



Regione  
Sicilia



Città  
metropolitana  
di Palermo



Provincia  
di Caltanissetta



Comune di  
Petralia Sottana



Comune di  
Villalba



Comune di  
Castellana Sicula

# Impianto agrofotovoltaico "GARISI" di potenza installata pari a 57 MW da realizzarsi nel Comune di Petralia Sottana (PA)

## PROGETTO DEFINITIVO

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	25/11/2022	Prima Stesura	Ing. Fabiana Marchese	Dott. Giuseppe Filiberto	Ing. Carlo Gargano

### PROGETTISTA

#### GREEN FUTURE Srl

Sede Legale: Via U. Maddalena, 92

Sede operativa: Corso Calatafimi, 421

90100 - Palermo, Italia

[info@greenfuture.it](mailto:info@greenfuture.it)



**Dott. Giuseppe Filiberto**

**Ing. Alessio Furlotti**

**Arch. Pianif. Giovanna Filiberto**

**Ing. Ilaria Vinci**

**Ing. Fabiana Marchese**

**Ing. Daniela Chifari**

Green Future s.r.l. unipersonale  
L'Amministratore  
Giuseppe Filiberto



### PROPONENTE:



#### FALCK RENEWABLES SICILIA SRL

Corso Venezia, 16

21121 Milano, Italia

[frsicilia@legalmail.it](mailto:frsicilia@legalmail.it)

ASSET DEVELOPMENT

### TITOLO ELABORATO

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

### CODICE ELABORATO

**GARISI\_EL60\_REV00**

### SCALA

-

### DATA

**Novembre 2022**

### TIPOLOGIA-ANNO

**FV22**

### COD. PROGETTO

**GARISI**

### N. ELABORATO

**EL60**

### REVISIONE

**00**



## Sommario

1	Premessa .....	5
2	Suolo e sottosuolo .....	6
2.1	Modalità di monitoraggio.....	12
3	Teriofauna.....	14
4	Avifauna e chiroterofauna.....	15
4.1	Monitoraggio ante operam – Metodologia proposta.....	16
4.1.1	Materiali .....	16
4.1.2	Verifica presenza/assenza di siti riproduttivi di rapaci diurni .....	16
4.1.3	Verifica presenza/assenza di avifauna lungo transetti lineari .....	17
4.1.4	Verifica presenza/assenza rapaci diurni.....	18
4.1.5	Verifica presenza/assenza uccelli notturni .....	18
4.1.6	Verifica presenza/assenza uccelli passeriformi nidificanti .....	18
4.1.7	Verifica presenza/assenza uccelli migratori e stanziali in volo.....	19
4.1.8	Verifica presenza/assenza chiroterteri .....	20
4.1.9	Tempistica .....	21
5	Flora, vegetazione e habitat .....	22
5.1	Metodologia .....	22
5.2	Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio .....	24
5.3	Parametri descrittivi (indicatori).....	24
5.4	Scale temporali e spaziali d’indagine/frequenza e durata .....	24
5.5	Metodologie di rilevamento e analisi dei dati.....	25
5.5.1	Raccolta dei dati .....	25
5.5.2	Elaborazione dei dati .....	26
6	Paesaggio e beni culturali.....	27
6.1	Fase di cantiere per la realizzazione dell’impianto .....	28
7	Rumore .....	30
7.1	Tipologie di monitoraggio.....	31



7.2	Localizzazione e punti di monitoraggio.....	31
7.3	Frequenza e durata dei monitoraggi.....	32
8	Atmosfera.....	33
9	Ambiente idrico .....	34
10	Sistema agrivoltaico.....	36
10.1	Risparmio idrico .....	36
10.2	Continuità dell'attività agricola .....	36
10.3	Fertilità del suolo.....	37
10.4	Microclima .....	37
10.5	Resilienza ai cambiamenti climatici .....	38
11	Campo elettromagnetico.....	40

### Indice delle figure

Figura 1 - Schema delle otto classi di qualità di complessità del popolamento in relazione all'adattamento alla vita edafica.....	10
---	----

### Indice delle tabelle

Tabella 1 - Esempio registro punti di campionamento .....	8
Tabella 2 - Analisi fisico-chimiche .....	9
Tabella 3 - Giudizio classe qualità biologica .....	11
Tabella 4 - Indice di Fertilità Biologica del Suolo “A”.....	11
Tabella 5 - Indice di Fertilità Biologica del Suolo “B”.....	12
Tabella 6 - Classe di Fertilità .....	12
Tabella 7 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo.....	14
Tabella 8 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente teriofauna .....	15
Tabella 9 - informazioni progettuali/ambientali di sintesi.....	15
Tabella 10 - Piano di monitoraggio ante operam .....	16
Tabella 11 - Riepilogo delle informazioni principali da raccogliere per ciascun giorno di osservazione per le diverse fasi di attività di monitoraggio dell'avifauna .....	20



Tabella 12 - riepilogo delle informazioni principali da raccogliere per ciascun giorno di osservazione per l'attività di monitoraggio della chiropterofauna .....	21
Tabella 13 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente avifauna e chiropterofauna .....	21
Tabella 14 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente flora, vegetazione ed habitat ...	27
Tabella 15 - Riepilogo dei criteri da attenzionare per la componente paesaggio riferita alla specifica fase di cantiere .....	30
Tabella 16 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente paesaggio .....	30
Tabella 17 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente rumore .....	33
Tabella 18 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente atmosfera .....	34
Tabella 19 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente ambiente idrico .....	36
Tabella 20 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente agricola .....	38
Tabella 21 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici .....	39



## 1 PREMESSA

Oggetto del presente lavoro è il Progetto di Monitoraggio Ambientale relativo alla realizzazione di un **impianto agrofotovoltaico** per la produzione di energia elettrica con potenza nominale pari a 57 MW, denominato “**GARISI**” da realizzare nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località Contrada Garisi e Contrada Recattivo.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) ha l'obiettivo di programmare il monitoraggio delle componenti ambientali, relativamente allo scenario ante operam e alle previsioni di impatto ambientale in corso d'opera e post operam. Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale “misura” dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari “segnali” per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Per la redazione del presente Progetto di Monitoraggio Ambientale si è fatto riferimento alle “*Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA*” nella Rev. 1 del 16/06/2014, redatte dal MATTM, dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA.

Nella fattispecie il Monitoraggio Ambientale (MA) rappresenta l'insieme di azioni, successive alla fase decisionale, che consentono di verificare attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi, attesi dal processo di VIA, generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio. Gli obiettivi del MA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate e adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

1. verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (**monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base**);
2. verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (**monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali**); tali attività consentiranno di:
  - a) verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;



- b) individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
3. comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

Dalle analisi effettuate, per la particolare tipologia di opera da realizzare, si conclude che le componenti ambientali realmente interessate e in ordine di impatto generato sono:

- Suolo e sottosuolo
- Fauna, Avifauna e Chiroterofauna
- Flora, vegetazione e habitat
- Paesaggio e beni culturali
- Rumore
- Atmosfera
- Ambiente idrico

## 2 SUOLO E SOTTOSUOLO

Il suolo risulta essere la componente naturale maggiormente interessata dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico. Considerata l'evolversi e le strategie aziendali dei grossi gruppi Energetici attualmente interessati 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. La realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su suoli agricoli, infatti, ha iniziato ad interessare una superficie crescente del territorio regionale. Poiché gli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche del suolo determinati dalla copertura operata dai pannelli fotovoltaici in relazione alla durata dell'impianto (stimata indicativamente in 20-30 anni) non sono attualmente conosciuti, si è evidenziata la necessità di predisporre un protocollo di monitoraggio da applicare ai suoli agricoli e naturali interessati dalla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra al fine di valutare nel tempo l'impatto sul suolo.

Seppur per la realizzazione di un impianto fotovoltaico il suolo è impiegato come substrato di supporto per i pannelli, non sono tuttavia da sottovalutare le relazioni tra il suolo e le altre componenti dell'ecosistema che possono essere eventualmente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico. Le caratteristiche del suolo da monitorare sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica fra le quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità.

Il monitoraggio prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni dall'impianto) e su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico (sotto pannello), l'altro nelle posizioni meno disturbate



dell'apezzamento (fuori pannello). In questa fase del monitoraggio è stata effettuata un'analisi stazionale, l'apertura di profili pedologici con relativa descrizione e campionamento del profilo pedologico e le successive analisi di laboratorio dei campioni di suolo

Le principali caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico sono:

- Presenza di fenomeni erosivi.
- Dati meteo e umidità del suolo (ove stazioni meteo, dotate di sensoristica pedologica).
- Descrizione della struttura degli orizzonti
- Presenza di orizzonti compatti
- Porosità degli orizzonti
- Analisi chimico-fisiche di laboratorio
- Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS)
- Indice di Fertilità Biologica del Suolo (IBF)
- Densità apparente

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, 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
- Epoca di campionamento
- Tipologia di campionamento
- Modalità di esecuzione dei sondaggi



L'individuazione di una porzione omogenea all'interno dell'area di progetto, rappresenta un passaggio fondamentale per la scelta della zona di campionamento e per la conseguente rappresentatività del campione. Per verificare l'omogeneità del sito si può innanzi tutto fare uso delle carte tematiche della regione (es. carta di uso del suolo), fare uno studio sulle pendenze e a supporto di tale tipo di analisi effettuare dei sopralluoghi in loco.

La distribuzione dei siti di campionamento deve essere sufficientemente omogenea sull'area di interesse in modo da evitare eccessive concentrazioni. 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, come già detto in precedenza, su almeno due punti dell'intera area, uno in posizione ombreggiata al di sotto dei moduli fotovoltaici, l'altro nelle aree meno disturbate dalla presenza dei pannelli quindi al di fuori degli stessi. Per una maggiore efficacia del progetto di monitoraggio sarebbe bene che tali punti siano geo referenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del monitoraggio.

Relativamente al numero di campionamenti il D. Lgs 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. La Sicilia 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.

Punto di campionamento	Latitudine	Longitudine	Localizzazione (sotto pannello/fuori pannello)

Tabella 1 - Esempio registro punti di campionamento

L'analisi successiva dei dati sarà condotta utilizzando i principali parametri pedoclimatici; quali: umidità e temperatura del suolo e i principali parametri di qualità del suolo; quali: Qualità Biologica del Suolo (QBS), Indice di Fertilità Biologica del Suolo (IBF) e Sostanza organica (SO). Al fine di comprendere similitudini o differenze nell'andamento dei sopraindicati parametri specificatamente attivati dal monitoraggio sotto e fuori pannello e, di conseguenza, di valutare ipotetici benefici apportati dall'utilizzo di pannelli solari. I parametri pedoclimatici di umidità e temperatura del suolo saranno ricavati dal monitoraggio effettuato da centraline che utilizzano dei sensori posti a profondità 0-20 e 20-40 cm e raccolgono i relativi dati.

Il prelievo dei campioni di suolo destinato ad analisi microbiologiche e biochimiche solitamente si esegue a profondità variabili tra i 0-20 cm poiché generalmente è questo lo strato maggiormente colonizzato dai





microrganismi. Tale approccio tuttavia va sempre rivisto ed eventualmente modificato e adattato al tipo di suolo presente. A seconda della natura di quest'ultimo la profondità di prelievo può essere variata, suoli arati ad esempio dovranno essere campionati a profondità maggiori rispetto a suoli a prato o pascolo.

Per quanto concerne l'epoca di campionamento converrà riferirsi ad una situazione, in termini di condizioni metro climatiche, non estrema evitando quindi campionamenti dopo periodi particolarmente piovosi (dicembre-gennaio) o di caldi (luglio-agosto).

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

### **Analisi fisico-chimiche**

Si distinguono in analisi di base o di caratterizzazione e sono necessarie per conoscere le caratteristiche proprie del suolo e che verranno effettuate in fase ante-operam, e in analisi di controllo che si effettuano sui parametri che potrebbero variare nel tempo e che saranno eseguite in corso d'opera.

Parametro	Unità di misura
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g /kg
(*) Scheletro	g /kg
(*) PAS	
(*) pH	Unità pH g/Kg
Cloruri	S.S. CaCO <sup>2</sup> 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 assimilabili)	mg/Kg

Tabella 2 - Analisi fisico-chimiche

### **Analisi microbiologiche**

La componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi, è considerata la più vulnerabile; questa è la ragione per cui è stato proposto, l'uso di bioindicatori che si riferiscono ad organismi (batteri, funghi, piante e animali) particolarmente sensibili a possibili stress. Questi bioindicatori sono in grado, da un lato, di fornire indicazioni complementari a quelle fornite dalle analisi chimico-fisiche, dall'altro di integrare le informazioni relative ai possibili fattori (ambientali o esogeni) che influenzano la fertilità del suolo.

### Indice di Qualità Biologica del Suolo



L'indice di Qualità Biologica dei Suoli (QBS, Parisi, 2001) che si riferisce solo ai raggruppamenti ecomorfologicamente omogenei presenti nella comunità. Nel calcolo dell'indice si parte dall'individuazione dei gruppi tassonomici presenti e, successivamente, si definisce, attraverso l'osservazione dei caratteri morfologici, il livello di adattamento alla vita nel suolo di ciascuno di essi. A ciascuna delle forme è attribuito un punteggio variabile tra 1 e 20. I valori più bassi sono tipici delle forme epiedafiche, che vivono in superficie, quindi con un minore adattamento, e quelli più alti di quelle euedafiche, che vivono in profondità, quindi con un maggiore adattamento. Infine, valori intermedi sono attribuiti alle forme emiedafiche, parzialmente adattate alla vita tra le particelle di suolo. Il valore finale dell'indice è la somma dei punteggi attribuiti a ciascun gruppo tassonomico individuato nella comunità. La classificazione avviene sulla base dello schema riportato nella figura sottostante, nel quale sono definite otto classi di qualità (dalla classe 0 alla classe 7), in ordine crescente di complessità del popolamento in relazione all'adattamento alla vita edafica.

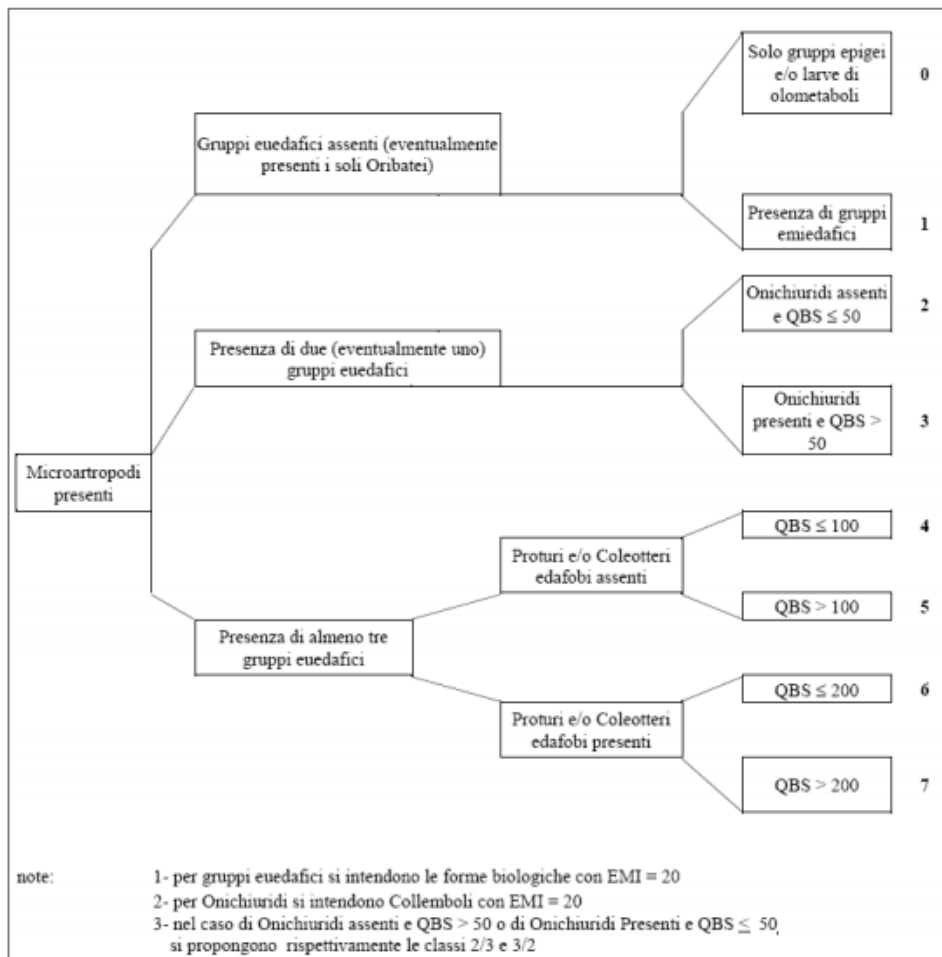


Figura 1 - Schema delle otto classi di qualità di complessità del popolamento in relazione all'adattamento alla vita edafica.

Le classi di qualità biologica sono in tutto 8 (Parisi 2001 modificata D'Avino 2002, manuale Arpa) e vanno da un minimo di 0 (ritrovamento di solo gruppi epigei e/o larve di olometaboli, ossia nessuna forma di vita



veramente stanziale nel suolo) a un massimo di 7 (almeno 3 gruppi euedafici, proturi e/o coleotteri edafobi presenti, QBS >200), secondo la seguente classificazione:

Giudizio classe	classe
Eccellente	6-7
Buono	4-5
Discreto	3
Sufficiente	2
Insufficiente	0-1

Tabella 3 - Giudizio classe qualità biologica

#### Indice di Fertilità Biologica del Suolo

Il metodo di determinazione è descritto dall'Atlante di indicatori della qualità del suolo (ATLAS. Ed. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e CRA – Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma – 2006). Il metodo in oggetto prevede di analizzare i parametri caratterizzanti la biomassa nel suo complesso: contenuto in carbonio organico totale nel suolo (TOC, metodo Springer&Klee), contenuto in carbonio organico ascrivibile alla biomassa microbica (per fumigazione-estrazione), velocità di respirazione della biomassa (incubazione del suolo umido in ambiente ermetico e titolazione con NaOH della CO<sub>2</sub> emessa). Da questi tre parametri principali misurati derivano per calcolo alcuni indici: respirazione basale (CO<sub>2</sub> emessa nelle 24 ore), quoziente metabolico (respirazione in funzione della quantità di biomassa microbica), quoziente di mineralizzazione (velocità di emissione di CO<sub>2</sub> in rapporto alla quantità di carbonio organico totale). A ciascuno dei parametri determinati analiticamente o calcolati (carbonio organico totale, carbonio microbico, respirazione basale, quoziente metabolico e quoziente di mineralizzazione) si attribuisce un punteggio in funzione del valore, in base a quanto riportato nelle tabelle che seguono. Si sommano poi i punteggi per arrivare a quello totale, secondo il quale si determina la classe di fertilità biologica.

Parametri utilizzati	Abbreviazione	Unità di misura
Carbonio Organico Totale	C <sub>org</sub>	%
Respirazione basale	C <sub>bas</sub>	ppm
Carbonio microbico	C <sub>mic</sub>	ppm
Quoziente metabolico	qCO <sub>2</sub>	(10 <sup>-2</sup> ) h <sup>-1</sup>
Quoziente di mineralizzazione	qM	%

Tabella 4 - Indice di Fertilità Biologica del Suolo "A"

In base ai risultati analitici ottenuti si applica il metodo a punteggio indicato nell'Atlante ministeriale di cui si riportano qui sotto le tabelle, in modo da procedere ad attribuire una delle cinque classi di Fertilità di codesto



Indice sintetico di fertilità biologica (IBF) al suolo oggetto di indagine.

Parametri utilizzati	Punteggio				
	1	2	3	4	5
Carbonio Organico Totale	<1	1 – 1,5	1,5 – 2	2 – 3	>3
Respirazione basale	<5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	>20
Carbonio microbico	<100	100 – 200	200 – 300	300 – 400	>400
Quoziente metabolico	>0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	<0,1
Quoziente di mineralizzazione	<1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	>4

Tabella 5 - Indice di Fertilità Biologica del Suolo "B"

Classe di Fertilità	I	II	III	IV	V
	stanchezza allarme	stress preallarme	media	buona	alta
Punteggio	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25

Tabella 6 - Classe di Fertilità

## 2.1 Modalità di monitoraggio

Il Monitoraggio Ambientale relativo alla componente Suolo e Sottosuolo riguarderà le fasi ante operam, in corso d'opera e post operam. Le operazioni di monitoraggio previste sono le seguenti:

### *Monitoraggio ante operam*

Il monitoraggio relativo a questa fase è descritto nell'elaborato GARISI\_EL64\_REV00 Piano preliminare di utilizzo terre e rocce da scavo.

### *Monitoraggio in corso d'opera*

- Controllo periodico delle indicazioni riportate nel piano di riutilizzo durante le fasi di lavorazione salienti;
- Prevedere lo stoccaggio del materiale di scavo in aree stabili, e verificare lo stoccaggio avvenga sulle stesse, inoltre verificare in fase di lavorazione che il materiale non sia depositato in cumuli con altezze superiori a 1.5 mt e con pendenze superiori all'angolo di attrito del terreno;
- Verificare le tempistiche relative ai tempi permanenza dei cumuli di terra;
- Al termine delle lavorazioni verificare che siano stati effettuati tutti i ripristini e gli eventuali interventi di stabilizzazione dei versanti e di limitazione dei fenomeni d'erosione, prediligendo interventi di ingegneria naturalistica;
- Verificare al termine dei lavori che eventuale materiale in esubero sia smaltito secondo le modalità previste dal piano di riutilizzo predisposto ed alle variazioni di volta in volta apportate allo stesso.

In fase di cantiere le operazioni di controllo saranno effettuate dalla Direzione Lavori.

Gli interventi e le azioni da prevedere sono in fase di cantiere sono:

- Coerenza degli scavi, stoccaggi e riutilizzo del materiale di scavo come previsti dal piano preliminare



di utilizzo delle terre e rocce da scavo elaborato GARISI\_EL60\_REV00), con controllo giornaliero durante le operazioni di movimento del materiale di scavo;

- Individuazione e verifica del deposito del materiale scavato sulle aree di stoccaggio, coerenti a quelle previste in progetto;
- Verifica del ripristino finale delle piazzole e strade di cantiere come da progetto;
- Verifica dell'assenza di materiale di scavo a termine dei lavori.

### Monitoraggio post operam

- Verificare l'instaurarsi di fenomeni d'erosione annualmente e a seguito di forti eventi meteorici;
- Verificare con cadenza annuale gli interventi di mitigazione eventualmente realizzati per garantire la stabilità dei versanti e limitare i fenomeni di erosione;
- prevedere eventuali interventi di ripristino e manutenzione in caso di evidenti dissesti.

In fase di esercizio la responsabilità del monitoraggio è della Enel Green Power Solar Energy, che dovrà occuparsi delle seguenti operazioni:

- Pulizia e manutenzione annuale delle aree di piazzale rinaturalizzate;
- Verifica dell'instaurarsi di fenomeni di erosione e franamento, prevedendo opportuni interventi di risanamento qualora necessari;
- Manutenzione di eventuali interventi di mitigazione eventualmente realizzati per limitare fenomeni d'instabilità.
- Campionamento ed analisi del suolo ogni 24 mesi

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	Controllo delle indicazioni del piano di riutilizzo.	Area impianto	Periodico	verbali, schede di annotazione	Visuale
	Controllo dello stoccaggio del materiale di scavo in aree stabili.	Area impianto	Periodico	verbali, schede di annotazione	Visuale
	Verificare i tempi permanenza dei cumuli di terra.	Area impianto	Periodico	verbali, schede di annotazione	Visuale
	Verificare tutti i ripristini e gli eventuali interventi di stabilizzazione dei versanti e di limitazione dei	Area impianto	Periodico	verbali, schede di annotazione	Visuale



	fenomeni d'erosione.				
	Verificare smaltimento secondo le modalità previste dal piano di riutilizzo.	Area impianto	Periodico	verbali, schede di annotazione	Visuale
Post operam	Verificare fenomeni d'erosione	Area impianto	Annuale e a seguito di forti eventi meteorici	verbali, schede di annotazione	Visuale
	Verificare gli interventi di mitigazione per garantire la stabilità dei versanti e limitare i fenomeni di erosione	Area impianto	Annuale	verbali, schede di annotazione	Visuale
	Prevedere eventuali interventi di ripristino e manutenzione in caso di evidenti dissesti	Area impianto	Periodico	verbali, schede di annotazione	Visuale
Fase esercizio (Enel Green Power Solar Energy)	Pulizia e manutenzione	Aree di piazzale rinaturalizzate	Annuale	verbali, schede di annotazione	Non previsti
	Verifica dell'instaurarsi di fenomeni di erosione e franamento, prevedendo opportuni interventi di risanamento qualora necessari	Area impianto	Annuale e a seguito di forti eventi meteorici	verbali, schede di annotazione	Visuale
	Manutenzione di interventi di mitigazione realizzati per limitare fenomeni d'instabilità	Area impianto	Annuale	verbali, schede di annotazione	Visuale
	Campionamento ed analisi del suolo	Area impianto	ogni 24 mesi	Sonda o trivella, contenitori in PVC, paletta	DM 25/03/02

Tabella 7 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo

### 3 TERIOFAUNA

In merito al monitoraggio della teriofauna si prevedono 4 campagne di rilevamento (una per ciascuna stagione dell'anno), a cura di un tecnico faunista specializzato, per verificare se al termine dei lavori l'area viene naturalmente e spontaneamente ripopolata dalle specie eventualmente disturbate nella fase di cantierizzazione. Questa campagna di monitoraggio verrà adeguatamente documentata con schede, cartografie, foto e relazione di resoconto.



Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
Post operam	Campagne di rilevamento	Area interna ed esterna impianto	Una per ciascuna stagione dell'anno	Binocolo, fototrappole, macchina fotografica, verbali e schede di annotazione	Visuale

Tabella 8 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente teriofauna

#### 4 AVIFAUNA E CHIROTTEROFAUNA

Di seguito si riportano le modalità previste per il monitoraggio della componente ambientale in argomento.

Fase	Azione di progetto/esercizio	Impatti significativi	Componente ambientale	Misure di mitigazione
Costruzione	Installazione impianto fotovoltaico e opere connesse	Disturbo	Avifauna	
Esercizio	Funzionamento impianto fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disturbo</li> <li>• Barriera</li> <li>• Perdita e modificazione dell'habitat</li> </ul>	Avifauna e Chiroterrofauna	Fascia arborea perimetrale Buffer zone Cassette nido Messa a dimora di specie fruttifere Inerbimento area impianto

Tabella 9 - informazioni progettuali/ambientali di sintesi

La tabella che segue mostra le metodologie del piano di monitoraggio da applicarsi per le fasi ante operam, costruzione, esercizio:

Attività	Ante operam	Costruzione	Esercizio
Ricerca di carcasse di avifauna	no	no	si
Monitoraggio siti riproduttivi rapaci diurni	si	no	si



Monitoraggio avifauna lungo transetti lineari	si	no	si
Monitoraggio rapaci diurni	si	no	si
Punti di ascolto con play-back indirizzati agli uccelli notturni nidificanti	si	no	si
Rilevamento di passeriformi da punti di ascolto	si	no	si
Monitoraggio dell'avifauna migratrice diurna	si	no	si
Monitoraggio chiropteri	si	no	si

*Tabella 10 - Piano di monitoraggio ante operam*

## 4.1 Monitoraggio ante operam – Metodologia proposta

Le metodologie di seguito descritte adottano l'approccio BACI (Before After Control Impact) che permette di misurare il potenziale impatto di un disturbo, o un evento. In breve, esso si basa sulla valutazione dello stato delle risorse prima (Before) e dopo (After) l'intervento, confrontando l'area soggetta alla pressione (Impact) con siti in cui l'opera non ha effetto (Control), in modo da distinguere le conseguenze dipendenti dalle modifiche apportate da quelle non dipendenti.

### 4.1.1 Materiali

Per le attività di rilevamento sul campo si prevede l'impiego dei seguenti materiali in relazione alle caratteristiche territoriali in cui è proposto il parco solare ed alle specificità di quest'ultimo in termini di estensione e composizione del layout di impianto:

- Cartografia in scala 1:25.000 comprendente l'area di studio e le aree circostanti;
- Cartografia dell'area di studio in scala 1:2000, con indicazione della posizione dell'impianto;
- cartografia dell'area di studio in scala 1:5000, con indicazione della posizione dell'impianto;
- Binocoli 10 x 42 mm;
- Binocolo ad infrarossi HD 4,5-22,5 x 40 mm
- Cannocchiale con oculare 20-60x + montato su treppiede;
- macchine fotografica reflex digitali dotate di focali variabili
- GPS
- Drone

### 4.1.2 Verifica presenza/assenza di siti riproduttivi di rapaci diurni

Le indagini sul campo saranno condotte in un'area circoscritta da un buffer di 500 metri a partire dal perimetro esterno secondo il layout del parco fotovoltaico proposto; all'interno dell'area di studio saranno





condotte 4 giornate di campo previste nel calendario in relazione alla fenologia riproduttiva delle specie attese ed eventualmente già segnalate nella zona di studio come nidificanti. Preliminarmente alle indagini sul territorio saranno pertanto svolte delle indagini cartografiche, aero-fotogrammetriche e bibliografiche, al fine di valutare quali possano essere potenziali siti di nidificazione idonei. Il controllo di eventuali pareti rocciose e del loro utilizzo a scopo riproduttivo sarà effettuato da distanze non superiori al chilometro, inizialmente con binocolo per verificare la presenza rapaci; in seguito, se la prima visita ha dato indicazioni di frequentazione assidua, si utilizzerà il cannocchiale per la ricerca di segni di nidificazione (adulti in cova, nidi o giovani involati). Per quanto riguarda le specie di rapaci legati ad habitat forestali, le indagini saranno condotte solo in seguito ad un loro avvistamento nell'area di studio, indirizzando le ispezioni con binocolo e cannocchiale alle aree ritenute più idonee alla nidificazione entro la medesima fascia di intorno. Durante tutte le uscite siti riproduttivi, le traiettorie di volo e gli animali posati verranno mappati su cartografia 1:25.000.

n. rilevatori impiegati: 1

#### **4.1.3 Verifica presenza/assenza di avifauna lungo transetti lineari**

All'interno dell'area di impianto, saranno predisposti due percorsi (transetti) di lunghezza pari al lato maggiore; analogamente sarà predisposto un secondo percorso, per ciascun transetto, in un sito di controllo esterno, laddove possibile, di analoghe caratteristiche ambientali, tale da coprire una superficie di uguale estensione. La lunghezza del transetto terrà comunque conto dell'estensione del parco fotovoltaico in relazione alla superficie dell'area di layout. Tale metodo risulta essere particolarmente efficace per l'identificazione delle specie di Passeriformi, tuttavia saranno annottate tutte le specie riscontrate durante i rilevamenti; questi prevedono la mappatura quanto più precisa di tutti i contatti visivi e canori con gli uccelli che si incontrano percorrendo il transetto preliminarmente individuato e che dovrà opportunamente, attraversare tutta l'area di impianto comprese le buffer zone. Le attività avranno inizio a partire dall'alba o da tre ore prima del tramonto, ed il transetto sarà percorso a piedi alla velocità di circa 1-1,5 km/h.

In particolare sono previste un minimo di 5 uscite sul campo, effettuate dal 1° maggio al 30 di giugno, in occasione delle quali saranno mappate su carta (in scala variabile a seconda del contesto locale di studio), su entrambi i lati dei transetti, i contatti con uccelli Passeriformi entro un buffer di 150 m di larghezza, ed i contatti con eventuali uccelli di altri ordini (inclusi i Falconiformi), entro 1000 m dal percorso, tracciando (nel modo più preciso possibile) le traiettorie di volo durante il percorso (comprese le zone di volteggio) ed annotando orario ed altezza minima dal suolo. Al termine dell'indagine saranno ritenuti validi i territori di Passeriformi con almeno 2 contatti rilevati in 2 differenti uscite, separate da un intervallo di 15 gg.

n. rilevatori impiegati: 2



#### **4.1.4 Verifica presenza/assenza rapaci diurni**

È prevista l'acquisizione di informazioni sull'utilizzo delle aree interessate dall'impianto fotovoltaico da parte di uccelli rapaci nidificanti, mediante osservazioni effettuate da transetti lineari su due aree, la prima interessata dall'impianto fotovoltaico, la seconda di controllo, laddove possibile.

I rilevamenti saranno effettuati nel corso di almeno 5 uscite sul campo, tra il 1° maggio e il 30 di giugno, e si prevede di completare il percorso dei transetti tra le ore 10 e le ore 16, con soste di perlustrazione mediante binocolo 10x42 dell'intorno circostante, concentrate in particolare nei settori di spazio aereo circostante i siti in cui è prevista la collocazione dell'impianto fotovoltaico.

I contatti con uccelli rapaci rilevati in entrambi i lati dei transetti entro 1000 m dal percorso saranno mappati su carta in scala opportuna, annotando inoltre, in apposita scheda di rilevamento, le traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), il comportamento (caccia, voli in termica, posatoi...etc), l'orario delle osservazioni, l'altezza o intervalli di queste approssimativa/e dal suolo.

n. rilevatori impiegati: 2

#### **4.1.5 Verifica presenza/assenza uccelli notturni**

Saranno effettuati dei rilevamenti notturni specifici al fine di rilevare la presenza/assenza di uccelli notturni, in particolare le specie appartenenti agli ordini degli Strigiformi (rapaci notturni), Caradriformi e Caprimulgiformi.

I rilevamenti saranno condotti sia all'interno dell'area di pertinenza del parco fotovoltaico sia in un'area esterna di confronto avente caratteristiche ambientali quanto più simili all'area del sito di intervento progettuale.

La metodologia prevista consiste nel recarsi sul campo per condurre due sessioni mensili nei mesi di aprile e maggio (almeno 4 uscite sul campo) ed avviare le attività di rilevamento dalle ore crepuscolari fino al sopraggiungere dell'oscurità; durante l'attività di campo sarà adottata la metodologia del play-back che consiste nell'emissione di richiami mediante registratore delle specie oggetto di monitoraggio e nell'ascolto delle eventuali risposte degli animali per un periodo non superiore a 5 minuti per ogni specie stimolata. I punti di emissione/ascolto saranno posizionati, ove possibile, distanziandoli almeno 200 metri luno dall'altro.

n. rilevatori impiegati: 2

#### **4.1.6 Verifica presenza/assenza uccelli passeriformi nidificanti**

Il metodo di censimento adottato sarà il campionamento mediante punti d'ascolto (point count) che consiste nel sostare in punti prestabiliti 10 minuti, annotando tutti gli uccelli visti e uditi entro un raggio di 100 m ed entro un buffer compreso tra i 100 e i 200 m intorno al punto.



I punti di ascolto saranno individuati all'interno dell'area del parco fotovoltaico in numero pari ad 1 ogni 5 ha di superficie di impianto, ed un numero corrispondente in un'area di controllo adiacente e comunque di simili caratteristiche ambientali; saranno ugualmente effettuati non meno di 1/3 dei punti suddetti.

I conteggi, che saranno svolti in condizioni di vento assente o debole e cielo sereno o poco nuvoloso, saranno ripetuti in almeno 8 sessioni per ciascun punto di ascolto (regolarmente distribuiti tra la stagione primaverile e l'inizio della stagione estiva), cambiando l'ordine di visita di ciascun punto tra una sessione di conteggio e la successiva. Gli intervalli orari di conteggio comprendono il mattino, dall'alba alle successive 4 ore; e la sera, da 3 ore prima del tramonto al tramonto stesso.

n. rilevatori impiegati: 2

#### **4.1.7 Verifica presenza/assenza uccelli migratori e stanziali in volo**

Saranno acquisite informazioni circa la frequentazione nell'area interessata dal parco solare da parte di uccelli migratori diurni; il rilevamento consiste nell'effettuare osservazioni da un punto fisso di tutte le specie di uccelli sorvolanti l'area dell'impianto fotovoltaico, nonché la loro identificazione, il conteggio, la mappatura su carta delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento nell'area in cui si sviluppa il parco fotovoltaico. Per il controllo dal punto di osservazione il rilevatore sarà dotato di binocolo 10x40 mm lo spazio aereo circostante, e con un cannocchiale 20-60x montato su treppiede per le identificazioni a distanza più problematiche.

I rilevamenti saranno condotti nel periodo che va da marzo a novembre per un totale di 24 sessioni di osservazione tra le 10 e le 16; in particolare ogni sessione sarà svolta ogni 12 gg circa; almeno 4 sessioni sono previste nel periodo tra aprile e maggio e 4 sessioni tra ottobre e novembre, al fine di intercettare il periodo di maggiore flusso di migratori diurni. In ogni sessione saranno comunque censite tutte le specie che attraversano o utilizzano abitualmente lo spazio aereo sovrastante l'area del parco solare.

L'ubicazione del punto di osservazione/i soddisferà i seguenti criteri, qui descritti secondo un ordine di priorità decrescente:

- ogni punto deve permettere il controllo di una porzione quanto più elevata dell'insieme dei volumi aerei determinati da un raggio immaginario di 500 m intorno all'area di impianto.
- ogni punto dovrebbe essere il più possibile centrale rispetto allo sviluppo (lineare o superficiale) dell'impianto;
- saranno preferiti, a parità di condizioni soddisfatte dai punti precedenti, i punti di osservazione che offrono una visuale con maggiore percentuale di sfondo celeste.

n. rilevatori impiegati: 2



Codice punto	Specie	N. Individui	Totale complessivo

Tabella 11 - Riepilogo delle informazioni principali da raccogliere per ciascun giorno di osservazione per le diverse fasi di attività di monitoraggio dell'avifauna

#### 4.1.8 Verifica presenza/assenza chirotteri

Il monitoraggio, che sarà condotto mediante rilevamenti e indagini sul campo, si svilupperà nelle seguenti fasi operative, di cui forniamo un computo di risorse necessarie e costi:

##### 1. Analisi e sopralluoghi nell'area del monitoraggio:

Ricognizione conoscitiva dei luoghi interessati, con la localizzazione dei punti prescelti per il monitoraggio, sia nell'area del parco solare, sia nell'area di controllo e organizzazione piano operativo. Analisi del materiale bibliografico. Ricerca della presenza di rifugi di pipistrelli nel raggio di 10 Km e della presenza di importanti colonie, mediante sopralluoghi ed interviste ad abitanti della zona; controlli periodici nei siti individuati effettuati nell'arco di tutto il ciclo annuale.

##### 2. Monitoraggi notturni (periodo marzo-ottobre):

Attività di campo per la valutazione dell'attività dei pipistrelli mediante la registrazione dei suoni in punti di rilevamento da postazione fissa, stabiliti nel piano operativo, presso più punti (1 ogni 15 ha), ed in altrettanti punti di medesime caratteristiche ambientali presso un'area di controllo. Saranno previste delle uscite in campo nei seguenti periodi:

- tra marzo e maggio
- tra giugno e luglio
- ad agosto
- tra settembre ed ottobre

L'attività dei pipistrelli viene monitorata attraverso la registrazione dei contatti con rivelatori elettronici di ultrasuoni (*Bat detector*). Verranno utilizzati due Bat detector Pettersson D980 e D240 in modalità Eterodine e Time expansion, con registrazione dei segnali su supporto digitale, in formato WAV, successivamente analizzati mediante il software Batsound della Pettersson Elektronik (vedi punto seguente).

3. Analisi in laboratorio dei segnali registrati sul campo con esame e misurazione dei parametri degli impulsi dei pipistrelli, e determinazione ove possibile della specie o gruppo di appartenenza. Le elaborazioni



descrivono il periodo e lo sforzo di campionamento, con valutazione dell'attività dei pipistrelli, espressa come numeri di contatti/tempo di osservazione, presenza di rifugi e segnalazione di colonie.

4. Stesura relazioni con risultati dell'attività svolta, riportanti i dati rilevati ed i riferimenti cartografici.

Data	Codice punto	Coordinate punto		Ora inizio	Ora fine	Temperatura	Condizioni meteo	Condizioni vento	Specie	N. Individui	Totale complessivo
		E	N								

Tabella 12 - riepilogo delle informazioni principali da raccogliere per ciascun giorno di osservazione per l'attività di monitoraggio della chiroterofauna

#### 4.1.9 Tempistica

Il monitoraggio post operam deve essere effettuato nei 36 mesi successivi all'avvio dell'impianto e con una cadenza indicativamente settimanale, affinché possa essere valutato l'effettivo impatto in fase di esercizio.

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
Post operam	Presenza/assenza: - siti riproduttivi di rapaci diurni; - avifauna lungo transetti lineari - rapaci diurni - uccelli notturni - uccelli passeriformi nidificanti - uccelli migratori e stanziali in volo - chiroteri	Area interna ed esterna impianto	Per 36 mesi successivi all'avvio dell'impianto e con una cadenza indicativamente settimanale	Cartografia Binocolo Macchine fotografica GPS Bat detector Registratori sonori	Visuale, Data logger

Tabella 13 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente avifauna e chiroterofauna



## **5 FLORA, VEGETAZIONE E HABITAT**

Oggetto del monitoraggio sono le componenti flora, vegetazione e habitat in fase post operam.

Gli obiettivi sono quelli di:

- valutare e misurare lo stato delle componenti flora e vegetazione dopo i lavori per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, in relazione alle possibili interferenze dovute alle attività di costruzione ed esercizio che interesseranno le aree di progetto al fine di verificare la presenza di specie invasive.
- garantire per i primi tre anni di esercizio una verifica dello stato di conservazione di flora, vegetazione e habitat al fine di rilevare eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione.

La vegetazione da monitorare è quella naturale e seminaturale, e le specie floristiche appartenenti alla flora spontanea, in un'area limitrofa alle opere in progetto.

All'interno di quest'area la matrice di paesaggio vegetale è costituita da vigneti, vigneti dismessi, uliveti, seminativi e incolti con presenza di cenosi secondarie come piccole superfici arbustate e settori di margine con aspetti di vegetazione substeppica.

### **5.1 Metodologia**

Il monitoraggio post operam dovrà verificare il conseguimento degli obiettivi tecnici, paesaggistici e naturalistici indicati nel progetto e nel SIA e, soprattutto, verificare l'efficacia degli interventi di compensazione.

Per gli ambiti vegetazionali e floro-faunistici, i principi base del monitoraggio consistono:

- nel caratterizzare lo stato della componente (e di tutti i recettori prescelti) nella fase ante operam con specifico riferimento alla copertura del suolo e allo stato della vegetazione naturale e seminaturale;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti;
- nel controllare, nelle fasi di costruzione e post operam, l'evoluzione della vegetazione e degli habitat presenti e predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi;
- nell'accertamento della corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nel SIA, al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui;
- nella verifica dello stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino vegetazionale;



- nella verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati per diminuire l'impatto sulla componente faunistica.

In particolare, gli accertamenti non saranno finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma riguarderanno anche i contesti naturalistici ed ecosistemici (in particolare habitat faunistici) entro cui la vegetazione si sviluppa.

La rete di monitoraggio per la componente floristica e vegetazionale dovrà consentire l'acquisizione dei dati riguardanti il tipo di vegetazione presente e la sua evoluzione; a questo scopo verranno eseguite delle indagini sul campo, svolte da un ecologo, il quale si prenderà cura di effettuare una documentazione fotografica e di elaborare una relazione di resoconto, per la verifica di situazioni specifiche e la vegetazione di pregio.

In particolare, nelle zone individuate per l'effettuazione del monitoraggio, andrà realizzato un censimento floristico-vegetazionale, con rilevamento di eventuali presenze di qualità e di particolare sensibilità.

I dati rilevati nel corso delle indagini sul campo andranno riportati in database adeguati e archiviati in modo da consentire un immediato confronto a seguito delle indagini in corso d'opera e post operam; verranno realizzate delle mappe georeferenziate a scala adeguata rappresentanti lo stato di salute della vegetazione, la superficie occupata e la tipologia floristico-vegetazionale rilevata, per evidenziare in modo immediato quanto emerso dal rilevamento in ciascun punto prescelto.

Per valutare lo stato della componente vegetazionale e la sua variazione in relazione al grado di antropizzazione dell'area di interesse, potrebbero essere considerati e monitorati alcuni parametri quali:

1. R = Ricchezza in specie (Indice di Menhick) viene determinata dividendo il numero di specie (s) per la radice quadrata del numero di individui totali presenti (N). L'indice intende valutare lo stress ambientale.

$$R = s/\sqrt{N}$$

2. D = Dominanza (Indice di Simpson). Misura quale specie è preponderante attraverso la probabilità che due individui scelti a caso appartengano alla stessa specie. Fissati ni (numero di individui della specie i-esima) e N (numero tale di tutti gli individui di tutte le specie), si ha:

$$D = \sum [(ni/N)^2]$$

L'indice di dominanza Simpson è un valore compreso tra 0 e 1, se D = 1 non si ha diversità mentre se D = 0 si raggiunge lo stato di maggior diversità. Una comunità con grande dominanza si trova in ambienti degradati o inquinati perché solo poche specie riescono a sopravvivere. La supremazia numerica definisce la dominanza, che è l'opposto della diversità. Maggiore è D, minore è la diversità.

3. A = Abbondanza. Tale indice indica il numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 m di osservazione.



## 5.2 Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio

L'area presa in esame ai fini del monitoraggio comprende settori adiacenti alle aree di cantiere e le aree test scelte per la loro rappresentatività e idonee a rilevare le eventuali interferenze con le azioni descritte nel Progetto.

In particolare le fitocenosi, nonché gli habitat, oggetto di monitoraggio saranno quelle appartenenti alla vegetazione potenziale descritta per l'area di indagine.

## 5.3 Parametri descrittivi (indicatori)

Obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti e delle comunità potenzialmente interferiti dall'opera nelle fasi di cantiere, esercizio ed eventuale dismissione.

Il monitoraggio sarà condotto in relazione alle specie vegetali individuate come specie target, (quelle protette dalle direttive 92/43/CEE e 2009/147/CE, dalle leggi nazionali e regionali, le specie rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte) caratterizzanti gli habitat presenti e le relative funzionalità.

Le specie target considerate sono:

- specie alloctone infestanti
- specie protette ai vari livelli conservazione

Gli indicatori considerati sono i seguenti:

- comparsa/aumento delle specie alloctone, sinantropiche e ruderali all'interno delle formazioni
- frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche
- rapporto tra specie alloctone e specie autoctone
- presenza delle specie protette (o presenti nelle Liste rosse IUCN) all'interno delle formazioni
- frequenza delle specie protette (o presenti nelle Liste rosse IUCN)
- rapporto tra specie protette e specie autoctone

## 5.4 Scale temporali e spaziali d'indagine/frequenza e durata

Il Monitoraggio Ambientale relativo alla componente flora, vegetazione e habitat sarà articolato in tre fasi temporali distinte:

*Monitoraggio ante operam:* Il monitoraggio della fase ante-operam è stato avviato nella fase di progettazione definitiva (vedasi elaborato GARISI\_EL50\_REV00\_Analisi Ecologica) e si concluderà prima dell'inizio delle attività interferenti, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori e ha come





obiettivo principale quello di fornire una descrizione dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera. Il monitoraggio ante operam si concluderà con la caratterizzazione delle fitocenosi e dei relativi elementi floristici presenti nell'area direttamente interessata dal progetto e relativo stato di conservazione. Prima dell'avvio dei lavori saranno stati acquisiti dati precisi sulla consistenza floristica delle diverse formazioni vegetali, la presenza di specie alloctone, il grado di evoluzione delle singole formazioni vegetali, i rapporti dinamici con le formazioni secondarie. I rilievi necessari al completamento di questa fase verranno effettuati durante la stagione vegetativa in modo tale da coprire la durata di un anno.

*Monitoraggio in corso d'opera:* Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione delle opere, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Il monitoraggio in corso dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza, copertura e struttura delle cenosi precedentemente individuate. I rilievi verranno effettuati durante la stagione vegetativa e avranno la durata di un anno. I risultati del monitoraggio saranno valutati e restituiti nell'ambito di rapporti annuali. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai rapporti.

*Monitoraggio post operam:* Il monitoraggio post operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'impianto, e inizierà al completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. Il monitoraggio post operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi vegetali precedentemente individuate e valutare lo stato delle opere di mitigazione effettuate. I rilievi verranno effettuati durante le stagioni vegetative e avranno la durata tre anni.

Per quanto riguarda il monitoraggio della componente vegetazionale prevista nelle opere di mitigazione sarà affidato alla ditta manuttrice dell'impianto. Ad ogni modo dovrà prevedere controlli periodici su:

- fabbisogno idrico (mensile da novembre a marzo, settimanale da aprile a ottobre)
- fabbisogno di nutrienti (mensile)
- presenza di fitopatologie (2 volte/mese)
- gestione della chioma (annuale)

## **5.5 Metodologie di rilevamento e analisi dei dati**

### **5.5.1 Raccolta dei dati**

*Individuazione delle aree test:* Il piano di monitoraggio prevede l'individuazione di aree Test su cui effettuare le indagini. All'interno dell'area buffer, nella fase ante operam, saranno individuate 3 aree test rappresentative delle formazioni presenti adiacenti alle aree interessate dalla costruzione delle strutture, aree di scavi e riporti, aree di accumuli temporanei di terreno, aree di adeguamento della viabilità esistente



e di attraversamento dei fossi. Successivamente, in fase di costruzione (corso d'opera) e in fase post operam i rilievi saranno ripetuti.

*Rilievo fitosociologico:* In queste aree saranno eseguiti alcuni rilievi fitosociologici, all'interno di quadrati di 80-100 mq di superficie, omogenee dal punto di vista strutturale. I rilievi dovranno essere eseguiti due volte all'anno, in primavera e in autunno per poter avere un quadro più possibile comprensivo della composizione floro-vegetazionale dell'area. L'analisi fitosociologica viene eseguita con il metodo di Braun-Blanquet, in cui alle specie vengono assegnati valori di copertura e sociabilità, secondo la scala di Br.-Bl. modif. Piagnatti. Per ogni specie vengono assegnati due coefficienti, rispettivamente di copertura e di sociabilità. Il valore di copertura è una valutazione della superficie occupata dagli individui della specie entro l'area del rilievo. La sociabilità si riferisce alla disposizione degli individui di una stessa specie all'interno di una data popolazione. I rilievi saranno successivamente riuniti in tabelle fitosociologiche. Tale metodo si rivela particolarmente idoneo a rappresentare in maniera quali-quantitativa la compagine floristica presente e a valutare le variazioni spazio-temporali delle fitocenosi.

*Rilievi strutturali:* Per la caratterizzazione delle componenti strutturali che formano la cenosi, i rilievi saranno condotti attraverso: individuazione dei piani di vegetazione presenti; altezza dei vari strati di vegetazione (arboreo, arbustivo ed erbaceo); grado di copertura dello strato arboreo, arbustivo e erbaceo; rilievo del rinnovamento naturale.

*Rilievo floristico:* All'interno di ognuno dei quadrati utilizzati per i rilievi fitosociologici, saranno individuate un numero idoneo di aree campione (di 0,5 mq), scelte casualmente, all'interno delle quali verrà prodotto un inventario floristico

*Rilievi fenologici:* per le specie con copertura maggiore del 50% si indicherà lo stadio fenologico.

## **5.5.2 Elaborazione dei dati**

*Elaborazione dei dati vegetazionali:* I rilievi delle aree in esame potranno essere confrontati con dati esistenti in bibliografia per zone limitrofe ed essere saranno sottoposti ad elaborazione numerica (classificazione e/o ordinamento), insieme a questi ultimi, per ottenere indicazioni sulle differenze floristiche ed ecologiche dei siti e sul dinamismo della vegetazione ed eventuali variazioni dovute ai disturbi ipotizzati. Attraverso il confronto tra le varie tabelle sarà possibile: precisare l'attribuzione fitosociologica delle cenosi, individuare i contatti e le relazioni esistenti tra diverse tipologie di vegetazione (analisi sinfitosociologica) compresi i rapporti di tipo seriale (successionale) e catenale.

*Elaborazione dei dati floristici:* Per analizzare la significatività delle differenze può essere utilizzata l'analisi della varianza, effettuata sulla tabella di frequenze delle specie. Sulla base delle forme biologiche e dei corotipi dedotti dall'elenco floristico, sarà anche possibile definire l'ecologia delle cenosi (sinecologia), in relazione a territori simili.



Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Caratterizzazione e delle fitocenosi e dei relativi elementi floristici presenti	Aree di mitigazione e compensazione, Aree adiacenti alle aree di impianto	Inizio dei lavori durante la stagione vegetativa	verbali, schede di annotazione	Visuale
In corso d'opera	Verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza, copertura e struttura delle cenosi	Aree di mitigazione e compensazione	Durata di un anno durante la stagione vegetativa	verbali, schede di annotazione	Visuale
Post operam	Verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza, copertura e struttura delle cenosi	Aree di mitigazione e compensazione	Durata di tre anni durante le stagioni vegetative	verbali, schede di annotazione	Visuale
Post operam Opere di mitigazione	Fabbisogno idrico	Aree agricole impianto, Aree di mitigazione e compensazione	Mensile da novembre a marzo, settimanale da aprile a ottobre	Stazione Meteorologica	Controllo da remoto, Data logger
	Fabbisogno di nutrienti	Aree agricole impianto, Aree di mitigazione e compensazione	Mensile	Sensori di conducibilità elettrica del terreno	Visuale, Data logger
	Presenza di fitopatologie	Aree agricole impianto, Aree di mitigazione e compensazione	2 volte/mese	Nessuna	Visuale
	Gestione della chioma	Aree agricole impianto, Aree di mitigazione e compensazione	Annuale	Nessuna	Visuale

Tabella 14 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente flora, vegetazione ed habitat

## 6 PAESAGGIO E BENI CULTURALI

Con riferimento alla componente paesaggio e beni culturali, si approfondiscono i seguenti aspetti:

- Fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto.

Come prescritto dalle Linee Guida, per la componente ambientale interessata si dovranno definire:

- Aree di indagine e punti di monitoraggio;
- Parametri analitici descrittivi;
- Tecniche di campionamento, misura analisi e relativa strumentazione;



- d) Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi;
- e) Metodologia di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio;
- f) Eventuali azioni da intraprendere in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese;
- g) Aspetti compendati in apposite tabelle.

Va da sé che per la particolare componente ambientale si potrà prevedere un monitoraggio non tanto strumentale ma assicurato dalla presenza di personale esperto.

## **6.1 Fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto**

Nella fase di realizzazione dell'impianto si prevede l'impiego di diverse squadre di lavoro che utilizzeranno le seguenti tipologie di mezzi meccanici:

- Rulli compattatori
- Camioncini
- Trinciatutto
- Pala meccanica
- Escavatori
- Miniescavatori
- Trattori con rimorchio
- Rulli compattatori
- Avvitatori per pali
- Muletti
- Manitou
- Autobotti per abbattimento polveri

L'impatto principale sul paesaggio sarà provocato dal sollevamento di polveri, dovuto alle seguenti attività:

- scavi e livellamenti;
- realizzazione di nuova viabilità e adeguamenti di quella esistente per il passaggio di tutti i mezzi necessari alla concretizzazione delle opere;
- battitura pali di sostegno;
- scavi a sezione obbligata per la posa in opera dei cavi di potenza in MT;

Si osservi che l'impianto è stato progettato assecondando il più possibile la naturale orografia dei luoghi, con ciò limitando al minimo indispensabile le movimentazioni. A lavori ultimati, le aree non necessarie alla manutenzione ordinaria dell'impianto saranno ripristinate come ante operam.

Per quanto riguarda le zone in prossimità di aree di interesse archeologico e di beni culturali, si prevede la presenza di un archeologo che sovrintenda le attività di:



- sbancamento per la realizzazione delle piazzole;
- costruzione delle fondazioni in conglomerato cementizio armato;
- posa in opera dei cavi di potenza in MT;

limitatamente alle opere da realizzarsi nei pressi delle zone di interesse archeologico.

Vanno anche evidenziati due ulteriori aspetti. Si dovrà avere cura che il materiale utilizzato per la finitura di viabilità e piazzole cabine sia il più possibile simile alle colorazioni del materiale delle strade interpoderali di accesso ai fondi agricoli limitrofi all'area di impianto.

<b>Criterio</b>	<b>Attuazione</b>	<b>Descrizione</b>
Aree da indagare	Si	Si prevede di monitorare ogni area di lavoro (per procedere con eventuale fermo lavori in caso di ritrovamenti di interesse archeologico).
Parametri analitici	Si	Sollevamento polveri; Percezione visiva; Controllo del colore del materiale utilizzato per lo strato di finitura di viabilità e piazzole cabine; Rispetto dei colori previsti in progetto per il ripristino dei fabbricati rurali.
Tecniche di campionamento	No	Solo per sollevamento polveri Non si prevedono campionamenti, in quanto le lavorazioni si svolgono in ambienti aperti con condizioni di ventosità media dell'ordine di 5 m/sec.
Frequenza di campionamento	No	-
Controllo qualità dati	No	-



Azioni da intraprendere	Si	<p>Impiego di acqua nebulizzata e di coperture dei cassoni dei mezzi deputati al trasporto di terre e rocce da scavo.</p> <p>Eventuale fermo lavori in caso di ritrovamento reperti archeologici</p>
-------------------------	----	--

Tabella 15 - Riepilogo dei criteri da attenzionare per la componente paesaggio riferita alla specifica fase di cantiere

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sollevamento polveri;</li> <li>- Percezione visiva;</li> <li>- Controllo del colore del materiale utilizzato per lo strato di finitura di viabilità e piazzole cabine;</li> <li>- Rispetto dei colori previsti in progetto per il ripristino dei fabbricati rurali.</li> </ul>	Area di lavoro	Non stabilita	Nessuna	Visuale
Post operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti

Tabella 16 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente paesaggio

## 7 RUMORE

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi,..." (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie. Relativamente agli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali.



## 7.1 Tipologie di monitoraggio

Il monitoraggio in corso d'opera (CO) effettuato sia per tutte le tipologie di cantiere (ed esteso al transito dei mezzi ingresso/uscita dalle aree di cantiere), ha come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico (valori limite del rumore ambientale per la tutela della popolazione, specifiche progettuali di contenimento della rumorosità per impianti/macchinari/attrezzature di cantiere) e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

## 7.2 Localizzazione e punti di monitoraggio

In linea generale, la definizione e localizzazione dell'area di indagine e dei punti (o stazioni) di monitoraggio è effettuata sulla base di:

presenza, tipologia e posizione di ricettori e sorgenti di rumore;

- caratteristiche che influenzano le condizioni di propagazione del rumore (orografia del terreno, presenza di elementi naturali e/o artificiali schermanti, presenza di condizioni favorevoli alla propagazione del suono).

Per l'identificazione dei punti di monitoraggio si fa riferimento allo studio previsionale di impatto acustico, di integrazione al SIA, con particolare riguardo a:

- ubicazione e descrizione dell'opera di progetto;
- ubicazione e descrizione delle altre sorgenti sonore presenti nell'area di indagine;
- individuazione e classificazione dei ricettori posti nell'area di indagine, con indicazione dei valori limite ad essi associati;
- valutazione dei livelli acustici previsionali in corrispondenza dei ricettori censiti;
- descrizione degli interventi di mitigazione previsti (specifiche prestazionali, tipologia, localizzazione e dimensionamento).

Il punto di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici è generalmente del tipo ricettore-orientato,



ovvero ubicato in prossimità del ricettore. I principali criteri su cui orientare la scelta e localizzazione dei punti di monitoraggio consistono in:

- vicinanza dei ricettori alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dal traffico indotto dalle attività di cantiere (CO);
- presenza di ricettori sensibili di classe I - scuola, ospedale, casa di cura/riposo (monitoraggio CO);

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, la scelta dell'ubicazione delle postazioni di monitoraggio del tipo ricettore-orientata è basata sulla seguente scala di priorità:

- ricettore sensibile (ricettore di classe I);
- ricettore critico o potenzialmente critico;
- ricettore oggetto di intervento di mitigazione;
- ricettore influenzato da altre sorgenti (sorgenti concorsuali);
- altri ricettori: aree all'aperto oggetto di tutela (es. parchi), ricettori che possono essere influenzati negativamente da eventuali interventi di mitigazione ecc.

Per ciascun punto di monitoraggio previsto nel PMA devono essere verificate, anche mediante sopralluogo, le condizioni di:

- assenza di situazioni locali che possono disturbare le misure;
- accessibilità delle aree e/o degli edifici per effettuare le misure all'esterno e/o all'interno degli ambienti abitativi;
- adeguatezza degli spazi ove effettuare i rilievi fonometrici.

I parametri acustici che si andranno a rilevare in corso d'opera, nei punti di analisi sono finalizzati a descrivere i livelli sonori e a verificare il rispetto di determinati valori limite e/o valori soglia/standard di riferimento (riferimento a D.P.C.M. 14/11/1997; D.M 16/03/1998 – UNI/TS 11143-7/2013). La scelta dei parametri acustici da misurare, delle procedure tecniche di misura è funzionale alla tipologia di descrittore da elaborare, ovvero alla tipologia di sorgente presente nell'area di indagine. I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono elaborati per valutare gli impatti dell'opera sulla popolazione attraverso la definizione dei descrittori previsti dalla L. 447/1995 e relativi decreti attuativi. Le misurazioni dei parametri meteorologici, generalmente effettuate in parallelo alle misurazioni dei parametri acustici, sono effettuate allo scopo di verificare la conformità dei rilevamenti fonometrici e per valutare gli effetti delle condizioni atmosferiche sulla propagazione del suono.

### **7.3 Frequenza e durata dei monitoraggi**

La durata delle misurazioni, funzione della tipologia delle sorgenti in esame, deve essere adeguata a valutare gli indicatori/descrittori acustici individuati; la frequenza delle misurazioni e i periodi di effettuazione devono essere appropriati a rappresentare la variabilità dei livelli sonori, al fine di tenere conto di tutti i fattori che influenzano le condizioni di rumorosità (clima acustico) dell'area di indagine, dipendenti dalle





sorgenti sonore presenti e dalle condizioni di propagazione dell'emissione sonora.

Per il monitoraggio CO la frequenza è strettamente legata alle attività di cantiere: in funzione del cronoprogramma della attività, si individuano le singole fasi di lavorazione significative dal punto di vista della rumorosità e per ciascuna fase si programma l'attività di monitoraggio. Generalmente, i rilievi fonometrici sono previsti:

- ad ogni impiego di nuovi macchinari e/o all'avvio di specifiche lavorazioni impattanti;
- alla realizzazione degli interventi di mitigazione;
- allo spostamento del fronte di lavorazione (nel caso di cantieri lungo linea).

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	Livelli sonori	Vicinanza dei ricettori alle aree di cantiere	Dipendi della sorgenti in esame	Fonometro	D.P.C.M. 14/11/1997; D.M 16/03/1998 – UNI/TS 11143-7/2013
Post operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti

Tabella 17 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente rumore

## 8 ATMOSFERA

Il Monitoraggio Ambientale relativo alla componente Atmosfera e Clima riguarderà la sola fase di in corso d'opera. Le operazioni di monitoraggio previste sono le seguenti:

- Controllo periodico giornaliero del transito dei mezzi e del materiale trasporto, del materiale accumulato (terre da scavo);
- Verifica visiva delle caratteristiche delle strade utilizzate per il trasporto;
- Controllo dello stato di manutenzione degli pneumatici dei mezzi che trasportano e spostano materiale in sito;
- Verifica dei cumuli di materiale temporaneo stoccato e delle condizioni meteo (raffiche di vento, umidità dell'aria etc..).

In fase di cantiere le operazioni di controllo giornaliero saranno effettuate dalla Direzione Lavori.

Gli interventi e le azioni da prevedere sono:

- Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell'area di studio tramite anche la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e trasporto delle polveri;



- Dare opportune indicazioni sulle coperture da utilizzare sui mezzi che trasportano materiale di scavo e terre;
- Indicare alle imprese la viabilità da percorrere per evitare innalzamento di polveri;
- Controllo degli pneumatici che non risultino particolarmente usurati e che possano quindi favorire l'innalzamento polveri;

Far adottare le misure di mitigazione in tempi congrui per evitare l'innalzamento di polveri.

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	- Controllo del transito dei mezzi e del materiale trasporto, del materiale accumulato (terre da scavo) - Verifica delle caratteristiche delle strade utilizzate per il trasporto; - Controllo dello stato di manutenzione degli pneumatici dei mezzi che trasportano e spostano materiale in sito;	Area impianto	Periodico	Nessuna	Visuale
Post operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti

Tabella 18 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente atmosfera

## 9 AMBIENTE IDRICO

Il Monitoraggio Ambientale relativo alla componente Ambiente idrico riguarderà le fasi in corso d'opera e post operam. Le operazioni di monitoraggio previste sono le seguenti:

### *Monitoraggio in corso d'opera*

- Controllo periodico giornaliero e/o settimanale visivo delle aree di stoccaggio dei rifiuti prodotti dal personale operativo, e controllo delle apparecchiature che potrebbero rilasciare olii o lubrificanti controllando eventuali perdite;
- Controllo periodico giornaliero visivo del corretto deflusso delle acque di regimentazioni superficiali e profonde (durante la realizzazione delle opere di fondazione).

*Monitoraggio post operam*

- Controllo visivo del corretto funzionamento delle regimentazioni superficiali a cadenza mensile o trimestrale per il primo anno di attività, poi semestrale negli anni successivi (con possibilità di controlli a seguito di particolari eventi di forte intensità);
- Verifica visiva dello stato di manutenzione e pulizia delle cunette.

In fase di cantiere le operazioni andranno effettuate dalla Direzione Lavori.

Gli interventi e le azioni da prevedere sono:

- Controllo di perdite, con interventi istantanei nel caso di perdite accidentali di liquidi sul suolo e nel sottosuolo;
- Controllo di ostruzioni delle canalette per la regimentazione delle acque;
- Controllo della presenza di acqua emergente dal sottosuolo durante le operazioni di scavo e predisposizione di opportune opere drenanti (trincee e canali drenanti).

In fase di regime ed esercizio di cantiere la responsabilità del monitoraggio è della Società proprietaria del parco che dovrà provvedere a:

- Controllo di ostruzioni delle canalette per la regimentazione delle acque.
- Pulizia e manutenzione annuale delle canalette.

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	Controllo delle aree di stoccaggio dei rifiuti, e controllo delle apparecchiature che potrebbero rilasciare olii o lubrificanti controllando eventuali perdite; Controllo del corretto deflusso delle acque di regimentazioni superficiali e profonde (durante la realizzazione delle opere di fondazione).	Area impianto	Periodico giornaliero e/o settimanale	verbali, schede di annotazione	Visuale
Post operam	Controllo del corretto funzionamento delle regimentazioni superficiali	Area impianto	Mensile o trimestrale per il primo anno poi semestrale	verbali, schede di annotazione	Visuale

*Tabella 19 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente ambiente idrico*

## 10 SISTEMA AGRIVOLTAICO

Al fine di garantire adeguati parametri al sistema agrivoltaico per tutta la vita tecnica dell'impianto sarà condotta anche un'attività di monitoraggio utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area tra le interfile di moduli, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

In particolare l'attività di monitoraggio riguarderà:

- 1) il risparmio idrico;
- 2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate o la creazione di nuove aziende agricole o rami d'azienda.
- 3) la fertilità del suolo;
- 4) il microclima.

Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, sarà importante la misurazione della produzione di energia elettrica.

Di seguito una disamina di ciascuno dei predetti parametri e delle modalità con cui saranno monitorati:

### 10.1 Risparmio idrico

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua viene ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo.

Essendo state scelte colture in asciutto sarà analizzata l'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento dovuto ai moduli fotovoltaici. A tal fine sarà installata una **Stazione Meteorologica** in grado di misurare questo parametro attraverso 'Sensori di Evaporazione' che consistono in un 'Serbatoio Evaporimetro' ed uno strumento di 'Evapotraspirazione'.

Il fabbisogno irriguo per le eventuali irrigazioni di soccorso nei periodi particolarmente siccitosi (luglio-agosto), sarà soddisfatto attraverso auto-provvigionamento, pertanto l'utilizzo di acqua potrà essere misurato dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo.

### 10.2 Continuità dell'attività agricola

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto saranno:



1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività sarà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza annuale. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, eventuale impiego di concimi e di trattamenti fitosanitari).

### **10.3 Fertilità del suolo**

Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, in cui saranno comparate le rese produttive rispetto agli anni precedenti nonché rispetto a coltivazioni situate esternamente all'impianto. Altresì attraverso l'installazione di sensori di conducibilità elettrica del terreno sarà possibile controllare l'apporto di nutrienti affinché, qualora necessario, si possa intervenire con adeguata concimazione. Infine sarà anche applicato l'Indice di fertilità del suolo già descritto al paragrafo 2.1.

### **10.4 Microclima**

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Tali aspetti possono essere monitorati attraverso tre Stazioni meteorologiche e tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;



- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente sterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite verbali, schede di annotazione ed una relazione annuale.

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
Post operam	Risparmio idrico	Fascia arborea ad uliveto e, mandorleto	Mensile da novembre a marzo, settimanale da aprile a ottobre	Stazione Meteorologica e volume serbatori	Controllo da remoto, Data logger
	Continuità dell'attività agricola	Pascolo, Uliveto, Mandorleto, Pascolo apistico	Annuale	verbali, schede di annotazione	Stima delle rese produttive
	Fertilità del suolo	Fascia arborea ad uliveto e, mandorleto	Trimestrale	Sensori di conducibilità elettrica, - Indice di Fertilità Biologica del Suolo	Stima delle rese produttive, Data logger
	Microclima	Area impianto	Giornaliero	Stazione Meteorologica, sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria, sensori per la misura della radiazione solare	Controllo da remoto, Data logger

Tabella 20 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della componente agricola

## 10.5 Resilienza ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri. A tal fine in conformità alla circolare n.32 del 30 dicembre 2021 è stata redatta una relazione specifica recante l'analisi dei rischi climatici attuali e futuri, che prescrive i seguenti interventi:



- Per quanto riguarda il rischio incendio l’impianto sarà dotato di sistemi di videosorveglianza ed inoltre sarà continuamente vigilato grazie alla presenza dei conduttori dell’attività agricola svolta internamente all’impianto.
- Per quanto riguarda le ondate di calore saranno installate tre stazioni meteorologiche e sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell’aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici

In aggiunta, saranno monitorate anche le azioni di adattamento attraverso l’utilizzo dei seguenti indicatori:

- Produzione di energia persa in seguito a fenomeni di surriscaldamento dei sistemi (comunicazione all’autorità competente base annuale);
- Numero di incidenti durante il cantiere dovuti ad ondate di calore estreme (comunicazione a fine cantiere).

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite verbali, schede di annotazione ed una relazione annuale.

Monitoraggio	Parametri da monitorare	Area/Punti di indagine	Durata/Frequenza	Strumentazione utilizzata	Metodi di campionamento
Ante operam	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti	Non previsti
In corso d'opera	Incidenti durante il cantiere dovuti ad ondate di calore estreme	Area cantiere	Giorni maggiormente caldi nel periodo estivo	Termometri	Rilevamento istantaneo tramite operatore
Post operam	Rischio incendi	Perimetro impianto	Giornaliero da maggio a settembre	Impianto videosorveglianza e sensori temperatura e velocità del vento	Controllo da remoto, Data logger
	Perdita produzione di energia dovuta a Ondate di calore	Inverter Station	Annuale	Verbali, schede di annotazione	Controllo da remoto, Data logger

Tabella 21 - Riepilogo delle modalità di monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici



## 11 CAMPO ELETTROMAGNETICO

### *Moduli fotovoltaici*

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente continua, per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente, peraltro di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici secondo la Norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono pertanto menzionate prove di compatibilità elettromagnetica poiché assolutamente irrilevanti.

### *Inverter*

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze.

E' previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

### *Linee elettriche in corrente alternata*

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a  $3 \mu\text{T}$ , anche se per la particolarità dell'impianto le aree al suo interno sono da classificare ai sensi della normativa come luoghi di lavoro, e quindi con livelli di riferimento maggiori rispetto a questi ultimi, in quanto frequentate da persone professionalmente esposte.

Il Monitoraggio Ambientale relativo alla componente Campo magnetico riguarderà la fase ante operam (con una sola misura per ogni punto, al fine di acquisire i valori di bianco) e per la fase in corso d'operam. I punti di misura che si prevede di analizzare sono due, uno interno ed uno esterno al perimetro dell'impianto. Le operazioni di monitoraggio previste sono le seguenti:

- Sopralluogo preliminare dell'area circostante il recettore a fine di individuare la presenza di sorgenti locali di campo magnetico a frequenza industriale;
- Individuazione di un punto di misura da scegliersi in funzione della tipologia del sito e della presenza di impianti elettrici sorgenti di campo magnetico;
- Esecuzione del monitoraggio dei punti individuati per un periodo di almeno 24 ore registrando i valori di induzione magnetica ogni minuto.





Le misurazioni saranno eseguite secondo le modalità dettate dalle guide CEI:

- *Norma CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana" (2001);*
- *Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana" (2001).*