



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA DI
LECCE



COMUNE DI
ARNESANO



COMUNE DI
CARMIANO



COMUNE DI
COPERTINO



COMUNE DI
LECCE



COMUNE DI
LEVERANO



COMUNE DI
MONTERONI
DI LECCE



COMUNE DI
NOVOLI

Progetto di un impianto agrivoltaico avanzato per la produzione di energia rinnovabile solare, da ubicarsi in agro dei comuni di Arnesano (LE), Carmiano (LE), Copertino (LE) e Novoli (LE) unitamente alle relative opere di connessione alla RTN ricadenti anche nei comuni di Lecce (LE), Leverano (LE) e Monteroni di Lecce (LE)

Potenza nominale lato c.c. 50.963,64 kWp - Potenza nominale lato c.a. 44.480 kVA

Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 e ss.mm.ii.

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

(ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 36/2023)

Codice AU: I7SPTR4

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

DENOMINAZIONE ELABORATO

I7SPTR4_StudioFattibilitàAmbientale_5

FORMATO

A4

SCALA

n.a.

PROGETTAZIONE:

PROSVETA s.r.l.



CONSULENZA
SPECIALISTICA:

Biologa
Elisa GATTO
Via S. Santo, 22
73044 - Galatone (LE)



COMMITTENTE:

SY04 S.r.l.
Via Duca degli Abruzzi, 58
73100 - Lecce (LE)
P.IVA 05239340754
Legale Rappresentante
Franco RICCIATO

REV. N.	DATA	MOTIVO
00	agosto 2024	Prima emissione



Sommario

Indice delle figure	2
Indice delle tabelle.....	2
Premessa	3
1. Riferimenti normativi.....	5
2. Obiettivi del Monitoraggio Ambientale	7
3. Nomina del Responsabile Ambientale	7
4. Componenti ambientali e matrice qualitativa degli impatti	8
5. Atmosfera e fattori climatici	12
5.1. Monitoraggio qualità dell'aria.....	12
Quo ante operam:	15
Fase di cantiere:	15
Fase di esercizio:.....	17
Fase di dismissione:.....	17
5.2. Monitoraggio del microclima	19
5.2.1. Monitoraggio delle prestazioni di un agrivoltaico avanzato	22
a. Il monitoraggio del risparmio idrico.....	22
b. Il monitoraggio della continuità dell'attività agricola	22
c. Il monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	23
d. Il monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici	24
6. Suolo e sottosuolo.....	24
6.1. Indicatori di monitoraggio	26
Caratteristiche chimiche	26



Caratteristiche fisiche	26
Caratteristiche biologiche	27
Indicatori.....	27
Gestione e trasmissione dei dati.....	35
Azioni correttive	35
7. Ambiente idrico	36
Parametri monitorati.....	36
Modalità di campionamento	37
Azioni correttive	37
8. Biodiversità	37
Parametri monitorati.....	38
Modalità di campionamento	39
Azioni correttive	42
9. Rumore e Vibrazioni	43
Parametri monitorati.....	44
Modalità di campionamento	45
Azioni correttive	47
10. Agenti fisici: radiazioni non ionizzanti.....	48
Parametri monitorati.....	48
Modalità di campionamento	48
Azioni Correttive.....	49
11. Paesaggio e Beni culturali	50
12. Gestione degli impatti negativi imprevisti.....	51



13. Quadri sinottici del PMA	52
ALLEGATO 1. Computo metrico estimativo: componente Atmosfera e Suolo.....	57

Indice delle figure

Figura 1: Localizzazione punti di monitoraggio.....	14
Figura 2: Localizzazione della stazione meteorologica.	21

Indice delle tabelle

Tabella 1: Matrice qualitativa degli impatti sulle diverse componenti ambientali considerate	8
Tabella 2: Misure di mitigazione per le principali criticità in fase di cantiere	16
Tabella 3: Descrizione della sensoristica agro-meteorologica	20
Tabella 4: Modalità di campionamento della componente “Ambiente idrico superficiale e sotterraneo”	37
Tabella 5: Modalità di campionamento della componente “Biodiversità”	39
Tabella 6: Modalità di campionamento della componente “Vibrazioni”	45
Tabella 7: Modalità di campionamento della componente “Rumore”	46
Tabella 8: Modalità di campionamento della componente “Radiazioni non ionizzanti”	48
Tabella 9: AO: Fase Ante Operam; FC: Fase di Cantiere; FE: Fase di Esercizio; FD: Fase di Dismissione; RA: Responsabile Ambientale; DL: Direttore dei Lavori	52
Tabella 10: Computo metrico estimativo	57



Premessa

Il presente elaborato tecnico costituisce il **Piano di Monitoraggio Ambientale** (PMA) relativo alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato 05_12_13_Arnesano su un'area che interessa i comuni di Copertino, Arnesano, Carmiano e Novoli (LE).

Tali attività sono riconducibili alle seguenti quattro principali attività:



Nel presente PMA si considerano le seguenti diverse fasi:

- I. **Quo ante operam**: il monitoraggio in questa fase iniziale, definita anche come “punto zero” è finalizzato a rappresentare le condizioni ambientali iniziali delle varie matrici ambientali sulle quali si andrà a verificare l’impatto indotto dall’impianto da realizzare. Essa sarà il riferimento di base rispetto alle variazioni indotte dall’opera.
- II. **Fase di cantiere**: è la fase di monitoraggio delle matrici ambientali che potranno essere interessate dagli scavi e dalla movimentazione dei terreni (rumore, qualità dell’area, preesistenze antropico-culturali, ecc.). Laddove dovessero insorgere modifiche sostanziali a quanto previsto nel SIA, si attiveranno azioni di “mitigazione”.
- III. **Fase di esercizio**: in questa fase, considerando l’estensione della durata dell’efficacia dell’impianto, il “piano di monitoraggio” prevederà controlli periodici e programmati per la verifica, anche rispetto al “punto zero”, delle condizioni quanto-qualitative delle varie matrici ambientali considerate.
- IV. **Post operam-fase di dismissione**: tale fase prevede il ripristino dell’area d’impianto alle condizioni “quo ante”, e monitora le fasi di svellimento, smaltimento, recupero ed



eventualmente ripristino, sia delle varie componenti strutturali dell'impianto che quelle naturali dei terreni.

La redazione del PMA ha previsto:

- **Identificazione e aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici:** riferimento a normative e bibliografie per la definizione delle metodiche di monitoraggio e dei valori di riferimento.
- **Scelta delle componenti ambientali:** selezione delle componenti ambientali individuate dal SIA, integrate con raccomandazioni e prescrizioni del parere di compatibilità ambientale.
- **Scelta degli indicatori ambientali:** sulla base della sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto;
- **Scelta delle aree da monitorare:** scelta delle aree sensibili e protette in base alla normativa comunitaria, nazionale e regionale per la tutela della salute della popolazione e dell'ambiente.
- **Programmazione delle attività:** pianificazione delle attività di monitoraggio in relazione allo stato di avanzamento dei lavori e delle fasi di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni.



1. Riferimenti normativi

Al fine della programmazione del PMA sono sinteticamente riportati i riferimenti normativi in essere a livello comunitario e nazionale:

- **Direttiva 96/61/CE** sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento per talune attività industriali ed agricole;
- **Direttiva 2001/42/CE** sulla Valutazione Ambientale Strategica di piani e programmi che ha introdotto il MA come parte integrante del processo di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio di un impianto e di controllo sugli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione dei piani e dei programmi;
- La **Direttiva 2014/52/UE** che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la Valutazione d'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati introduce importanti novità in merito al monitoraggio ambientale, riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'identificazione di eventuali effetti negativi significativi imprevisi e alla adozione di opportune misure correttive;
- Il **DPCM 27.12.1988** recante "*Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale*", tutt'ora in vigore in virtù dell'art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., prevede che "...la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni";
- Il **D.Lgs.152/2006** e s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo a questo la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h). Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e); punto 5-bis dell'Allegato VII) come "descrizione delle misure previste per il monitoraggio" facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell'ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA. Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) che "contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti";
- Il **D.Lgs.163/2006** e s.m.i. regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del MA e i criteri per la redazione del PMA (art.10, comma 3);



- **Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) - Giugno 2014):** forniscono gli indirizzi metodologici generali per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.).
- **DL 77/2021** ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio: il risparmio idrico; la continuità dell'attività agricola;
- **Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno 2022)** stilate dal CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A., ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. sotto il coordinamento del Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'Energia. Tali linee guida chiariscono quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico coerentemente con quanto previsto dal *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* (PNIEC) e tenendo conto del *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza* (PNRR). Inoltre, stabiliscono che il sistema agrivoltaico sia dotato di un sistema di monitoraggio che i) consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate e ii) consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.
- **Decreto Ministeriale 14 Aprile 2023** che, in attuazione dell'articolo 14, comma 1, lettera c), del decreto legislativo n. 199 del 2021, reca criteri e modalità per incentivare la realizzazione, entro il 30 giugno 2026, di sistemi agrivoltaici di natura sperimentale.



2. Obiettivi del Monitoraggio Ambientale

Il Monitoraggio Ambientale, conforme alla definizione fornita dall'*European Environment Agency* (EEA), è concepito quale insieme di misurazioni, valutazioni e determinazioni, effettuate in maniera periodica o continuativa. Tale procedimento mira a prevenire eventuali danni all'ambiente derivanti dall'installazione e dall'operatività di un impianto.

In linea con quanto previsto dalle Linee Guida del MATTM del 2014, il seguente Monitoraggio Ambientale si propone i **seguenti obiettivi**:

- **Conformità alle previsioni di impatto**: verificare l'aderenza alle proiezioni di impatto individuale stabilite nello Studio di Impatto Ambientale (SIA), in particolare nelle fasi di costruzione ed esercizio dell'impianto.
- **Analizzare gli stati Ante-Operam, in Corso d'Opera e Post-Operam** al fine di valutare l'evoluzione della situazione ambientale.
- **Controllo durante la fase di costruzione** al fine di individuare prontamente situazioni impreviste o criticità ambientali e attuando azioni correttive tempestive.
- **Verifica dell'efficacia delle misure di mitigazione**: accertare l'efficacia delle misure adottate per la mitigazione degli impatti ambientali.
- **Supporto alla Commissione VIA**: fornire alla Commissione di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) i dati necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.
- **Controllo dell'adempienza alle prescrizioni**: verificare il rispetto dei contenuti, prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale, sia durante la costruzione che nell'operatività dell'impianto.

3. Nomina del Responsabile Ambientale

Nel corso della fase esecutiva del progetto, sarà designato un **Responsabile Ambientale** con compiti chiave, tra cui **coordinare le attività intersettoriali**, **verificare la conformità al Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA)**, e **produrre documenti di sintesi per la Commissione Speciale VIA**. Affiancato da specialisti settoriali, il Responsabile **definerà il cronoprogramma**, **coordinerà le operazioni di monitoraggio**, e si **occuperà di elaborare eventuali aggiustamenti, interventi correttivi, e misure di salvaguardia** garantendo così l'ottimizzazione continua del processo di monitoraggio e la gestione efficace delle situazioni critiche che possano emergere nel corso del progetto.



cantiere, recinzione											temporanee della composizione e della struttura del suolo; Rumore
Approvvigionamento materiali da costruzione											Rumore; Produzione di rifiuti.
Scavi, infissione pali											Alterazione permeabilità terreni, alterazione visuali paesaggistiche, antropizzazione paesaggio; Rumori e vibrazioni delle macchine; Polveri
Montaggio pannelli											Rumori e vibrazioni delle macchine; Polveri
Opere edili ed elettriche											Alterazione temporanea della qualità dell'aria, acque superficiali e biodiversità animale e vegetale. Rumore e vibrazioni; Produzione di rifiuti
Piantumazioni											Polveri; Alterazioni temporanee della composizione e della struttura del suolo;



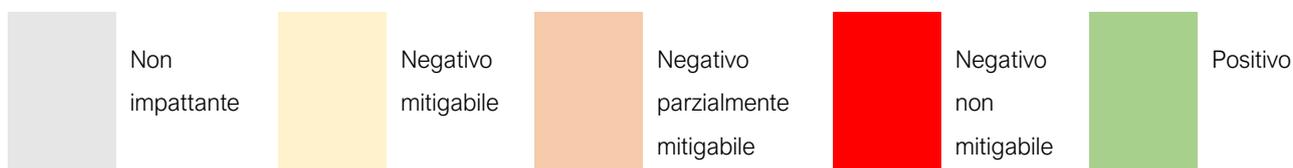
	Smaltimento di rifiuti da cantiere										Alterazione temporanea della qualità dell'aria per l'utilizzo di mezzi pesanti per il trasporto.
Fase di esercizio	Produzione di energia elettrica										Assenza di emissioni inquinanti, leggera variazione del campo elettromagnetico, potenziale ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse idriche, probabile miglioramento delle caratteristiche qualitative del suolo, del microclima e delle rese produttive, nonché diminuzione dell'erosione del terreno.
	Intromissione visiva										Alterazione del paesaggio
	Rimboscimento (siepe perimetrale arbustiva/arborea e altri interventi di mitigazione e compensazione)										Sequestro CO2 ed inquinanti da atmosfera, acque superficiali e suolo, riduzione dell'erosione del suolo, aumento della fertilità del suolo, aumento



											della biodiversità e della eterogeneità degli habitat.
	Attività colturale										Polveri ed emissioni da attività agricole (trattamenti, raccolta)
	Apicoltura										Promozione della biodiversità microbica, prevenzione dell'erosione del suolo e aumento fertilità del suolo; Flora: aumento biodiversità locale e rigenerazione ecosistemica; Fauna: equilibrio ecosistemico ed ecologico.
	Manutenzione ordinaria/straordinaria impianto fotovoltaico										Possibile temporanea alterazione qualità delle acque superficiali.
Fase di dismissione	Opere edili										Alterazione temporanea della qualità dell'aria, acque superficiali e biodiversità animale e vegetale. Rumore e vibrazioni; Produzione di rifiuti
	Intromissione visiva										Rigenerazione del



												paesaggio rispetto allo stato ante-operam;
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



5. Atmosfera e fattori climatici

Come risulta dagli elaborati tecnici in materia e come sintetizzato dalla Tabella 1, non vi sono impatti significativi e negativi sulla matrice atmosferica (qualità dell'aria e microclima) connessi con la realizzazione e l'esercizio dell'impianto in progetto.

Appare necessario riportare che **la produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici non produce alcuna immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera poiché sfrutta la risorsa naturale rinnovabile solare**. Inoltre, la produzione di energia elettrica rinnovabile da impianto fotovoltaico permette di ottenere un concreto beneficio ambientale in merito alla "carbon footprint" e, quindi, alla **mancata emissione, per la medesima quantità di energia prodotta da "fossile", di CO2**.

Gli unici impatti a carico della matrice atmosfera sono relativi, esclusivamente, alla fase di cantierizzazione e di *post operam* dell'impianto.

Nella fase *ante operam*, il PMA prevede **l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell'area di studio**, tramite la **raccolta e l'organizzazione dei dati meteorologici** per verificare non tanto l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti, quanto, per un impianto fotovoltaico a terra, le condizioni meteo finalizzate all'irraggiamento e/o, per l'analisi anemometrica, la stabilità delle varie stringhe costituenti l'impianto. Inoltre, la caratterizzazione delle condizioni nella *fase zero* consente di valutare le eventuali modifiche alla matrice indagata (vedi relazione specialistica "Analisi meteorologica e valutazione del rischio climatico").

5.1. Monitoraggio qualità dell'aria

Come analizzato nella relazione specialistica sulla qualità dell'aria (vedi "Studio qualità dell'aria"), **l'area oggetto di studio non presenta un Indice di Qualità dell'Aria critico e, inoltre, la disponibilità di simulazioni modellistiche affidabili e la presenza di stazioni di monitoraggio rappresentative dell'area,**



affendenti alle reti di monitoraggio già esistenti della Rete Regionale Qualità dell’Aria di Arpa Puglia, permette di avere un quadro rappresentativo e affidabile per condurre campagne di monitoraggio ove necessario.

Tuttavia, considerando anche che gli impatti, come riportato in Tabella 1, sono stati valutati come temporanei e di entità trascurabile, sono state previste specifiche campagne di monitoraggio presso i punti di campionamento identificati in Figura 1, al fine di prevenire potenziali rischi per la salute del personale coinvolto. Inoltre, nelle sezioni successive, vengono delineate una serie di misure correttive e strategie di mitigazione, mirate a ridurre ulteriormente le emissioni prodotte.

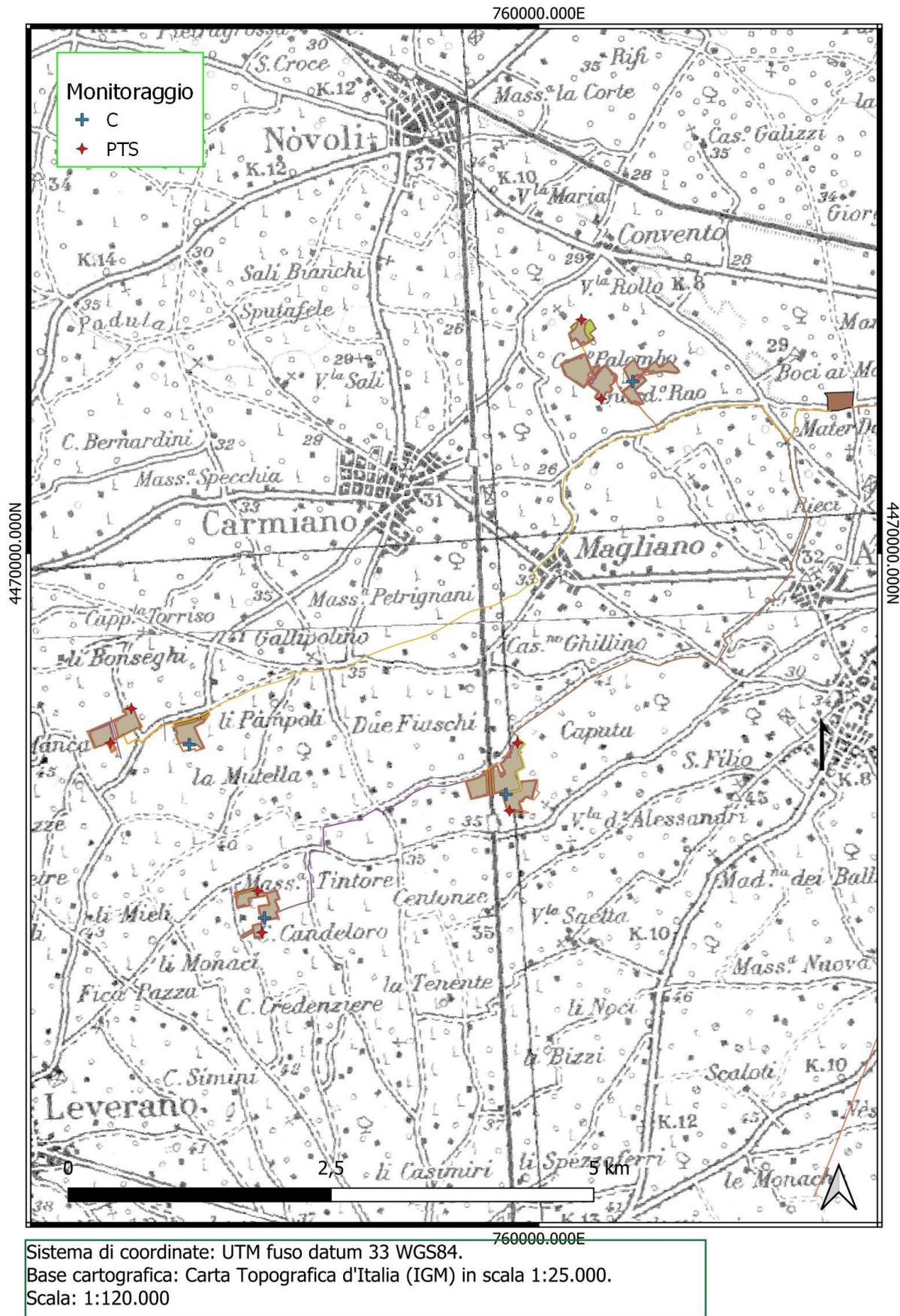


Figura 1: Localizzazione punti di monitoraggio



Quo ante operam:

Si procederà con un monitoraggio continuo della qualità dell'aria presso i siti C, per una durata di 7 giorni, rilevando parametri quali PM2,5, PM10, PTS, CO2, CO, SO2, NO, NO2 e O3. Parallelamente, nei siti PTS, posizionati strategicamente sia sopravento che sottovento rispetto alla direzione dei venti prevalenti dell'area, verranno effettuate misurazioni specifiche delle polveri sottili totali.

Queste analisi andranno a completare la caratterizzazione del "punto zero" dell'area, ovvero il riferimento iniziale della fase ante operam, che è già stato delineato da diverse analisi preliminari, tra cui:

- L'analisi delle caratteristiche climatiche e meteorologiche dell'area di studio, realizzata attraverso la raccolta e l'organizzazione dei dati meteorologici disponibili, per verificare l'influenza delle condizioni meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti (vedi elaborato I7SPTR4_DocumentazioneSpecialistica_17: *Analisi meteorologica e valutazione del rischio climatico*);
- L'analisi delle concentrazioni al suolo degli inquinanti atmosferici, effettuata raccogliendo e organizzando i dati di qualità dell'aria disponibili, con particolare riferimento alle stazioni fisse di rilevamento esistenti nell'area (vedi elaborato I7SPTR4_DocumentazioneSpecialistica_18: *Analisi qualità dell'aria*).

Fase di cantiere:

Nella fase di realizzazione delle opere in progetto le attività potenzialmente generatrici di emissioni polverulente sono essenzialmente riconducibili agli **scavi del terreno**, al **traffico dei mezzi** all'interno dell'area di cantiere per il trasporto di una parte del materiale scavato nell'area adibita allo stoccaggio, oltre che alle emissioni generate dallo **scarico del materiale** per la messa a parco e **dall'erosione del vento dai cumuli di terreno stoccato**. Queste attività sono, tuttavia, molto circoscritte sia dal punto di vista spaziale che temporale. Pertanto, **i suddetti impatti possono essere considerati trascurabili ai fini del presente piano di monitoraggio ambientale.**

Sarà effettuato un monitoraggio continuo della qualità dell'aria presso i siti C, per una durata di 30 giorni, rilevando parametri quali PM2,5, PM10, PTS, CO2, CO, SO2, NO, NO2 e O3. Parallelamente, nei siti PTS, posizionati strategicamente sia sopravento che sottovento rispetto alla direzione dei venti prevalenti dell'area, verranno effettuate misurazioni specifiche delle polveri sottili totali.

Tali misurazioni assicureranno il rispetto dei limiti di sicurezza per le concentrazioni di polveri sottili, conformemente alla normativa vigente. Inoltre, consentiranno di verificare l'efficacia delle strategie di



mitigazione implementate, descritte nelle sezioni successive, e di intervenire con adeguate misure correttive qualora fossero riscontrate deviazioni dai valori accettabili.

La corretta esecuzione delle **misure di mitigazione** che seguono, nel caso della componente in oggetto, si prevede che consentiranno il **ridimensionamento dell'impatto specifico, con particolare riferimento alle polveri, di fattori dell'ordine dell'80% e oltre.**

Tabella 2: Misure di mitigazione per le principali criticità in fase di cantiere

Ambito di intervento	Misura di mitigazione
Trattamento e movimentazione del materiale (sono previsti limitati movimenti di terra visto l'andamento pianeggiante del terreno. L'intervento edilizio per l'impianto fotovoltaico sarà di tipo non invasivo e consisterà nell'installazione nel terreno di pali in acciaio che potranno essere rimossi senza necessità di significativi interventi di scavo).	<ul style="list-style-type: none">• Agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante un'irrorazione controllata;• Processi di movimentazione con scarse altezze di getto, basse velocità d'uscita e contenitori di raccolta chiusi.
Depositi di materiale ed erosione del vento	<ul style="list-style-type: none">• sufficiente umidificazione dei depositi;• barriere/dune di protezione;• sospensione dei lavori in condizioni climatiche particolarmente sfavorevoli;• copertura con stuoie, teli o copertura a verde per i depositi soggetti a scarsa movimentazione.
Aree e piste di cantiere	<ul style="list-style-type: none">• irrorazione controllata delle strade per trattenere le polveri;• munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con efficaci vasche di pulizia (impianti di lavaggio ruote);• limitazione della velocità massima sulle piste e la viabilità di cantiere (es. 30km/h).
Emissione fumi di combustione dei veicoli da lavoro	<ul style="list-style-type: none">• equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante;



-
- macchine e apparecchi con motore diesel vanno possibilmente alimentati con carburanti a basso tenore di zolfo (es. tenore in zolfo <50ppm);
 - per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine ed apparecchi per la lavorazione meccanica dei materiali (come per es. mole per troncatura, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, etc.).
 - Limitare la velocità massima di transito per realizzare efficacemente il contenimento della produzione degli inquinanti.

Fase di esercizio:

L'attività di esercizio dell'impianto agrivoltaico non comporterà alcun impatto significativo sulla qualità dell'aria. Tuttavia, è opportuno menzionare che esistono alcune eccezioni legate all'uso di mezzi di trasporto e alle operazioni operative effettuate dagli addetti durante le attività periodiche di manutenzione ordinaria dell'area. Queste operazioni includono riparazioni, controlli di efficienza, pulizia dell'area e, se necessario, sfalcio delle erbe infestanti solo in caso di eccessiva crescita. Dato il carattere saltuario e temporaneo di tali operazioni l'impatto risultante è **trascurabile**.

Si prevede un monitoraggio continuo della qualità dell'aria presso i siti C, per una durata di 7 giorni, rilevando parametri quali PM2,5, PM10, PTS, CO2, CO, SO2, NO, NO2 e O3. Parallelamente, nei siti PTS, posizionati strategicamente sia sopravento che sottovento rispetto alla direzione dei venti prevalenti dell'area, verranno effettuate misurazioni specifiche delle polveri sottili totali.

Fase di dismissione:

L'impatto in questa fase, come nella fase di cantiere, sarà riconducibile alle emissioni di inquinanti e particolato limitatamente alla fase di cantiere, quindi ad una produzione temporanea di polveri per la movimentazione dei pannelli e per quella degli stessi mezzi. considerando che il **"ripristino" avverrà in tempi estremamente limitati**, è possibile affermare che **l'impatto è trascurabile**.

Si prevede un monitoraggio continuo della qualità dell'aria presso i siti C, per una durata di 7 giorni, rilevando parametri quali PM2,5, PM10, PTS, CO2, CO, SO2, NO, NO2 e O3. Parallelamente, nei siti PTS, posizionati strategicamente sia sopravento che sottovento rispetto alla direzione dei venti prevalenti dell'area, verranno effettuate misurazioni specifiche delle polveri sottili totali.



- ✚ Per quanto riguarda l'esecuzione dell'opera, la committenza si impegna a: vigilare sulla corretta attuazione dei provvedimenti, per la limitazione delle emissioni, stabiliti nella procedura di autorizzazione, nell'elenco delle prestazioni e nel contratto d'appalto; a istruire il personale edile in merito a produzione, diffusione, effetti e riduzione degli inquinanti atmosferici nei cantieri con particolare riferimento ai provvedimenti sopra esposti.



5.2. Monitoraggio del microclima

Conforme alle dettagliate analisi presentate negli allegati tecnici e riassunte nella Tabella 1, l'implementazione del parco agrivoltaico **non implicherà impatti avversi sul microclima**, anzi, favorirà un **apprezzabile miglioramento** dello stesso attribuibile **alla messa a dimora di nuova vegetazione e alla coltivazione agricola, nonché alla presenza di pannelli fotovoltaici** che, incrementando l'ombreggiamento del suolo, **intensificheranno la ritenzione idrica** e, di conseguenza, **potenzieranno la resilienza agronomica del progetto**.

Il monitoraggio delle condizioni microclimatiche previsto dal seguente PMA è volto a consentire una gestione ottimale delle colture agricole e a monitorare e migliorare l'efficienza energetica dell'impianto.

Le prestazioni ottimali di un impianto agrivoltaico durante la sua fase di esercizio, infatti, sono influenzate principalmente dalle condizioni ambientali effettive in cui opera. L'irraggiamento solare rappresenta l'elemento chiave del sistema, mentre le temperature svolgono un ruolo determinante sulle prestazioni dei principali componenti elettrici. Inoltre, le condizioni reali in cui si trova l'impianto, considerando fattori paritari, influenzano la sua produttività effettiva.

Al fine di valutare tali condizioni, verranno acquisiti dati microclimatici sia **nell'area retro-modulo** dell'impianto sia in **una zona adiacente non influenzata dall'impianto**, al fine di consentire un confronto efficace dei parametri tra le diverse aree. Questi dati saranno ottenuti tramite l'utilizzo di sensori per la misurazione della temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria e radiazione solare, permettendo così un confronto dettagliato. Ogni sonda sarà collegata a un **data logger** per registrare e conservare i dati di temperatura (media, massima e minima) su base oraria e giornaliera.

La strumentazione agro-meteorologica è riportata in Tabella 3. Tale strumentazione, conforme agli standard internazionali, consentirà il monitoraggio continuo anche in remoto e permetterà la raccolta e l'archiviazione del dato.

Considerando la distanza tra i sottocampi dell'impianto, per rendere rappresentativa la misurazione dei dati agro-meteorologici, si prevede l'installazione di un'unità centrale e 4 unità wireless, locate nei punti indicati in Figura 2.



Tabella 3: Descrizione della sensoristica agro-meteorologica

Descrizione	
<p>Unità centrale IoT:</p> <p>Unità centrale con Anemometro (intensità e direzione del vento), radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria)</p> <p>Barometro, Sensore EC conducibilità suolo, Sensore PH suolo,</p> <p>Pluviometro</p>	
<p>Unità Rpt wireless IoT con sensori:</p> <p>Temperatura aria (°C), Umidità aria (%)</p> <p>Due sensori di Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi</p> <p>Radiazione Solare</p> <p>Velocità del vento</p>	

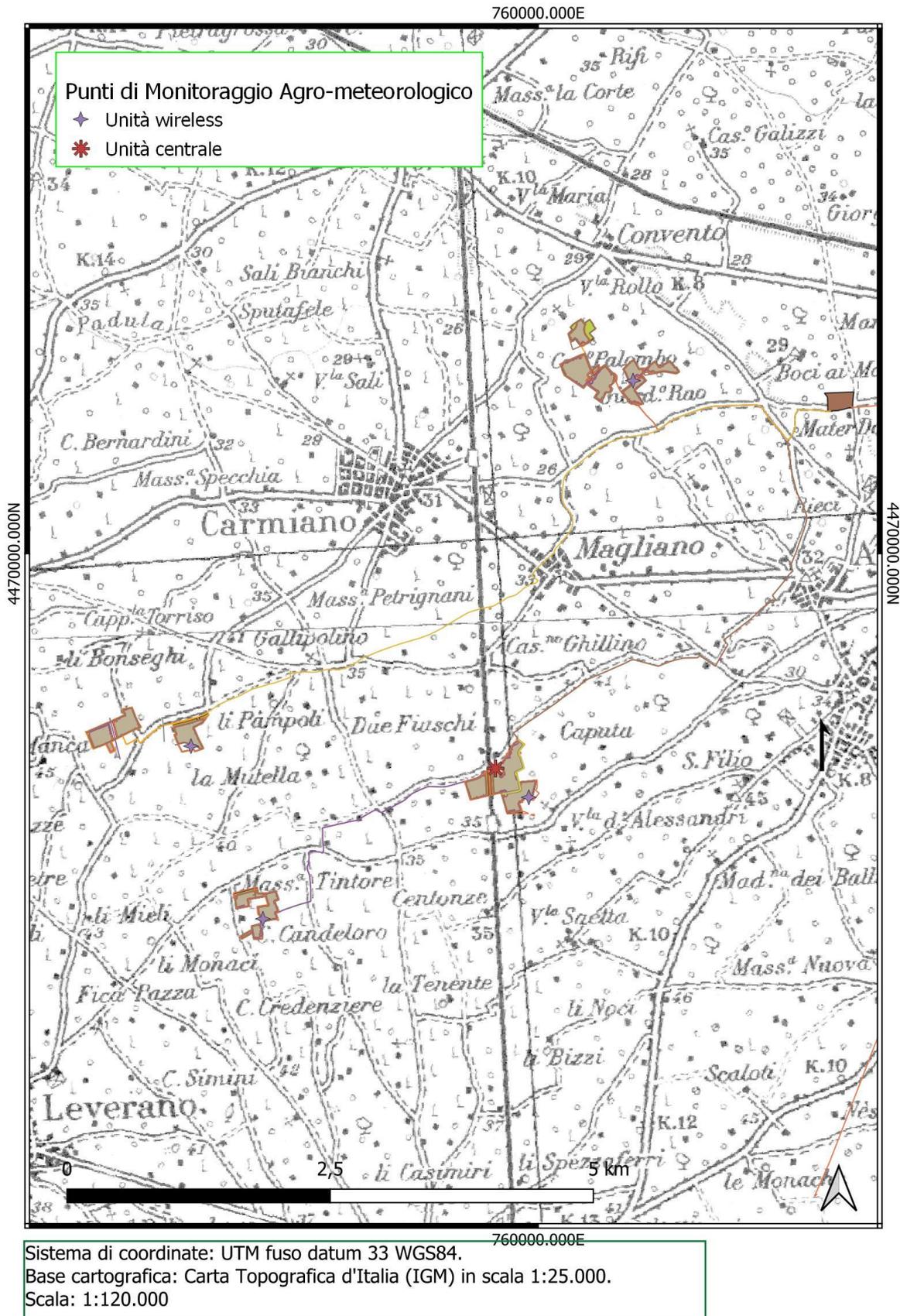


Figura 2: Localizzazione della stazione meteorologica.



5.2.1. Monitoraggio delle prestazioni di un agrivoltaico avanzato

Con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D – Linee Guida del Mite¹), tale PMA prevede il monitoraggio di:

D.1) il risparmio idrico;

D.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.

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, si prevede il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E – Linee Guida del Mite) (NB: il requisito E.2: il microclima è già illustrato nella sezione 5.1.2)

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

a. Il monitoraggio del risparmio idrico

Come emerso nelle simulazioni modellistiche (vedi elaborato *I7SPTR4_DocumentazioneSpecialistica_19*), il risparmio idrico sarà uno dei **principali benefici** del sistema agrivoltaico adottato, grazie all'effetto dell'ombreggiamento dei pannelli. E proprio le aree caratterizzate da un **maggiore ombreggiamento** medio richiederanno **minori apporti irrigui** durante l'anno a causa di un **tasso minore di evapotraspirazione** per la ridotta radiazione incidente.

Il monitoraggio del risparmio idrico nei sistemi agrivoltaici sarà implementato attraverso un **sistema di automazione** che terrà conto di valori soglia chiave. Utilizzando i sensori di conducibilità, temperatura e umidità del suolo sarà possibile calcolare il fabbisogno idrico. Quando la soglia di irrigazione viene raggiunta, il sistema automatico attiverà il reintegro irriguo, garantendo un utilizzo efficiente dell'acqua e contribuendo al risparmio idrico complessivo nel sistema agrivoltaico.

Il monitoraggio del risparmio idrico sarà dunque effettuato tenendo traccia del consumo idrico della coltura.

b. Il monitoraggio della continuità dell'attività agricola

In linea con le succitate Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici, il committente si impegna a monitorare la continuità dell'attività agricola sul sito di installazione, rispettando le Buone Pratiche

¹ *Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno 2022) stilate dal CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A., ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. sotto il coordinamento del Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'Energia.*



Agricole (BPA) con l'obiettivo di **mitigare eventuali cali produttivi e di redditività** delle pratiche agricole aziendali.

Il monitoraggio verrà svolto attraverso la **stesura di una relazione tecnica annuale** che, tenendo conto delle **informazioni contenute nel fascicolo aziendale**, tra cui il piano colturale aziendale introdotto con DM 12 gennaio 2015 n. 162, permetterà di ottenere le informazioni necessarie per comprovare la conformità dell'attività aziendale con i requisiti richiesti per il sistema agrivoltaico avanzato.

Il sistema di monitoraggio si fonda quindi su:

- Analisi documentale del fascicolo aziendale;
- Elaborazione di relazioni agronomiche e tecniche, con un focus particolare sull'analisi della Produzione Lorda Vendibile (PLV), confrontandola con dati storici interni e quelli di aziende simili nelle vicinanze.
- Valutazione comparativa degli indicatori produttivi, utilizzando indicatori economici e tecnici provenienti dalla banca dati RICA per valutare e confrontare le prestazioni aziendali.

c. Il monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

L'ombreggiamento generato dai pannelli solari, come dettagliato nelle relazioni tecniche di riferimento, ha l'effetto benefico di rallentare l'evaporazione dell'acqua dal suolo e mitigare l'impatto diretto delle precipitazioni sulla superficie. Questa dinamica è fondamentale nel prevenire l'erosione del suolo nel tempo, fornendo una salvaguardia per la sua struttura e fertilità a lungo termine.

La **valutazione dell'incremento della fertilità dei suoli** verrà eseguita attraverso **campionamenti con frequenza annuale** che consentiranno di valutare il **contenuto carbonio organico del suolo e azoto totale**.

Il carbonio organico del suolo è un indicatore di salute del suolo anche perché è determinante nel regolare alcune funzioni di questa componente ambientale come la capacità di ritenzione idrica, porosità e permeabilità, la capacità di scambio cationico, la biomassa e diversità della comunità microbica e le attività enzimatiche. La sua determinazione, in linea con quanto espresso dalle *Linee guida ISPRA per la redazione dei piani di monitoraggio o di gestione dell'impatto sulla qualità del suolo e sul carbonio nel suolo, Decreto Legislativo n. 199 dell'8 novembre 2021, articolo 42, comma 6 Ottobre*, alle quali si fa riferimento per la corretta metodica di campionamento, è determinante per valutare la fertilità e la produttività di un suolo in un determinato momento e si calcola come massa di carbonio su massa di suolo (g/kg).



d. Il monitoraggio della 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.

La circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante “*Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente (DNSH)*”, prevede una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell’Unione Europea.

In quest’ottica, per la progettazione del parco agrivoltaico è previsto:

- **in fase di progettazione**: una relazione recante l’analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento (vedi elaborato I7SPTR4_DocumentazioneSpecialistica_17: *Analisi meteorologica e valutazione del rischio climatico*)
- **in fase di monitoraggio**: ogni anno verrà elaborata una relazione climatica e agronomica che, considerando le condizioni climatiche osservate, indicherà e quantificherà l’eventuale presenza di benefici sulla produzione agricola direttamente riconducibile all’impianto agrivoltaico. Si prevede infatti che, in caso di eventi climatici estremi come siccità, grandinate o alluvioni, la produzione agricola nelle aree esterne all’impianto possa subire impatti negativi significativi riscontrabili.

6. Suolo e sottosuolo

Il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate a impianti agrivoltaici, è finalizzato a:

- 1) **monitorare le caratteristiche del suolo** che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli, fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l’erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità.

La redazione del presente PMA è in linea con le “Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra” redatte da IPLA Spa (Istituto per le Piante da Legano e l’Ambiente) su incarico della Direzione Agricoltura della Regione Piemonte (DD 27/09/2010, n. 1035/DB11.00).



Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità di 1 metro. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di **interferenza dell'opera infrastrutturale sulle caratteristiche pedologiche dei terreni**, in particolare quelle dovute alle **attività di cantiere**.

La qualità della matrice suolo è condizionata **dalla fertilità** (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e **dunque dalla capacità agro-produttiva**, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione. Più in generale si misura nella **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:

- a. alterazioni fisiche
- b. alterazione chimiche;
- c. alterazione biotiche.

Occorre altresì monitorare 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. e vanno rilevati i diversi usi del suolo, quali: uso seminativo, uso irriguo, tipologie di coltivazioni, aree a vegetazione boschiva ed arbustiva, ecc..

Come sintetizzato dalla Tabella 1, sono previsti **impatti negativi ma trascurabili durante la fase di cantiere**.

Al contrario, per quanto riguarda l'esercizio dell'impianto in progetto, **non emergono previsioni di impatti significativi e negativi sulla matrice suolo**. Al contrario, si prevedono **impatti positivi** associati al probabile miglioramento delle caratteristiche qualitative del suolo e a una prevista diminuzione dell'erosione del terreno.

Va inoltre evidenziato che l'attività di apicoltura, correlata alla realizzazione dell'impianto, promuove la diversità biologica e favorisce l'impollinazione delle colture, contribuendo così in modo significativo alla conservazione della salute del suolo e alla resa delle coltivazioni.

Si evidenzia che non si utilizzerà alcun elemento chimico che possa inquinare il suolo e/o il sottosuolo. **Non è previsto l'uso di diserbanti chimici per la gestione della vegetazione e la pulizia dei pannelli sarà effettuata senza l'ausilio di prodotti chimici ma attraverso l'utilizzo di acqua demineralizzata.**



Per **potenziare il progetto agricolo** proposto, nelle tre fasi del progetto si prevede di effettuare delle specifiche indagini pedo agronomiche finalizzate quindi alla valutazione delle **potenzialità produttive dei suoli** e al **mantenimento/miglioramento della fertilità** e delle condizioni generali del suolo.

6.1. Indicatori di monitoraggio

Caratteristiche chimiche

Indicatori scelti:

- I.1 - pH;
- I.2 - calcare totale;
- I.3 - calcare attivo;
- I.4 - sostanza organica;
- I.5 - capacità di scambio cationico (CSC);
- I.6 - azoto totale;
- I.7 - fosforo assimilabile;
- I.8 - conduttività elettrica (EC);
- I.9 - calcio scambiabile;
- I.10 - potassio scambiabile;
- I.11 - magnesio scambiabile;
- I.12 - rapporto Mg/K.

Caratteristiche fisiche

Indicatori scelti:

- I.13 - tessitura;
- I.14 - scheletro.



Caratteristiche biologiche

Indicatori scelti:

- I.15 - carbonio della biomassa microbica;
- I.16 - azoto della biomassa microbica.

Indicatori

Codice indicatore	I.1
Nome dell'indicatore	pH
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	Numerico, logaritmico negativo in base 10 della concentrazione idrogenionica.
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.2
Nome dell'indicatore	Calcare totale (CaCO ₃)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	Percentuale (in grammi) di terra fine.
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.3
Nome dell'indicatore	Calcare attivo (CaCO_3)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	Percentuale (in grammi) di terra fine.
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.4
Nome dell'indicatore	Sostanza organica (C/N)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	Numerico, rapporto C/N.
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.5
Nome dell'indicatore	Capacità di Scambio Cationico (CSC)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	cmol ⁽⁺⁾ /kg di suolo; (centimoli di carica positiva per unità di massa)
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.6
Nome dell'indicatore	Azoto totale (TN, azoto nitrico, nitrito e ammoniacale)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	g/kg
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.7
Nome dell'indicatore	Fosforo assimilabile
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	mg/kg o ppm
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.8
Nome dell'indicatore	Conduttività elettrica (EC)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	mS/cm
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.9
Nome dell'indicatore	Calcio scambiabile (Ca)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	cmoli/kg
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.10
Nome dell'indicatore	Potassio scambiabile (K)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	cmoli/kg
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.11
Nome dell'indicatore	Magnesio scambiabile (Mg)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	cmoli/kg
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.12
Nome dell'indicatore	Rapporto magnesio-potassio (Mg/K)
Caratteristica del suolo indagata	Chimica
Tipo di dato	Numerico, rapporto Mg/K
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.13
Nome dell'indicatore	Tessitura
Caratteristica del suolo indagata	Fisica
Tipo di dato	Percentuale in peso di sabbia, limo e argilla.
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.14
Nome dell'indicatore	Scheletro
Caratteristica del suolo indagata	Fisica
Tipo di dato	Percentuale in peso, giudizio in base al valore percentuale.
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.15
Nome dell'indicatore	Carbonio della biomassa microbica
Caratteristica del suolo indagata	Biologica
Tipo di dato	mg/kg
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Codice indicatore	I.15
Nome dell'indicatore	Azoto della biomassa microbica
Caratteristica del suolo indagata	Biologica
Tipo di dato	mg/kg
Metodo	Campionamento dei primi 30 cm di suolo, o comunque ad una profondità che sia rappresentativa dell'orizzonte "A". Il piano di campionamento prevede la raccolta di campioni in 5 punti



	casuali scelti al di sotto dei pannelli e 5 punti casuali scelti al di fuori dei pannelli. Il campionamento sarà ripetuto negli anni sempre negli stessi punti.
Frequenza di misurazione	1 volta nella fase pre-operam; 1 volta ogni 2 anni durante la fase di vita dell'impianto; 1 volta post-operam ad 1 anno dalla dismissione dell'impianto.

Gestione e trasmissione dei dati

Per ciascun sondaggio si procederà a compilare una scheda in cui sono saranno annotati preliminarmente gli elementi descrittivi della stazione di rilievo quali, ad esempio:

- lotto impianto
- tipologico di riferimento
- coordinate UTM
- data prelievo
- sigla campione
- profondità sondaggio
- condizioni di svolgimento dei rilevamenti
- parametri microclimatici del suolo
- osservazioni

In una fase successiva tale report sarà completato con:

- refertazione di Laboratorio
- caratterizzazione microclimatica del giorno scelto per il campionamento (dati acquisiti dalla stazione meteo dell'impianto).

Il database dei campionamenti effettuati sarà gestito in Excel dal tecnico incaricato e i dati saranno sempre disponibili.

I risultati di ciascun campionamento saranno trasmessi alla Provincia di Lecce e ad ARPA Puglia Dap Lecce.

Azioni correttive

Nel caso i risultati delle analisi dei campioni di terreno dovessero mettere in evidenza un qualsiasi problema di carenza e/o alterazione di anche solo uno dei valori indagati, ipotesi alquanto remota visto



che sul fondo agricolo verranno svolte le normali operazioni di coltivazione, **si provvederà ad effettuare idonei ed appositi interventi atti ad eliminare il problema evidenziato.**

In fase di cantiere, si procederà all'immediato blocco delle attività con le conseguenti azioni di messa in sicurezza ed emergenza ai sensi della normativa vigente. Verranno comunque utilizzate delle misure preventive, atte alla verifica della manutenzione dei mezzi in modo da evitare emissioni liquide, gassose e/o solide non rientranti nel normale funzionamento. Per quanto riguarda i rifiuti saranno depositati in contenitori idonei a seconda delle caratteristiche chimiche dello stesso.

Se ritenuto necessario, **per migliorare il controllo di specifici parametri, in regime di autocontrollo il committente aumenterà la frequenza di campionamento.**

7. Ambiente idrico

Non sono previsti impatti significativi e negativi sulla matrice "ambiente idrico" connessi con la realizzazione e l'esercizio dell'impianto in progetto.

L'area **non risulta interessata da alcun corpo idrico superficiale**. Nell'Area Vasta ai fini degli Impatti Cumulativi (AVIC), a circa 1.5 km a Nord dall'impianto, viene registrata la presenza dei Canali loc. Masseria Specchia e loc. Tornatola e di alcuni canali in terra a Nord di Arnesano a circa 700 m. L'unico possibile impatto che potrebbe interessare tale corpo idrico è legato alla fase di cantiere e di dismissione ed è dovuto ad una possibile contaminazione dovuta al rilascio di sostanze volatili di scarico degli automezzi. Tale impatto risulterebbe comunque limitato all'arco temporale necessario per l'esecuzione dei lavori e, quindi, le quantità di inquinanti complessive rilasciate risulterebbero basse e, facilmente, diluibili ai valori di accettabilità. Nel caso di rilasci di oli o altre sostanze liquide inquinanti, si provvederà all'asportazione delle zolle secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm. e ii.

L'acqua utilizzata sarà approvvigionata tramite autocisterna, pertanto il parametro che sarà monitorato sarà il livello di svuotamento di quest'ultima in occasione delle operazioni di bagnatura.

Parametri monitorati

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 della presenza di acqua emergente dal sottosuolo durante le operazioni di scavo e predisposizione di opportune opere drenanti (trincee e canali drenanti).

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);

Modalità di campionamento

Le modalità di campionamento sono sintetizzate nella Tabella che segue:

Tabella 4: Modalità di campionamento della componente "Ambiente idrico superficiale e sotterraneo"

Fase	Ante operam Fase di cantiere Di esercizio Post operam
Punti di indagine	Area di progetto
Frequenza	Controllo visivo: giornaliero e/o settimanale (fase di esercizio e dismissione) – periodico (fase di esercizio)

Azioni correttive

Nel caso in cui si verificano impatti, verranno adottate misure immediate di interruzione delle attività di cantiere e saranno intraprese le necessarie azioni per garantire la sicurezza. Sarà cura del Responsabile Ambientale incaricato al monitoraggio attuare le misure preventive più consone a seconda dell'entità del pericolo.

8. Biodiversità

Nel quadro del monitoraggio ambientale della componente Biodiversità, è essenziale prendere in considerazione diversi parametri da monitorare in relazione alle componenti Flora e Fauna. L'approccio proposto è basato sull'utilizzo del metodo BACI (*Before After Control Impact*), che valuta le variazioni prima e dopo l'intervento, confrontando l'area soggetta all'impatto con siti di controllo non influenzati dall'opera.



La Tabella 1 indica **l'assenza di effetti negativi rilevanti sulla componente considerata**. Si osservano tuttavia alcuni impatti negativi seppur mitigabili, legati all'installazione dei pannelli e alle operazioni di scavo nella fase operativa, che è comunque di durata limitata.

La realizzazione dell'impianto non comporta l'eliminazione di specie o habitat di particolare valenza ambientale; inoltre, tale evenienza è del tutto remota. Per quanto riguarda l'impatto con le popolazioni animali non vi è una vera e propria interferenza, dal momento che in alcun modo vengono apportate significative modifiche o disturbi all'habitat tali da provocare una variazione nella densità della popolazione nei pressi di un sito che ospita l'impianto. **Si esclude pertanto un monitoraggio specifico sulla nidificazione e sull'osservazione della specie.**

Parametri monitorati

Flora: i parametri adottati per il monitoraggio delle componenti floristiche e vegetazionali nelle aree di pertinenza dell'impianto consistono:

- Variazioni della struttura di comunità vegetali nelle aree interessate dai lavori;
- Incremento di specie alloctone e/o sinantropiche connesso con la realizzazione delle opere;
- Stato fitosanitario dei popolamenti vegetali nelle aree adiacenti l'impianto.

Fauna: i parametri da monitorare riguardano:

- Variazioni della struttura di comunità degli uccelli nidificanti;
- Spostamento ed uso dell'area di impianto da parte di anfibi, rettili e specie autoctone;
- Variazioni della struttura di comunità dei Chiroterteri;

Per quanto riguarda la Flora, il monitoraggio riguarda **la copertura del suolo e lo stato della vegetazione naturale e semi-naturale**. Si prendono in considerazione le **modifiche alla vegetazione** dovute alle attività di costruzione e si **verifica l'efficacia delle misure di salvaguardia e protezione**. Inoltre, si osserva **l'evoluzione della vegetazione nelle aree soggette a ripristino vegetazionale**.

Per quanto riguarda la Fauna, **vengono monitorate diverse categorie di avifauna (stanziale, migratoria, svernante, nidificante) e la chirotterofauna** nell'area di dettaglio dell'impianto e in un'area più ampia circostante. Gli impatti presi in considerazione includono la **modifica dell'habitat, l'alterazione dei cicli biologici, variazioni nella densità di popolazione e cambiamenti nei comportamenti di volo**.



Modalità di campionamento

Tabella 5: Modalità di campionamento della componente "Biodiversità"

	Flora	Fauna
Ante operam	<p>La raccolta dei dati fitosociologici verrà effettuato e si concluderà prima dell'inizio delle attività interferenti, e ha come obiettivo principale quello di fornire una descrizione dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera. La raccolta dei dati fitosociologici e fitopatologici sarà in seguito utilizzata come livello di naturalità di base. In questa fase si potranno acquisire 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. Le indagini preliminari ad integrazione della documentazione bibliografica avranno una durata di 1,5 mesi.</p> <p>L'indagine in campo verrà effettuata in periodo tardo primaverile – estivo avrà una durata complessiva, con la relativa analisi dei dati, di 2 mesi.</p>	<p>Rilievi faunistici per l'analisi qualitativa e quantitativa della fauna presente nelle aree interessate dai lavori.</p> <p>La raccolta dei dati faunistici sarà successivamente utilizzata come riferimento base per valutare il livello di naturalità.</p>
Fase di cantiere	<ul style="list-style-type: none">• Verifica delle superfici e tipologie di vegetazione sottratte dalla realizzazione delle opere.• Verifica dello stato fitosanitario dei popolamenti vegetali nelle aree adiacenti l'impianto. <p>Le indagini in campo, compresi i sopralluoghi (da eseguire due volte nell'anno) avranno, con la relativa analisi dei dati, durata complessiva pari a 2 mesi.</p> <p>Il monitoraggio consentirà di rilevare eventuali interferenze tra le operazioni di cantiere e la vegetazione esistente e di individuare prontamente le misure di attenuazione del disturbo prodotto.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Verificare e prevenire l'insorgere di eventuali variazioni in termini di diversità e di abbondanza specifica nelle comunità rispetto a quanto rilevato in ante operam;• Verificare l'efficacia delle opere di mitigazione previste per la componente in oggetto sia in termini di variazione della qualità dell'ambiente che di risposta delle comunità faunistiche• Verificare le interferenze dell'impianto con il volo degli uccelli. Nello specifico andranno monitorati e registrati decessi e ferimenti dei volatili a seguito dell'impatto con le opere dell'impianto agrivoltaico (<u>continuo per i primi due anni</u>)
Fase di esercizio	<ul style="list-style-type: none">• Monitoraggio della vegetazione appena piantata per verificare il suo attecchimento, la crescita	



	<p>appropriata e l'integrazione nell'ecosistema circostante;</p> <ul style="list-style-type: none">• Verifica dell'incremento di specie alloctone e/o sinantropiche connesso con la realizzazione delle opere;• Verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione della vegetazione naturale realizzata per l'opera mitigativa.• Difesa con fitosanitari, in caso di sintomi di gravi infezioni e/o infestazioni sulla vegetazione; potatura di contenimento e di formazione sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso; sostituzione delle fallanze, una volta all'anno; pratiche di fertilizzazione, durante il periodo primaverile una volta all'anno;	<p>La valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione per la componente in questione sarà effettuata insieme alla verifica delle misure di mitigazione designate per le aree di significativo valore faunistico (ad esempio, la messa a dimora di barriere vegetali attorno all'impianto). La presenza di determinate specie animali è infatti strettamente connessa alla tipologia e alla struttura floristica e vegetazionale dell'area; di conseguenza, un intervento efficace nel ripristino della vegetazione porterà benefici anche alla fauna.</p>
<p>Fase di dismissione</p>	<ul style="list-style-type: none">• Monitorare l'evoluzione della vegetazione e degli habitat presenti prima dei lavori, per identificare possibili cambiamenti nella componente vegetale che possono essere collegati alle attività di dismissione. <p>Il monitoraggio in questa fase verificherà inoltre il conseguimento degli obiettivi tecnici, paesaggistici e naturalistici indicati nel progetto e stimati nel SIA e, soprattutto, valuterà l'efficacia degli interventi di rinaturalizzazione e di ripristino vegetazionale.</p>	
<p>Metodo</p>	<p>– Identificazione delle aree di test</p> <p>Per il monitoraggio saranno designate specifiche aree test all'interno dell'area di studio, in particolare nelle fasi ante-operam e durante la costruzione saranno scelte 4 aree test.</p> <p>– Rilevamento fitosociologico</p> <p>I rilievi fitosociologici si svolgono all'interno di quadrati di 80-100 mq, scelti per la loro omogeneità strutturale, e sono programmati biannualmente, in primavera e autunno.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Analisi bibliografica e/o rilievi faunistici in campo per la caratterizzazione generale delle presenze faunistiche nel territorio coinvolto dalla realizzazione dell'opera in esame in fase di ante operam.• Rilievi in campo specifici in fase di corso d'opera per la valutazione dell'evoluzione della consistenza e della diversità in specie delle comunità nell'area;• Rilievi in campo specifici in fase di post operam per valutare



Questo permette una valutazione approfondita della composizione florovegetazionale. Utilizzeremo il metodo di Braun-Blanquet per la classificazione fitosociologica, assegnando a ogni specie valori di copertura e sociabilità basati sulla scala di Braun-Blanquet modificata da Piagnatti. I dati raccolti verranno poi aggregati in tabelle fitosociologiche.

– **Caratterizzazione delle componenti strutturali**

I rilievi comprendono la valutazione delle componenti strutturali delle cenosi, identificando i piani di vegetazione e misurando altezza e copertura degli strati arboreo, arbustivo ed erbaceo. Si valuta anche il pattern strutturale e il rinnovamento naturale della vegetazione. All'interno di ogni area rilevata, selezioneremo casualmente aree campione di 0,5 mq per un inventario floristico dettagliato, incluso lo stadio fenologico per le specie predominanti.

– **Elaborazione dei dati vegetazionali e floristici**

I dati raccolti verranno confrontati con la letteratura esistente su aree limitrofe e analizzati numericamente attraverso tecniche di classificazione e ordinamento. Questo processo aiuta a identificare variazioni floristiche ed ecologiche e a comprendere i cambiamenti dinamici della vegetazione. L'analisi della varianza sui dati floristici permette di valutare l'importanza statistica delle differenze osservate. Ulteriori analisi sinecologiche basate sulle forme biologiche e i corotipi derivati dagli elenchi floristici definiscono l'ecologia delle comunità in relazione a territori simili.

l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti per la Componente in esame.

Nello specifico:

AVIFAUNA e CHIRETTOFAUNA: censimento a vista, sopralluoghi per verifica segni di presenza e potenziali siti rifugio; monitoraggio acustico e ultrasuoni con analisi e classificazione delle frequenze registrate.

TERIOFAUNA ED ERPETOFAUNA: utilizzo di fototrappola e sopralluoghi per verifica segni di presenza;



Frequenza

Ante operam: l'analisi floristica prevede una ricognizione dettagliata dell'areale d'interesse con sopralluoghi nel corso della stagione vegetativa.

Fase di cantiere: lo stato e il trend delle formazioni di interesse naturalistico in fase di cantiere deve essere condotto con **cadenza annuale**

Fase di esercizio: 2 all'anno (uno nella stagione primaverile ed uno in quella tardo estiva) per i primi 3 anni. Dopo, cadenza triennale.

Anfibi:

- Frequenza: Monitoraggio annuale.

- Durata: durante tre periodi biologici: riproduttivo, post-riproduttivo e pre-ibernazione.

Rettili:

- Fase ante operam: censimenti a vista regolari nell'arco di 12 mesi.

- Fasi di esercizio e post operam: monitoraggio stagionale, con particolare attenzione alla stagione riproduttiva.

Uccelli:

- Frequenza durante svernamento, riproduzione e migrazione: una sessione ogni 10 giorni (decade).

Mammiferi:

- Frequenza: monitoraggio annuale.

- Periodo: da fine inverno/inizio primavera fino all'estate.

Piccoli Carnivori:

- Frequenza: monitoraggio annuale.

Chiroteri:

- Frequenza: monitoraggio durante la stagione riproduttiva.

Azioni correttive

L'osservazione costante della componente vegetale permetterà di agire prontamente alla comparsa di malattie, parassiti o altri tipi di stress, sia biotici che abiotici, che potrebbero colpire i nuovi impianti di vegetazione. Questo monitoraggio faciliterà anche l'adozione di strategie per rilevare e gestire le specie vegetali invasive, che rappresentano un rischio per l'equilibrio dell'ecosistema locale.



Per quanto riguarda la fauna, verranno realizzati corridoi ecologici lungo tutta la recinzione periferica, per permettere agli animali di attraversare l'area dell'impianto. L'obiettivo di questa misura è prevenire la rottura della continuità ecologica preesistente e assicurare uno spostamento sicuro per tutte le specie animali coinvolte.

Il processo di monitoraggio continuo consente di raccogliere dati empirici sulla flora e fauna locali, essenziali per valutare cambiamenti nell'ecosistema e per adattare le pratiche agrivoltaiche in modo da minimizzare l'impatto sulla biodiversità. Questi dati contribuiscono direttamente allo sviluppo sostenibile del settore, guidando innovazioni e miglioramenti tecnici.

9. Rumore e Vibrazioni

Nell'analisi presentata nella Tabella 1, si evidenzia che, per quanto riguarda la componente di Rumore e Vibrazioni, la fase di cantiere rappresenta il periodo di maggior impatto. Tuttavia, l'effetto residuo di tale impatto è considerato negativo ma mitigabile, a causa **della temporaneità delle attività e dell'implementazione di efficaci misure di mitigazione**. Pertanto, **l'impatto è ritenuto trascurabile**.

Nello specifico, durante la fase di cantierizzazione, i **rumori** generati sono caratterizzati da una notevole variabilità in termini di intensità e durata, a causa della diversità delle macchine e delle lavorazioni coinvolte. Il monitoraggio della componente acustica sarà focalizzato sulle **fasi lavorative più rilevanti: attività di recinzione, montaggio delle strutture di supporto per i pannelli fotovoltaici, installazione dei pannelli stessi e cablaggi, realizzazione dei cavidotti di connessione, la viabilità interna e l'installazione delle cabine elettriche**.

Per quanto riguarda la fase post-operam, le uniche fonti di rumore saranno i trasformatori e gli inverter, i quali sono comunque schermati dai propri involucri e alloggiati all'interno delle cabine di campo. In alcune condizioni di funzionamento anomalo, questi dispositivi possono generare un leggero ronzio. Le condizioni di funzionamento fuori regime saranno costantemente monitorate, con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza della produzione fotovoltaica.

Gli impatti dovuti alle **vibrazioni** in fase di cantiere sono tipicamente associati all'uso di mezzi operativi come escavatori e attrezzature di superficie, quali rulli vibranti, vibrocompattatori e battipali. In particolare, le operazioni che generano maggiore impatto sono quelle di battitura dei pali nel terreno, utilizzati per il sostegno di strutture come gli inseguitori.

Durante il processo di battitura, le vibrazioni vengono trasmesse al suolo e si propagano in modo radiale. L'ampiezza, la durata e la diffusione di queste vibrazioni dipendono direttamente dall'energia impiegata dal mezzo operativo durante le operazioni lavorative. Anche le caratteristiche dinamiche dei



terreni interessati e la distanza dalla sorgente delle vibrazioni giocano un ruolo cruciale nella determinazione dell'impatto.

È importante sottolineare che, stando ai dati statistici attuali, **gli impatti causati dalle vibrazioni nelle fasi di cantiere non sono mai stati tali da provocare danni significativi a edifici o strutture adiacenti alle aree di lavoro.** Questa osservazione suggerisce che, **sebbene le vibrazioni siano un fenomeno presente e monitorato, la loro incidenza in termini di danni materiali si è dimostrata limitata.**

Parametri monitorati

La **caratterizzazione acustica** di un ambiente o di una sorgente sonora implica l'adozione di specifici indicatori fisici, che fungono da parametri descrittivi per "etichettare" e quantificare il fenomeno acustico in esame. Questo processo di caratterizzazione deve essere eseguito utilizzando strumentazione calibrata e conforme alle prescrizioni stabilite dalle direttive comunitarie, dalle leggi nazionali, o come indicato nelle normative tecniche per la misurazione del rumore. L'obiettivo è di riflettere fedelmente le condizioni operative o funzionali in cui la sorgente sonora, o un insieme di sorgenti presenti nell'area, opera normalmente.

In conformità al D.M. Ambiente 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", si definiscono i seguenti parametri:

- **LA: Livello di Rumore Ambientale:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", generato dall'insieme di tutte le sorgenti di rumore presenti in un determinato luogo e durante un determinato intervallo temporale. Il rumore ambientale comprende sia il rumore residuo sia quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, escludendo tuttavia eventi sonori isolati e di natura eccezionale rispetto al contesto acustico della zona.
- **LR: Livello di Rumore Residuo:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", rilevato in assenza della specifica sorgente disturbante.
- **LD: Livello Differenziale di Rumore:** è la differenza tra il livello di rumore ambientale (LA) e il livello di rumore residuo (LR), espresso come $LD = LA - LR$. Questo parametro deve essere rilevato sia per il rumore direttamente emesso dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, sia per il rumore indotto dal traffico generato dalle attività di cantiere sulla viabilità esistente.

Si rende necessaria una valutazione preventiva per identificare i luoghi e i periodi in cui il rischio di impatto acustico risulta particolarmente elevato (ovvero intollerabile per entità e/o durata) per i



recettori presenti. Questa valutazione consentirà di individuare i punti più critici dove effettuare il monitoraggio. Le fasi operative prevedono:

- Rilevazione dei livelli sonori attuali, da considerare come "punto zero" di riferimento.
- Misurazione del clima acustico durante la fase di realizzazione dell'opera e lo svolgimento delle attività di cantiere.
- Rilevazione dei livelli sonori nella fase post-operam, per valutare l'impatto residuo dell'opera completata.

Per la componente **vibrazioni**, il monitoraggio verrà focalizzato sulla valutazione delle vibrazioni generate durante le attività di scavo, con particolare attenzione alle loro potenziali ripercussioni sia sull'ambiente circostante.

Il parametro principale che verrà misurato è l'**accelerazione complessiva ponderata in frequenza**, indicata con la notazione a_w . Questo parametro è utilizzato per quantificare le vibrazioni trasmesse al terreno e agli edifici adiacenti, ed è particolarmente rilevante per valutare il potenziale impatto delle attività di scavo sul comfort umano e sull'integrità strutturale.

La a_w rappresenta l'accelerazione risultante dalla somma delle accelerazioni lungo le tre direzioni ortogonali (x, y, z), ponderate secondo curve standardizzate che tengono conto della sensibilità umana alle diverse frequenze di vibrazione. La ponderazione in frequenza è essenziale per adattare la misura delle vibrazioni ai criteri di percezione umana e alle normative tecniche, che richiedono la riduzione dell'influenza delle frequenze meno rilevanti e l'enfasi sulle frequenze che causano maggiore disagio o danni.

Modalità di campionamento

Le modalità di campionamento sono sintetizzate nella Tabella che segue:

Tabella 6: Modalità di campionamento della componente "Vibrazioni"

Fase	Fase di cantiere
Punti di indagine	Area di progetto
Parametri	Accelerazione complessiva ponderata in frequenza
Frequenza	Durante le attività di scavo (previsione di 30 giorni)



Tabella 7: Modalità di campionamento della componente "Rumore"

		ATTIVITA'
FASE	Ante operam	<ul style="list-style-type: none"> - Individuare i recettori sensibili nell'area di interesse, descrivere lo stato fisico dei luoghi e definire il livello di background dell'area in modo tale da appresentare la situazione di partenza che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'Opera; - Verificare la compatibilità del clima acustico esistente con quanto previsto dai Piani di Classificazione Acustica Comunali (ove esistenti); - Consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in corso d'opera, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente le valutazioni di competenza degli Enti preposti al controllo.
	Fase di cantiere	<ul style="list-style-type: none"> - Analizzare l'evoluzione degli indicatori ambientali nei punti sensibili di monitoraggio individuati - Controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori; - Verificare la compatibilità del clima acustico con quanto previsto dal Piano di Classificazione Acustico del territorio comunale (ove esistente) o degli eventuali limiti in deroga concessi dal comune; - Identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase ante-operam, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.
	Fase di esercizio	<ul style="list-style-type: none"> - Analizzare l'evoluzione degli indicatori ambientali nei punti sensibili di monitoraggio individuati
	Post operam	<ul style="list-style-type: none"> - Nella fase di dismissione, seguire le attività della fase di cantiere.
Punti di indagine		Macroarea interessata dalle attività di recinzione, montaggio delle strutture di supporto per i pannelli fotovoltaici, installazione dei pannelli stessi e cablaggi, realizzazione dei caviddotti di connessione, la viabilità interna e l'installazione delle cabine elettriche.
Parametri		<p>LEQR: rilevamento di rumore residuo (escludendo le sorgenti di rumore disturbanti) in prossimità dei ricettori più esposti al parco agrivoltaico)</p> <p>LEQA: rilevamento di rumore ambientale (incluso le sorgenti di rumore disturbanti) in prossimità dei ricettori più esposti al parco agrivoltaico</p>
Strumenti		<ul style="list-style-type: none"> - Fonometro; - Geofono; - Microfono; - Preamplificatore; - Calibratore; - Programmi Applicativi.



	La strumentazione è dotata di certificato di taratura.
Frequenza	Ante operam: elaborazione di relazione di impatto acustico previsionale redatte ai sensi della Legge Quadro 447/95 con rilevamento di LEQR ogni 30 minuti. Fase di cantiere e di esercizio: misure spot in concomitanza delle lavorazioni più rumorose in fase di cantiere (ogni due mesi per 30 minuti) e con le condizioni di massima rumorosità in fase di esercizio (ogni due anni per 30 minuti).
Restituzione dei dati	Al termine di ciascun campionamento si provvederà alla restituzione di un report riassuntivo.

Azioni correttive

Le **prescrizioni e le attenzioni volte alla diminuzione del carico acustico** immesso nell'ambiente durante le operazioni di cantiere possono essere riassunte come segue:

1. Scelta delle macchine e delle attrezzature: miglioramenti prestazionali:

- Utilizzo di macchine e attrezzature omologate secondo le direttive della Comunità Europea e i recepimenti nazionali.
- Preferenza, ove possibile, per macchine movimento terra ed operatrici su gomma piuttosto che su cingoli.
- Installazione di silenziatori sugli scarichi, specialmente su macchine di elevata potenza, se non già equipaggiati.

2. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

- Riduzione degli attriti mediante operazioni di lubrificazione.
- Sostituzione di componenti usurati e correzione di giochi meccanici; controllo e serraggio di giunzioni.
- Bilanciamento delle parti rotanti per minimizzare vibrazioni eccessive.
- Verifica dell'integrità dei pannelli di chiusura dei motori.
- Manutenzione delle sedi stradali interne al cantiere e delle piste esterne, assicurando superfici livellate per prevenire la formazione di buche.

3. Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- Imposizione di direttive agli operatori per evitare comportamenti eccessivamente rumorosi, come la caduta di materiali da altezze elevate o il loro trascinarsi.
- Divieto di uso improprio di avvisatori acustici, preferendo, quando possibile, avvisatori luminosi.

4. Transito dei mezzi pesanti:



- Riduzione della velocità di transito in prossimità di aree residenziali.
- Limitazione del transito dei mezzi pesanti nelle prime ore del mattino e nel periodo serale.
- Pianificazione attenta dei trasporti per limitare il numero di movimenti giornalieri.

10. Agenti fisici: radiazioni non ionizzanti

Il monitoraggio delle radiazioni non ionizzanti si pone come obiettivo principale la valutazione e la gestione dell'esposizione ai campi elettromagnetici generati dall'impianto.

Considerando l'assenza di recettori sensibili quali aree gioco infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e più in generale luoghi adibiti a permanenza non inferiori alle 4 ore giornaliere le misure verranno effettuate nei pressi della stazione elettrica e principalmente in prossimità delle sorgenti del campo elettromagnetico, come cavi, conduttori, trasformatori e altre apparecchiature elettriche, per verificare la conformità ai limiti di legge. Il controllo delle misure di campo elettromagnetico verrà valutato in fase ante operam per definire la situazione attuale dell'ambiente e poterla confrontare con la fase di esercizio.

Parametri monitorati

Durante il monitoraggio dei campi elettromagnetici, verranno misurati i seguenti parametri:

- Campo elettrico (E): misurato in V/m, rappresenta il valore efficace del campo elettrico presente nell'area di studio.
- Induzione magnetica (B): misurata in μT , rappresenta il valore efficace dell'induzione magnetica, con particolare attenzione a mantenere questo valore al di sotto del limite di qualità di $3 \mu\text{T}$, come stabilito dal D.P.C.M. 8 luglio 2003.

Modalità di campionamento

Le modalità di campionamento sono sintetizzate nella Tabella che segue:

Tabella 8: Modalità di campionamento della componente "Radiazioni non ionizzanti"

Fase	Ante operam Di esercizio
Punti di indagine	Stazione elettrica e in prossimità delle sorgenti del campo elettromagnetico, come cavi, conduttori, trasformatori e altre apparecchiature elettriche, per verificare la conformità ai limiti di legge.



Parametri	<ul style="list-style-type: none">- Campo elettrico (E): misurato in V/m, rappresenta il valore efficace del campo elettrico presente nell'area di studio.- Induzione magnetica (B): misurata in μT, rappresenta il valore efficace dell'induzione magnetica, con particolare attenzione a mantenere questo valore al di sotto del limite di qualità di $3 \mu\text{T}$, come stabilito dal D.P.C.M. 8 luglio 2003.
Modalità	<p>Il monitoraggio sarà effettuato mediante analizzatore triassiale per campi elettrici e magnetici, con una banda passante selezionabile da 5 Hz a 32 kHz, in grado di visualizzare i valori sul display con una risoluzione dello 0,1%.</p> <p>La misurazione sarà di tipo puntuale.</p> <ul style="list-style-type: none">- Misurazione dei campi elettrici: eseguita tramite un sensore esterno isotropico montato su treppiede isolato e collegato allo strumento principale tramite cavo a fibre ottiche.- Misurazione dei campi magnetici: realizzata con un sensore isotropico integrato nello strumento. <p>Il rapporto tecnico descrittivo delle attività riporterà, per ogni misura effettuata, le seguenti informazioni:</p> <ul style="list-style-type: none">d. Coordinate GPS punto misura;e. data di inizio delle misure;f. nome dell'operatore;g. criteri e modalità di acquisizione e di elaborazione dati;h. risultati ottenuti;i. valutazione dei risultati, tramite confronto con i valori limite applicabili
Frequenza	<p>Durata della misurazione: minimo 10 minuti;</p> <p>Frequenza triennale.</p>

Azioni Correttive

Se durante il monitoraggio si rilevassero valori di induzione magnetica superiori al limite di qualità di $3 \mu\text{T}$, saranno immediatamente adottate azioni correttive per ridurre l'esposizione ai campi elettromagnetici. Queste azioni potrebbero includere:

- Revisione e ottimizzazione dell'installazione delle apparecchiature elettriche, per minimizzare la generazione di campi elettromagnetici.
- Adozione di schermature aggiuntive per ridurre l'induzione magnetica nelle aree critiche.



- Riposizionamento delle sorgenti elettromagnetiche o delle aree di lavoro per allontanare il personale e i recettori sensibili dalle zone di maggiore esposizione.

11. Paesaggio e Beni culturali

Considerata l'assenza di beni archeologici e culturali nell'area interessata dall'impianto **non sono previste misure di monitoraggio** per questa componente.



12. Gestione degli impatti negativi imprevisti

Come già riportato nelle sezioni precedenti, si delineano le procedure di intervento da attuare qualora le attività di monitoraggio evidenzino impatti negativi non previsti o di entità maggiore rispetto a quelli ipotizzati. Le azioni da intraprendere in presenza di tali impatti imprevisti comprendono:

1. **Interruzione immediata dei lavori:** in caso di rilevamento di impatti negativi significativi, sarà prioritario interrompere immediatamente le operazioni in corso. Ciò è volto a prevenire un'ulteriore escalation dell'impatto negativo.
2. **Comunicazione con Enti Competenti:** verranno trasmessi senza indugio tutti i dati, le segnalazioni e le valutazioni emerse dal monitoraggio agli Uffici Regionali competenti. Questa azione assicura una trasparenza totale e permette agli enti di valutare la situazione e fornire eventuali direttive.
3. **Identificazione e attivazione di misure di mitigazione:** si procederà con la pronta identificazione e attivazione delle azioni di mitigazione aggiuntive delineate nel documento del piano di monitoraggio. Questo approccio proattivo è essenziale per limitare l'entità degli impatti e salvaguardare l'ambiente.
4. **Nuova valutazione degli impatti:** a seguito delle evidenze riscontrate in fase di monitoraggio, si effettuerà una rinnovata valutazione degli impatti dell'opera. Questo passaggio è cruciale per comprendere pienamente l'entità degli impatti emersi e per aggiornare le strategie di mitigazione e gestione in modo adeguato.

L'adozione di queste misure risponde all'esigenza di garantire una risposta efficace e tempestiva in caso di eventualità non previste, in linea con un **approccio responsabile e sostenibile alla gestione ambientale**.



13. Quadri sinottici del PMA

Tabella 9: AO: Fase Ante Operam; FC: Fase di Cantiere; FE: Fase di Esercizio; FD: Fase di Dismissione; RA: Responsabile Ambientale; DL: Direttore dei Lavori

Componenti		Fasi	Localizzazione	Parametri	Frequenza e durata	Responsabile
Atmosfera	Qualità dell'aria	AO	Punti C e PTS	PM2,5, PM10, PTS, CO2, CO, SO2, NO, NO2, O3	7 giorni	RA
		FC			30 giorni	
		FD			7 giorni	
		FE			7 giorni	
	Fattori climatici	AO	Unità centrale e sonde wireless (Figura 2)	Unità centrale: anemometro (intensità e direzione del vento), radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) barometro, sensore EC conducibilità suolo, sensore PH suolo, pluviometro; 4 Unità Rpt wireless IoT con sensori: temperatura aria (°C), Umidità aria (%), due sensori di Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi, radiazione Solare, velocità del vento	h/24 per 365/a	RA
		FC				
FD						
	FE					
Ambiente idrico	Acque superficiali e sotterranee	AO	Controllo visivo per: Verifica presenza ed interferenza canali e corsi d'acqua in fase di progettazione; Verifica della realizzazione corretto funzionamento delle cunette; Verifica corretto drenaggio.	-	RA – DL – Committenza	
		FC		Giornaliero e/o		
		FD		settimanale		
	FE		Periodico			



Suolo	Suolo sottosuolo	e	AO	Area di impianto	<u>Caratteristiche chimiche:</u> pH calcare totale; calcare attivo; sostanza organica; capacità di scambio cationico (CSC); azoto totale <u>Caratteristiche fisiche:</u> tessitura; scheletro. <u>Caratteristiche biologiche:</u> carbonio della biomassa microbica; azoto della biomassa microbica.	1 campionamento	Agronomo
			FC FD	Area di impianto sottostazione e cavidotto		-	
			FE	Area di impianto		1 campionamento ogni due anni; Nell'area dell'agrivoltaico le misure di Carbonio Organico vengono effettuate ogni anno per monitorare costantemente la fertilità del suolo.	



Biodiversità	Vegetazione	AO	Area di impianto e strade di collegamento, sottostazione	<ul style="list-style-type: none"> • Variazioni della struttura di comunità vegetali nelle aree interessate dai lavori; • Incremento di specie alloctone e/o sinantropiche connesso con la realizzazione delle opere; • Stato fitosanitario dei popolamenti vegetali nelle aree adiacenti l'impianto. 	1 campionamento nella stagione vegetativa	RA – Ecologo vegetale - Biologo		
		FC FD			1 campionamento (cadenza annuale)			
		FE			2 all'anno (uno nella stagione primaverile ed uno in quella tardo estiva) per i primi 3 anni. Dopo, cadenza triennale.			
	Fauna	AO			<ul style="list-style-type: none"> • Variazioni della struttura di comunità degli uccelli nidificanti; • Spostamento ed uso dell'area di impianto da parte di anfibi, rettili e specie autoctone; • Variazioni della struttura di comunità dei Chiroterteri; 		Uscite stagionali per coprire i periodi fenologici	RA – Biologo - Faunista
		FC FD					Per tutta la durata del cantiere	
		FE					Stagionale per coprire i periodi fenologici (per i primi 5 anni di esercizio, poi periodico)	



Rumore e vibrazioni	Rumore	AO	Nelle macroaree interessate dalle attività più impattanti	LEQR. Rilevamento di rumore residuo (escludendo le sorgenti di rumore disturbanti) in prossimità dei ricettori più esposti al parco agrivoltaico.	30 minuti una volta	Tecnico acustico
		FC FD		LEQR Rilevamento di rumore residuo (escludendo le sorgenti di rumore disturbanti) in prossimità dei ricettori più esposti al parco agrivoltaico. 2) LEQA	30MINUTI, ogni due mesi	
		FE		Rilevamento di rumore ambientale (incluso le sorgenti di rumore disturbanti) in prossimità dei ricettori più esposti al parco agrivoltaico.	30MINUTI, ogni due anni	
	Vibrazioni	AO		-	-	Ingegnere
		FC FD		Accelerazione complessiva ponderata in frequenza aw	Durante le attività di scavo (previsione 30 giorni)	
		FE		-	-	
Agenti fisici	Radiazioni non ionizzanti – campo elettromagnetico	AO	Stazione elettrica e in prossimità delle sorgenti del campo elettromagnetico,	Induzione magnetica in relazione all'obiettivo di qualità pari a 3 μ T	Durata: minimo 10 minuti; Triennale	Ingegnere
		FC FD				



		FE	come cavi, conduttori, trasformatori e altre apparecchiature elettriche			
	Paesaggio e Beni culturali		-	Non necessaria	-	-



ALLEGATO 1. Computo metrico estimativo: componente Atmosfera e Suolo

Nella tabella che segue si riporta una stima indicativa dei costi fissi per le misure di monitoraggio previste nel presente documento.

Tabella 10: Computo metrico estimativo

Codice	Descrizione	Costo unitario	Quantità	Unità di misura	Totale
COSTI STRUMENTAZIONE¹					
NP 01	Unità centrale IoT: Unità centrale con Anemometro (intensità e direzione del vento), radiazione solare, termo-igrometro (temperatura e umidità dell'aria) Trasmissione dati 2G / LTE-NBIOT Ricevitore wireless IoT Alimentatore da rete elettrica 220VAC – 12VDC Palo di installazione, zincato, due sezioni di 150 cm con boccolo di fissaggio Sensori Aggiuntivi: Barometro, Sensore EC conducibilità suolo, Sensore PH suolo, Pluviometro	€ 2.960,00	1	cad	€ 2.960,00

¹ costo di investimento iniziale. La strumentazione sarà soggetta solo a interventi di manutenzione della componente sensoristica da definire in corso d'opera.



NP 02	Unità Rpt wireless IoT con sensori: Temperatura aria (°C), Umidità aria (%) Due sensori di Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi Radiazione Solare Velocità del vento Staffa fissaggio sensori + vento Alimentazione a rete elettrica 220VAC- alimentatore 12VDC Distanza fino a 8000 m LOS da unità centrale Palo di installazione 3 mt	€ 1,830.00	4	cad	€ 7,320.00
	Totale				€ 10,280.00
COSTI DI CONSULENZA E ANALISI²					
NP 03	Analisi dei parametri del suolo così come specificati nel piano di monitoraggio, comprensivi di piano di campionamento, analisi e gestione dei campioni e reportistica finale.	€ 7,000.00	1	cad	€ 7,000.00
NP 04	Rilievi, raccolta e gestione dati della	€ 7.000,00	1	cad	€ 7.000,00

² Costo variabile calcolato considerando il monitoraggio nella fase ante operam, di cantiere e primo anno di esercizio. Si specifica che i costi di consulenza potrebbero subire modifiche in base all'evoluzione delle necessità progettuali e delle condizioni operative.



	componente Flora e Vegetazione				
NP 05	Rilievi, raccolta e gestione dati della componente Fauna	€ 7.000,00	1	cad	€ 7.000,00
NP 06	Rilievi, raccolta e gestione dati della componente Atmosfera e Clima compresa l'esecuzione di test e analisi in laboratorio sui filtri di campionamento.	€ 18.720,00	1	cad	€ 18.720,00
	Totale				€ 39,720.00
	Totale computo metrico				€ 50,000.00