica della comunità biotica.

Seguendo le indicazioni del MIPAF - Osservatorio Nazionale Pedologico -Analisi Microbiologica del Suolo uno dei metodi più immediati per misurare la quantità di biodiversità microbica è la "Carica microbica".

Si considera il numero di microrganismi, appartenenti ad un gruppo fisio-tassonomico generale (batteri filamentosi e non, lieviti, microfunghi, protozoi) oppure ad uno specifico gruppo fisiologico o funzionale (es. batteri aerobi ed anaerobi), presenti in una quantità unitaria di suolo (normalmente in un grammo di peso secco).

6.4.8. Analisi sui metalli pesanti

I metalli pesanti al di sopra di determinate soglie sono tossici per gli organismi animali e/o vegetali. La presenza eccessiva di metalli pesanti nel suolo è in grado di influire negativamente sulle attività microbiologiche, sulla qualità delle acque di percolazione, sulla composizione delle soluzioni circostanti, nonché alterare lo stato nutritivo delle piante, modificandolo sino ad impedire la crescita ed influire sugli utilizzatori primari e secondari.

I metalli che generalmente vengono rilevati negli impianti industriali e considerati più pericolosi per la fertilità del suolo sono: arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco. Nei suoli esistono dei valori di fondo, cioè concentrazioni naturali di metalli pesanti, diverse per l'orizzonte superficiale e quello profondo, talvolta con concentrazioni superiori a quelle fissate dalla legge.

Secondo il decreto ministeriale del 13/09/1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo", e il Testo Unico sull'Ambiente 152/06, i valori di concentrazione di alcuni metalli pesanti accertati in suoli coltivati e naturali sono presenti nella tabella 3, mentre in tabella 4 sono riportati i valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale- industriale". Per la loro determinazione verrà utilizzato il metodo IRSA.

Tabella 6-2. Concentrazioni di alcuni metalli pesanti in suolo coltivati e naturali

Elemento	Concentrazione (mg kg ⁻¹)
Cadmio	0,1- 5
Cobalto	1-20
Cromo	10-150
Manganese	750-1000
Nichel	5-120
** Piombo	5-120
* Rame	10-120
* Zinco	10-150

* Le concentrazioni più elevate di Rame e Zinco sono caratteristiche di molti suoli utilizzate per la viticoltura

****** Gli elevati livelli di Piombo (sicuramente non naturali) tengono conto dei valori che spesso si riscontrano nei suoli ubicati nelle vicinanze di vie di comunicazione ed in suoli in cui le colture hanno reso necessario l'intervento con antiparassitari a base di arseniato di piombo

Tabella 6-3. valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale-industriale"

Elemento	Siti ad uso commerciale e industriale (mg kg ⁻¹) espressi come s.s.
Cadmio	15
Cromo totale	800
Nichel	500
Piombo	1000
Rame	600
Stagno	350
Zinco	1500

7. ASPETTI METODOLOGICI RELATIVI ALLA FAUNA

Come specificato nelle tavole di progetto e nella relazione agronomica, considerata la realizzazione della recinzione metallica perimetrale, saranno previste delle aperture sotto la recinzione, ad intervalli continui e regolari, che consentano il passaggio della fauna locale da tutti i punti del parco fotovoltaico. Inoltre, le diverse aree a verde realizzate a corredo dell'opera:

- ridurranno il già esiguo effetto rifrazione della luce e conseguentemente minimizzeranno i fastidi per la fauna;
- creeranno ex-novo dei microambienti dove la fauna, di vario genere, potrà avere la possibilità di svilupparsi (riappropriandosi di zone che prima risultavano incolte);
- determineranno la creazione di nuovi e ampi corridoi ecologici (opere di forestazione) dove la fauna potrà proliferare in piena libertà.

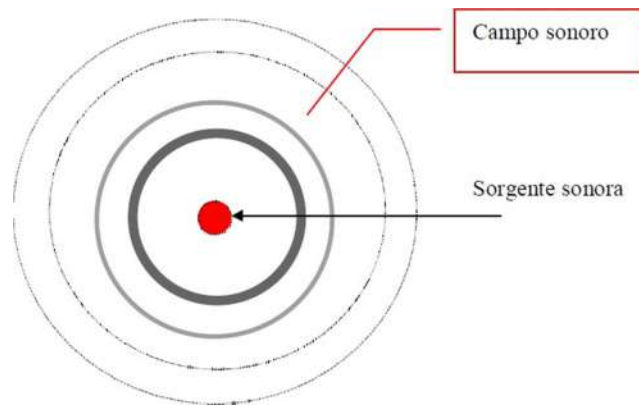
8. RUMORE

Da un punto di vista fisico per suono in un certo punto dello spazio si intende una rapida variazione di pressione (compressione e rarefazione) intorno al valore assunto dalla pressione atmosferica in quel punto. Si definisce sorgente sonora qualsiasi dispositivo, apparecchio ecc. che provochi direttamente o indirettamente (ad esempio per percussione) dette variazioni di pressione: in natura le sorgenti sonore sono quindi praticamente infinite.

Affinché il suono si propaghi, occorre poi che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita campo sonoro.

Si può esemplificare che la generazione del suono avvenga mediante una sfera pulsante in un mezzo elastico come l'aria; le pulsazioni provocano delle variazioni di pressione intorno al valore della pressione atmosferica che si propagano nello spazio circostante a velocità finita come onde sferiche progressive nell'aria stessa (vedi figura seguente), similmente a quanto si osserva gettan-

do un sasso in uno stagno: le varie particelle del mezzo entrano in vibrazione propagando la perturbazione alle particelle vicine e così via fino alla cessazione del fenomeno perturbatorio.



Qualora le oscillazioni sonore abbiano una frequenza (numero di cicli in un secondo) compresa all'incirca tra 20 e 20.000 Hz (campo di udibilità) ed una ampiezza, ovvero contenuto energetico, superiore ad una certa entità minima di pressione pari a 2×10^{-5} Pa, definita soglia di udibilità, (inferiore di circa 5 miliardi di volte alla pressione atmosferica standard di 1013 mbar), queste sono allora udibili dall'orecchio umano e possono talora suscitare sensazioni avvertite come fastidiose o sgradevoli, cui attribuiamo genericamente la denominazione di "rumore", anziché di suono.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale della componente "Rumore" è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera progettata. Il monitoraggio di tale componente ambientale deve essere articolato nelle tre fasi di:

- ante-operam;
- corso d'opera;
- post-operam.

Ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente. Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura stradale;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "punto zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase post-operam.

In particolare, il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura di progetto;

- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- consentire un agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività delle cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase post-operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero" con quanto rilevato in corso di esercizio dell'opera e con quanto rilevato nella fase di esercizio dell'impianto;
- controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati (collaudo, ecc.).

L'individuazione dei punti di misura deve essere effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta, alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento, oltre che a quanto prescritto dalla normativa vigente (L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).

8.1. Criteri metodologici adottati

Deve essere rilevato sia il rumore emesso direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, che il rumore indotto, sulla viabilità esistente, dal traffico dovuto allo svolgimento delle attività di cantiere.

Deve essere effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati da un rischio di impatto particolarmente elevato (intollerabile cioè per entità e/o durata) nei riguardi dei recettori presenti, che consenta di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali realizzare il monitoraggio.

La campagna di monitoraggio consentirà inoltre di verificare che sia garantito il rispetto dei limiti previsti dalle normative vigenti nazionali e comunitarie; a tale proposito, infatti, le norme per il controllo dell'inquinamento prevedono sia i limiti del rumore prodotto dalle attrezzature sia i valori massimi del livello sonoro ai confini delle aree di cantiere e presso i recettori o punti sensibili individuati.

Per quanto concerne, invece, il monitoraggio del rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, le rilevazioni previste hanno allo scopo di controllare la rumorosità del traffico indotto dalle attività di costruzione. I punti di misura vanno previsti principalmente nei centri abitati attraversati dai mezzi di cantiere ed in corrispondenza dei recettori limitrofi all'area di cantiere.

8.2. Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura di progetto (corso d'opera) rispetto all'ante - operam (assunta come "punto zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase post-operam.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

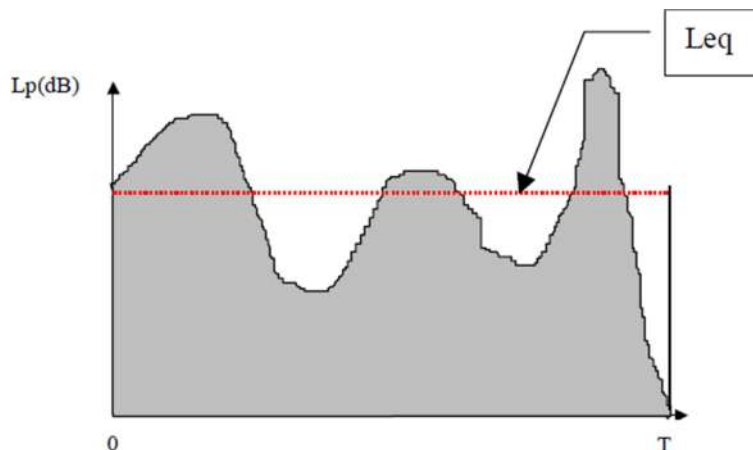
- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

8.3. Parametri acustici

Generalmente le grandezze acustiche variano con il tempo, in relazione alle caratteristiche della sorgente sonora; volendo quindi rappresentare un evento sonoro comunque variabile nel tempo T di integrazione con un unico valore del livello sonoro è stato definito il **Livello continuo equivalente di pressione sonora L_{eq}** :

$$L_{eq} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) / p_0^2 dt \right] \text{ (dB)}$$



Esso rappresenta pertanto un rumore comunque fluttuante mediante il livello di un rumore uniforme avente il medesimo contenuto energetico del rumore fluttuante:

- Per valutare l'effetto di disturbo che il rumore provoca sugli individui sono state elaborate altre grandezze e tra queste quella di maggiore diffusione, soprattutto per la praticità di misurazione mediante un semplice fonometro, è quella del livello sonoro in dB (A).
- Il livello di pressione sonora $LP(A)$ in dB (A) è la grandezza psicoacustica base per esprimere le risposte soggettive degli individui ai rumori.

Infatti da numerosi studi è emersa la conferma che i livelli sonori ottenuti con un fonometro utilizzando un criterio di pesatura "A" esprimono con molta buona approssimazione l'effetto simulta-

neo di suono e di disturbo di rumori qualunque sia il loro livello di pressione sonora: tale criterio consiste nella correzione dei livelli energetici in funzione della sensibilità dell'orecchio alle varie frequenze.

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici, i parametri da rilevare sono:

- Livello equivalente (Leq) ponderato "A" espresso in decibel
- Livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

8.3.1. Parametri Meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio possono essere rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Il parametro principale da controllare è comunque la velocità del vento presso i punti di misura individuati, che deve rispettare secondo la normativa vigente il seguente limite:

- velocità del vento > 5 m/s.

Bisogna inoltre verificare che non si verifichi nessuna delle seguenti condizioni:

- presenza di pioggia e di neve.

8.3.2. Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Ubicazione precisa dei recettori;
- Comune con relativo codice ISTAT; Stralcio planimetrico in scala adeguata;
- Zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997 (quest'ultima se già disponibile);
- Presenza di altre sorgenti sonore presenti, non riconducibili all'opera in progetto;
- Caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore individuate, riportando ad esempio le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, etc.;
- Riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio:
 - Copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

Di seguito una tabella descrittiva dei criteri temporali di campionamento.

Descrizione	Durata	Parametri	Fasi		
			Ante operam	Cantiere	Post operam
			Frequenza campionamento		
Misura di rumore indotto da traffico veicolare legato al progetto	Spot durante una settimana tipo	Leq diurno Leq notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	Una volta
Misura di rumore dovuto alle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	Spot durante una giornata tipo	Leq diurno Leq notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	-
Misura di rumore dovuto alle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	Spot durante una giornata tipo	Leq diurno Leq notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	-
Misura di rumore indotto da traffico dei mezzi di cantiere	Spot durante una settimana tipo	Leq diurno Leq notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	-

8.4. Vibrazioni

Per una data opera inserita in un determinato contesto territoriale, la causa di immissione di fenomeni vibranti all'interno di edifici presenti nelle zone limitrofe dell'opera, è rappresentata dai macchinari utilizzati nelle lavorazioni durante le fasi di costruzione, mentre, in fase di esercizio dell'opera, è attribuibile a macchinari eventualmente impiegati durante attività lavorative proprie di processi produttivi.

Il monitoraggio ambientale della componente "Vibrazioni" viene effettuato allo scopo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell'infrastruttura siano soggetti ad una sismicità in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento. Le attività di monitoraggio permetteranno di rilevare e segnalare eventuali criticità in modo da poter intervenire in maniera idonea al fine di ridurre al minimo possibile l'impatto sui recettori interessati.

Il progetto di monitoraggio ambientale si occuperà di conseguenza di:

- individuare gli standard normativi da seguire;
- individuare gli edifici da sottoporre a monitoraggio;
- individuare le tipologie di misura da effettuare;
- definire la tempistica in cui eseguire le misure;
- individuare i parametri da acquisire;
- individuare le caratteristiche tecniche della strumentazione da utilizzare.

8.4.1. Criteri metodologici adottati

Il monitoraggio ambientale della componente Vibrazioni consiste in una campagna di misure

atte a rilevare la presenza di moti vibratori all'interno di edifici e a verificarne gli effetti sulla popolazione e sugli edifici stessi. Per quanto concerne gli effetti sulla popolazione, le verifiche riguardano esclusivamente gli effetti di "annoyance", ovvero gli effetti di fastidio indotti dalle vibrazioni percettibili dagli esseri umani.

Tali effetti dipendono in misura variabile dall'intensità, dal campo di frequenza delle vibrazioni, dalla numerosità degli eventi e dal contesto abitativo nel quale gli stessi eventi si manifestano (ambiente residenziale, fabbrica, etc.). Tale disturbo non ha un organo bersaglio, ma è esteso all'intero corpo e può essere ricondotto ad un generico fastidio all'insorgenza di ogni vibrazione percettibile. Le norme di riferimento per questo tipo di disturbo sono la ISO 2631 e la UNI 9614 che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio, il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, possono osservarsi danni strutturali ad edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili.

Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singolari con studi e valutazioni mirate.

Ne consegue che all'interno dei normali edifici non saranno eseguite misure finalizzate al danno delle strutture ma solo quelle relative al disturbo delle persone. Il riscontro di livelli di vibrazione che recano disturbo alle persone sarà condizione sufficiente affinché si intervenga nei tempi e nei modi opportuni per ridurre i livelli d'impatto.

8.4.2. Identificazione degli Impatti da Monitorare

Si procederà inizialmente alla rilevazione degli attuali livelli di vibrazione, che sono assunti come "punto zero" di riferimento e poi alla misurazione dei livelli vibrazionali determinati durante le fasi di realizzazione dell'opera. Il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato a testimoniare lo stato attuale dei luoghi in relazione alla sismicità indotta dalla pluralità delle sorgenti presenti (traffico veicolare, etc) prima dell'apertura dei cantieri.

Tale monitoraggio viene previsto allo scopo di:

- rilevare i livelli vibrazionali dovuti alle lavorazioni effettuate nella fase di realizzazione dell'opera progetta;
- individuare eventuali situazioni critiche (superamento dei limiti normativi) che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o di adeguare la conduzione dei lavori.

Per le rilevazioni in corso d'opera si deve tenere conto del fatto che le sorgenti di vibrazione possono essere numerose e realizzare sinergie d'emissione e esaltazioni del fenomeno se s'interessano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.

8.4.3. Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

Esistono norme di riferimento internazionali per la definizione dei parametri da monitorare: esse sono la ISO 2631 e la UNI 9614, che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio il parametro

fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone. Poiché l'accelerazione è una grandezza vettoriale, la descrizione completa del fenomeno vibratorio deve essere effettuata misurando la variabilità temporale della grandezza in tre direzioni mutuamente ortogonali. Un altro parametro assai importante da quantificare ai fini del disturbo alle persone è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Per quanto riguarda l'organismo umano, è noto che esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate la percezione diminuisce. Il campo di frequenze d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz. Questo è quanto si evince dalla norma ISO 2631, che riporta i risultati di studi effettuati sottoponendo l'organismo umano a vibrazioni pure (ossia monofrequenza) di frequenza diversa.

Nel caso di vibrazioni multifrequenza, ossia composte dalla sovrapposizione di armoniche di diversa frequenza, del tipo di quelle indotte da lavorazioni, per la definizione di indicatori di tipo psico-fisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo, occorre definire un parametro globale, poiché la risposta dell'organismo umano alle vibrazioni dipende oltre che dalla loro intensità anche dalla loro frequenza. Tale parametro globale, definito dalla UNI 9614 (che recepisce la ISO 2631), è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a_w , che risulta essere il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerogramma misurato adottando degli opportuni filtri che rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo.

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

Nella formula precedente T è il tempo di durata della misura e $a(t)$ è l'accelerogramma misurato adottando i filtri di pesatura riportati nella stessa norma. A tal proposito, poiché non risulta noto a priori se l'individuo soggetto al fenomeno vibratorio risulta sdraiato, seduto o in piedi, bisognerà utilizzare la curva di pesatura per "postura non nota o variabile" (UNI 9614 Prospetto I). Pertanto, è consigliabile esprimere il valore dell'accelerazione in dB secondo la seguente relazione:

$$L_w = 20 \log \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$$

in cui a_0 è l'accelerazione di riferimento pari a 10^{-6} m/s^2 .

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni notte	7,0 10 ⁻³	77
Abitazioni giorno	10,0 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 10 ⁻³	92

Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi X e Y (Prospetto III - UNI 9614)

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	7,0 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 10 ⁻³	89

I valori sopra riportati sono riferiti a vibrazioni di livello costante con periodi di riferimento diurni compresi tra le ore 6:00 e le ore 22:00 e viceversa notturni tra le 22:00 e le 6:00. È da precisare che la UNI 9614 definisce una vibrazione di livello costante quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB.

Nel caso di vibrazioni di livello non costante (quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza maggiore a 5 dB), il parametro fisico da misurare è l'accelerazione equivalente a_{w-eq} o il corrispondente livello definiti come segue:

$$a_{w-eq} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

$$L_{w-eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{a_w(t)}{a_0} \right]^2 dt \right]$$

dove T è la durata del rilievo in secondi.

Per quanto attiene ai valori limite si considerano ancora quelli esposti nelle tabelle precedenti. La norma UNI 9614 definisce le vibrazioni impulsive quando sono generate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Per tale tipologia di vibrazioni, se il numero di eventi giornalieri N è non maggiore di 3, il va-

lore dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza va confrontato con i limiti riportati nella seguente tabella, (Prospetto V - UNI 9614):

Destinazione d'uso	Asse Z		Asse X e Y	
	m/s ²	dB	m/s ²	dB
Aree critiche	5 10 ⁻³	74	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	7 10 ⁻³	76	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	0.3	109	0.22	106
Uffici	0.64	116	0.46	113
Fabbriche	0.64	116	0.46	113

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero N sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle "Abitazioni giorno", alle "Fabbriche" e agli "Uffici" vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata.

Nessuna riduzione è prevista per le "Aree critiche" e per le "Abitazioni notte".

I nuovi limiti si ottengono dai precedenti (valori in m/s²) moltiplicandoli per il coefficiente F così definito:

Impulsi di durata inferiore ad un secondo	Impulsi di durata superiore ad un secondo
$F = 1.7N^{-0.5}$	$F = 1.7N^{-0.5}t^{-k}$

Con:

t = durata dell'evento

k = 1.22 per pavimenti in calcestruzzo k = 0.32 per pavimenti in legno.

Qualora i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori. Vanno intesi come ambienti critici in relazione al disturbo alle persone le aree critiche come le camere operatorie ospedaliere o i laboratori in cui si svolgono operazioni manuali particolarmente delicate.

Nel caso in cui le vibrazioni misurate superino i valori limite riportati nelle tabelle precedenti i fenomeni vibratorii possono essere considerati oggettivamente disturbanti per un individuo presente all'interno di un edificio.

I trasduttori devono essere posizionati nei punti in cui la vibrazione interessa l'organismo ad essa soggetto. Nel caso in cui la posizione delle persone sia variabile la misura deve essere eseguita al centro degli ambienti in cui soggiornano le persone esposte.

8.4.4. Identificazione dei punti di monitoraggio

In linea generale devono essere previste campagne di monitoraggio nelle tipologie di ricettori che risultano più sensibili.

I punti sensibili individuati sono riportati con indicatori di colore arancione nella planimetria seguente. Le posizioni dei punti di misura potranno subire variazioni durante lo svolgimento delle misure in funzione delle condizioni reperite in sito, al fine di caratterizzare al meglio l'area di interesse.

9. CONCLUSIONI

Il protocollo di monitoraggio relativo al progetto dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica risulta idoneo a monitorare i parametri climatici, fisici, chimici e microbiologici del suolo, in fase ante-operam e in opera.

Data l'elevata omogeneità dell'area lo stato del suolo sarà monitorato attraverso un campionamento di n°5 punti georeferenziati e localizzati metà in posizione ombreggiata al di sotto dei pannelli fotovoltaici, e l'altra metà nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli.

Le analisi sui parametri microbiologici e sui metalli pesanti saranno le stesse sia in fase ante-operam e in corso d'opera.

Mentre per i parametri fisico-chimici del suolo vi sarà un'analisi di base o caratterizzazione prima della realizzazione dell'impianto e successivamente saranno svolte analisi di controllo.

Le analisi saranno eseguite nei primi 20 cm di profondità, perché sarà la parte più esposta ai processi di interazione con l'impianto.

La frequenza di campionamento prevista (1-3-5-10-15-20-25-30) è da prendere in considerazione anche per l'intervento de quo, anche se non si hanno notizie di problematiche particolari relativamente ad inquinanti sia della Matrice Suolo che Sottosuolo, in ogni caso considerato che il sistema suolo è composto da parametri che si modificano molto lentamente il periodo di campionamento sembra essere opportunamente calcolato. Inoltre, studi a livello internazionale e svolti negli ultimi anni in diversi impianti, hanno evidenziato che i processi di cambiamento microclimatico, ecosistemico e vegetazionale relativi agli ombreggiamenti dei moduli sul terreno sono stati del tutto positivi.

Per la pulizia dell'area, dalle erbe infestati e volontà della società attivare un contratto per la manutenzione del verde con ditte specializzate ed in possesso delle certificazioni opportune, sia all'interno dell'area di impianto effettuando periodicamente lo sfalcio dell'erba ed eventualmente apportare sostanze organiche o concimazioni se il terreno presenterebbe segni di insofferenza, e sia all'esterno del perimetro dell'impianto attuando tutti quei processi (potatura – concimazione – trattamenti) che permetteranno alla fascia arborea impiantata, di svilupparsi.

Attraverso il presente protocollo, con analisi periodiche, si potranno prontamente monitorare gli effetti dell'impianto fotovoltaico su suolo. Tuttavia, all'emergere di valori critici dei parametri monitorati, verrebbero implementati sia il numero di campionamento che la frequenza delle analisi.