



Regione Emilia-Romagna
Comune di Fiscaglia (FE)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "FISCAGLIA" ED OPERE CONNESSE

Potenza Impianto 178,1 MWp

Proponente

LIO ENERGY ROSSO S.R.L.

VIA ARRIGO BOITO, 8 - 20121 - MILANO (MI)

P.IVA: 13676640967 – PEC: lioenergyrosso@legalmail.it



Progettazione

AREE TECNICHE S.R.L.

VIA G. FRESCOBALDI 8 - 44121

FERRARA (FE) - P.IVA: 02135640387

Tel.: +39 0532 209155

email: info@areetecniche.it



Specialistica

**ISTITUTO DELTA ECOLOGIA
APPLICATA S.R.L.**

Via Bela Bartok, 29b – 44124 Ferrara (FE)

P.IVA 01542510381

Tel. +39 0532 977980

Email: istitutodelta@istitutodelta.it



Coordinamento progettuale

SOLAR IT S.R.L.

VIA ILARIA ALPI 4 - 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA:

02627240209 - PEC: solarit@lamiaptec.it

Tel.: +39 0425 1431056 - email: info@solaritglobal.com



Dati documento

Piano di Monitoraggio Ambientale

LIVELLO PROGETTO	NOME ELABORATO	FILE NATIVO	DATA
DEFINITIVO	22-040-RS-R03	22-040-RS-R03_0 Piano di onitoraggio Ambientale	02/05/2025

Revisioni

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	02/05/2025	PROGETTO DEFINITIVO	IDE	SOL	LIO





PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

INDICE

1	PREMESSA	4
2	FINALITA' DEL PIANO	4
3	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO E CARATTERISTICHE TERRITORIALI	5
3.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGRI-VOLTAICO	5
3.2	AREA D'INTERVENTO E INTERESSE ECOLOGICO	7
4	COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE	10
4.1	RUMORE	13
4.2	SUOLO	15
4.3	MICROCLIMA E ARIA.....	17
4.4	BIODIVERSITÀ	23
4.4.1	AVIFAUNA	23
4.4.2	ENTOMOFAUNA	26
4.4.3	ERPETOFAUNA.....	30
4.4.4	VEGETAZIONE.....	31
4.5	MONITORAGGIO REQUISITO D2 SECONDO LE LG MINISTERIALI PER IMPIANTI AGRIVOLTAICI.	33

1 PREMESSA

Il presente Piano è stato sviluppato secondo quanto previsto dalle “Linee Guida 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)” redatte dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali. L’obiettivo del Piano è fornire le indicazioni e le specifiche modalità attuative per lo svolgimento del monitoraggio ambientale al fine di valutare gli eventuali effetti negativi risultanti dalla realizzazione dell’impianto agri-voltaico, “Fiscaglia” verrà realizzato in Provincia di Ferrara, interamente nel Comune di Fiscaglia, località Massa Fiscaglia. In particolare le componenti ambientali da indagare e descritte di seguito sono:

- Rumore
- Suolo
- Biodiversità

Per ciascuna matrice ambientale oggetto del PMA sono definite:

- le metodologie di indagine o analisi;
- le frequenze delle campagne;
- le modalità di elaborazione dei dati.

2 FINALITA’ DEL PIANO

Con l’entrata in vigore della Parte Seconda del D. Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell’art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale “misura” dell’evoluzione dello stato dell’ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari “segnali” per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell’ambito della VIA.

Il PMA è stato realizzato con i seguenti obiettivi:

- Monitorare lo stato *ante operam*, lo stato in corso d’opera (quando opportuno) e *post operam* (esercizio dell’opera) al fine di documentare l’evolversi della situazione ambientale in funzione degli scenari di riferimento prodotti nel SIA.
- Verificare le previsioni di impatto determinate nel SIA durante le fasi di costruzione ed esercizio, tramite rilevazione di parametri definiti per ciascuna componente indagata.
- Verificare l’efficacia dei sistemi di mitigazione e compensazione adottati (cfr. 22-040-SA-R04_0 I Opere di mitigazione - Impianto agri-voltaico) al fine di intervenire per risolvere eventuali emergenze ambientali residue e ridurre la significatività degli impatti ambientali già individuati.

- Garantire il controllo di situazioni particolari in modo da indirizzare le azioni di progetto nel senso del minore impatto ambientale.
- Comunicare gli esiti e fornire agli Enti Pubblici preposti gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

3 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO E CARATTERISTICHE TERRITORIALI

3.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGRI-VOLTAICO

L'impianto agri-voltaico "Fiscaglia" verrà realizzato in Provincia di Ferrara, interamente nel Comune di Fiscaglia, località Massa Fiscaglia. L'area di progetto è ubicata ad est rispetto a Massa Fiscaglia, ad una distanza minima dal centro abitato pari a circa 3,5 km, e a sud-ovest rispetto a Codigoro, ad una distanza pari a circa 1,8 km rispetto al suo centro abitato.

Nell'immagine satellitare di seguito riportata, l'area occupata dall'impianto agri-voltaico è evidenziata in rosso, mentre è indicato con una linea blu l'elettrodotto collegato in antenna a 132 kV sulla sottostazione SSE Utente 132KV (arancio) che a sua volta sarà collegata alla Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/132/36 kV, già autorizzata, da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Ravenna Canala – Porto Tolle" e alle linee RTN 132 kV afferenti alla Cabina Primaria Codigoro ricollegata in doppia antenna alla suddetta Stazione Elettrica, come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (verde).

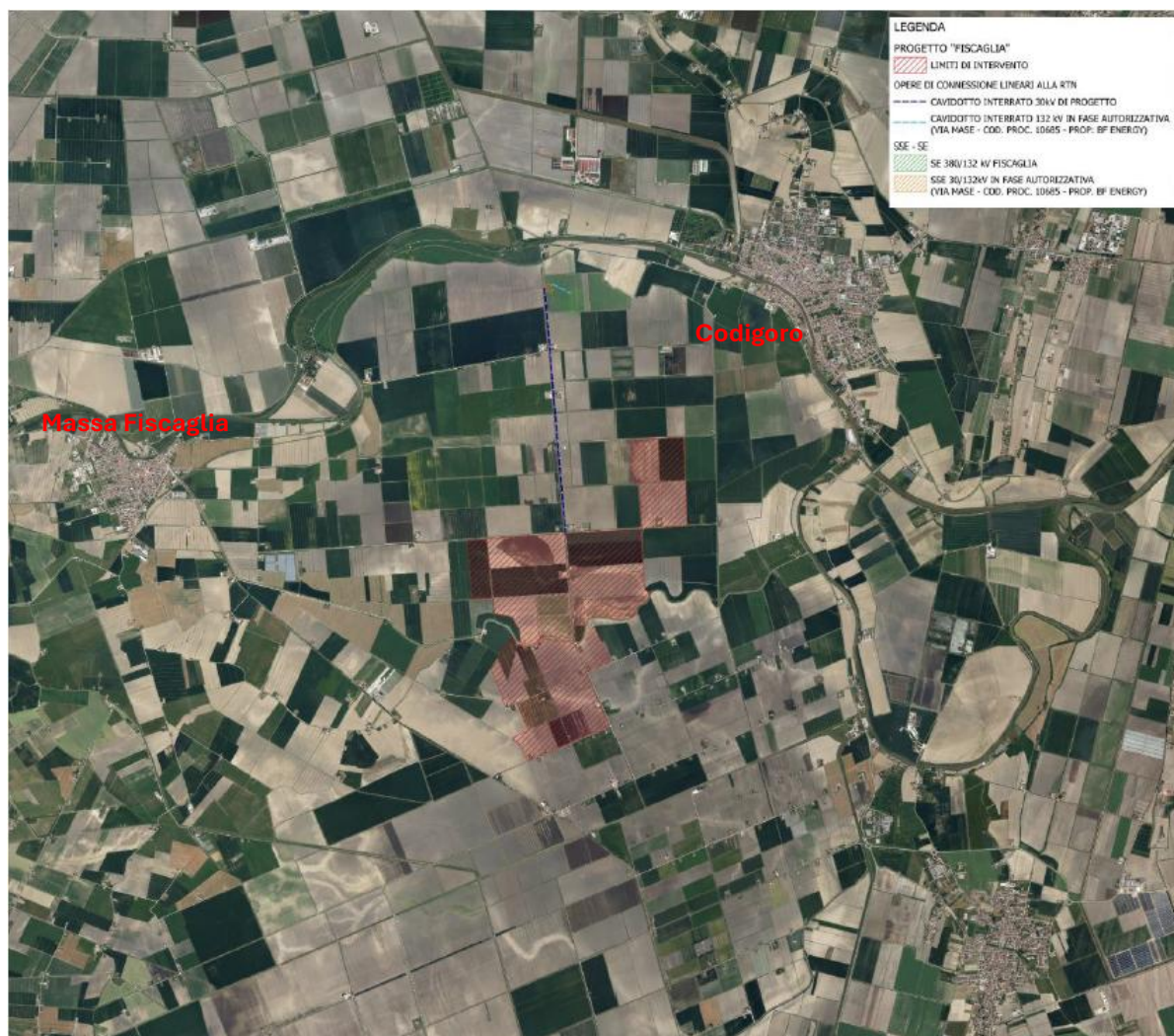


Figura 1. Localizzazione dell'area dell'impianto agrivoltaico (evidenziato in rosso) su ortofoto.

Il generatore fotovoltaico sarà configurato come impianto agrivoltaico su terreno agricolo, suddiviso in 11 sottocampi (da nord a sud), ciascuno con moduli bifacciali da 760 Wp in silicio monocristallino, installati su tracker in acciaio di 3,13 m di altezza (2,10 m al punto più basso). Ogni tracker lungo 28 m ospita 26 moduli per 19,76 kWp, e consente l'inseguimento solare est-ovest. Complessivamente, l'impianto avrà 9.014 tracker.

Saranno installate 42 stazioni PCS (6 x 2,15 x 2,5 m) con inverter, quadro BT, trasformatore MT/BT 30/0,8 kV da 3.437 kVA e quadro MT. A nord sarà collocata la cabina principale, con illuminazione e videosorveglianza montate su pali in acciaio da 3 m lungo la recinzione, dotati di corpi illuminanti solo agli ingressi e attivati in caso di allarme o presenza di personale. I cavi saranno interrati (50 cm per illuminazione, 80 cm per BT, 120 cm per MT, 1,6 m nei campi coltivati), eccetto i cavi stringa verso gli inverter.

Il collegamento in MT verso la stazione a 132 kV lungo Via Canale Bastione sarà interrato a 120 cm, rispettando la distanza minima di 4 m dal canale consortile. Dove necessario, saranno adottate soluzioni tecniche (TOC) per gestire le interferenze. L'impianto non richiederà presidio

fisso; le manutenzioni saranno eseguite su chiamata o programmate, con lavaggio stagionale dei pannelli tramite trattore dotato di cisterna e lancia ad acqua demineralizzata.

La distribuzione MT a 30 kV sarà gestita tramite le Linee A e B, collegate a un trasformatore AT/MT a doppio secondario. Il quadro MT principale ospiterà interruttori generali e di protezione per le varie sezioni e partenze verso le cabine di campo. L'intera area sarà recintata con rete metallica sollevata di 20 cm per il passaggio della fauna. Le cabine saranno poste su rilevati di 50 cm per prevenire danni da alluvione e saranno accessibili tramite viabilità interna compatibile con mezzi agricoli e tecnici.

All'interno della cabina principale saranno previsti locali per protezione circuiti MT, trasformatori ausiliari, control room con armadi per il sistema di controllo e deposito. Il sistema SCADA consentirà il monitoraggio in tempo reale di parametri elettrici e ambientali, permettendo anche la regolazione remota in conformità con Terna. L'impianto sarà protetto da recinzione e videosorveglianza, con illuminazione presente solo agli accessi, attivabile tramite sensori.

Gli impianti fotovoltaici trasformano l'energia solare in energia elettrica, collegandosi alla rete in regime di interscambio. Sono costituiti da moduli fotovoltaici, sistemi di controllo, inverter e componenti meccanici ed elettronici. Il rendimento complessivo dipende da vari fattori, tra cui il tipo di cella e l'efficienza dei dispositivi di conversione.

Nel progetto descritto, sono impiegati moduli bifacciali in silicio monocristallino TOPCon da 760 W, capaci di captare luce da entrambi i lati e migliorare la produzione grazie all'effetto "albedo" del terreno. Questi moduli, più efficienti e duraturi, riducono anche i costi BOS (Balance of System) grazie alla maggiore densità di potenza. I vantaggi principali sono: aumento della produzione fino al 10-15%, maggiore resistenza meccanica e riduzione dell'area installativa necessaria.

L'impianto utilizza inverter centralizzati all'interno di PCS e opera a 1.500 V in corrente continua. I moduli sono montati su inseguitori solari monoassiali che seguono il sole lungo l'asse est-ovest, con strutture in acciaio zincato infisse nel terreno senza fondamenta in calcestruzzo, compatibili con le condizioni geologiche.

Il sistema include Combiner Box per il parallelo delle stringhe, collegati direttamente agli inverter, protetti contro le correnti inverse, e montati sulle strutture dei moduli. Saranno installate 5 cabine MT e una cabina principale, dove verranno gestiti tutti i flussi energetici. Le linee di uscita porteranno l'energia alla stazione elettrica satellite, dove la tensione sarà elevata da 30 a 132 kV per la connessione alla rete nazionale (RTN). La cabina principale ospiterà i dispositivi di protezione e sezionamento per entrambe le linee A e B.

3.2 AREA D'INTERVENTO E INTERESSE ECOLOGICO

L'area oggetto di intervento si trova a circa 3 metri s.l.m. e a meno di 20 km dalla costa adriatica. Essa rappresenta condizioni agroambientali tipiche della fascia padana orientale, caratterizzate da un'ampia diffusione di colture erbacee, orticole e arboree.

Dal punto di vista climatico, l'analisi dei dati meteorologici degli ultimi 30 anni evidenzia una temperatura media annua di circa 15,5 °C, con valori medi massimi di 28 °C nei mesi estivi (luglio-agosto) e minimi di circa 5 °C nei mesi invernali (gennaio-febbraio). Le precipitazioni annuali ammontano a circa 634 mm, distribuite in modo piuttosto regolare durante l'anno. Il climodiagramma di Walter-Lieth non segnala periodi di aridità significativi, confermando un regime pluviometrico continuo. L'indice di De Martonne indica un clima variabile da subumido a umido per gran parte dell'anno, suggerendo una limitata necessità di irrigazione per molte colture.

In termini di radiazione solare, si osserva un incremento progressivo dai mesi invernali (5,1 MJ/m²/giorno a dicembre) fino a un picco estivo (23,2 MJ/m²/giorno a giugno), con successiva diminuzione nei mesi autunnali.

Dal punto di vista pedologico e agronomico, l'area presenta suoli di buona qualità, con potenziale produttivo agricolo (PAU) rilevante. La morfologia pianeggiante facilita le operazioni colturali e gli interventi di gestione dell'agroecosistema. È inoltre presente la possibilità di accesso a risorse irrigue, qualora necessarie.

Il Parco più vicino all'area di progetto è il Parco Regionale Delta del Po, che dista circa 7,4 km dall'area di progetto con l'area della Stazione Valli di Comacchio. La stazione comprende ambienti acquatici unici, tra cui le Valli di Comacchio, da cui prende il nome, e la Salina di Comacchio. Con un'estensione maggiore di 11000 ettari questi luoghi sono un importante sito per la conservazione delle specie di avifauna.

L'area di progetto ricade interamente all'esterno di siti Rete Natura 2000.

Di seguito vengono riportate le distanze dai 6 siti Rete Natura 2000 più vicini all'area di progetto:

Nome	Tipo	Codice	Distanza
Garzaia dello zuccherificio di Codigoro e Po di Volano	ZSC-ZPS	IT4060011	Circa 2,0 km dall'impianto Circa 300 m dall'elettrodotto interrato
Valle Bertuzzi, Valle Porticino-Cannaviè	ZSC-ZPS	IT4060004	Circa 7,4 km dall'impianto
Valle dei Mezzano	ZSC-ZPS	IT4060008	Circa 6,2 km dall'impianto
Bosco della Mesola, Bosco Panfilia, Bosco di Santa Giustina, Valle Falce, La Goara	ZSC-ZPS	IT4060015	Circa 11,6 km dall'impianto
Dune di San Giuseppe	ZSC-ZPS	IT4060012	Circa 13,5 km dall'impianto
Valli di Comacchio	ZSC-ZPS	IT40600002	Circa 10,0 km dall'impianto

ZSC-ZPS IT4060011 - Garzaia dello zuccherificio di Codigoro e Po di Volano

Sito di rilevanza ornitologica per la garzaia ospitante Airone guardabuoi (*Bubulcus ibis*) e altre 4 specie di Ardeidi: Nitticora (*Ncticorax ncticorax*), Airone bianco maggiore (*Egretta alba*), Sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*), Garzetta (*Egretta garzetta*). Nei canneti nidifica il Tarabusino.

Altre specie segnalate: Usignolo (*Luscinia megarhynchos*), Testuggine palustre (*Emys orbicularis*), Raganella (*Hyla intermedia*) e 5 specie ittiche: Cheppia (*Alosa fallax*), Barbo (*Barbus plebejus*), Savetta (*Chondrostoma soetta*), Cobite comune (*Cobitis taenia*), Pigo (*Rutilus pigo*).

ZSC-ZPS IT4060004 - Valle Bertuzzi, Valle Porticino-Cannaviè

Valle salmastra poco antropizzata, habitat ideale per la nidificazione di Garzetta, Gabbiano corallino, Beccapesci, Sterna comune, Fraticello, Fratino, Avocetta, Cavaliere d'Italia, Averla cenerina, Martin pescatore, e una colonia importante di Airone rosso. Presenti anche Falco di palude, Albanella reale, e la Testuggine palustre (*Emys orbicularis*). Ittiofauna con Cheppia (*Alosa fallax*), Barbo, Cobite comune, Nono (*Aphanius fasciatus*), *Padogobius panizzai*, *Pomatoschistus canestrini*. Invertebrati: *Zerynthia polyxena* (lepidottero raro).

ZSC-ZPS IT4060008 - Valle dei Mezzano

Sito agricolo di bonifica con aree ripristinate per la fauna. Ospita circa 50 specie ornitiche di interesse comunitario, tra cui Tarabuso, Airone rosso, Nitticora, Garzetta, Sgarza ciuffetto, Airone bianco maggiore, Spatola, Falco di palude, Moretta tabaccata, Forapaglie castagnolo, Tarabusino, Martin pescatore, Albanella minore, Pernice di mare, Ortolano, Grillaio, Falco cuculo, Gufo comune, Lodolaio, Gheppio. Reperti: Testuggine palustre (*Emys orbicularis*), Tritone crestato (*Triturus carnifex*), Raganella (*Hyla intermedia*). Pesci: Cheppia (*Alosa fallax*); invertebrati: *Lycaena dispar*.

ZSC-ZPS IT4060015 - Bosco della Mesola e altri boschi

Rappresenta la più estesa lecceta costiera padana, con numerosi habitat forestali.

Uccelli nidificanti: Tarabusino, Cavaliere d'Italia, Nibbio bruno, Martin pescatore, Succiacapre, Averla piccola. Tra i mammiferi: Rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), Barbastello comune (*Barbastella barbastellus*), Cervo autoctono.

Rettili: Testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*), Testuggine palustre (*Emys orbicularis*).

Anfibi: Tritone crestato, Pelobate fosco italiano (*Pelobates fuscus insubricus*), Raganella. Invertebrati: *Lycaena dispar*, *Lucanus cervus*, *Cerambyx cerdo*.

ZSC-ZPS IT4060012 - Dune di San Giuseppe

Area dunale e retrodunale con vegetazione mediterranea e praterie. Uccelli: Falco di palude, Albanella reale, Succiacapre (nidificante), oltre ad Assiolo, Upupa, Gheppio, Torcicollo, Quaglia. Presenza di 4 specie di Chiroterteri protetti. Tra gli invertebrati: *Apatura ilia*, *Calomera littoralis*, *Cylindera trisignata*.

ZSC-ZPS IT4060002 - Valli di Comacchio

La più vasta zona umida salmastra della regione, fondamentale per l'avifauna. Nidificano Sterna comune, Fraticello, Sterna zampenere, Beccapesci, Gabbiano corallino, Gabbiano roseo, Spatola (colonia più importante d'Italia), Fenicottero (oltre 500 coppie), Airone bianco maggiore, Cavaliere d'Italia, Avocetta, Fratino, Volpoca, Mestolone, Canapiglia, Moriglione, Tarabuso. Altri animali: Testuggine palustre, Tritone crestato. Vegetazione: presenza di *Salicornia veneta*, specie prioritaria.

I siti Natura 2000 descritti rappresentano un mosaico ecologico di eccezionale rilevanza a livello regionale, nazionale e comunitario. Insieme costituiscono un sistema integrato di ambienti umidi, costieri, forestali e agricoli che sostiene una straordinaria biodiversità, con numerose specie e habitat di interesse conservazionistico tutelati dalle Direttive Habitat e Uccelli.

Le zone umide e lagunari (come le Valli di Comacchio e le Valli Bertuzzi) svolgono un ruolo cruciale come aree di nidificazione, sosta e svernamento per l'avifauna acquatica, incluse specie rare e minacciate a livello europeo. Queste aree sono anche caratterizzate da una grande produttività biologica e da una complessa rete trofica. Gli ambienti dunali e forestali costieri, come il Bosco della Mesola e le Dune di San Giuseppe, costituiscono reliquie ecologiche di habitat un tempo molto più diffusi, oggi frammentati e vulnerabili. Essi ospitano specie endemiche e relitte, tra cui il raro cervo della Mesola e numerosi insetti, rettili e chiropteri di interesse comunitario.

L'interconnessione tra aree naturali, semi-naturali e agricole fornisce un paesaggio funzionale alla conservazione della fauna, garantendo spazi di rifugio, alimentazione e riproduzione, e mantenendo una buona qualità ambientale complessiva.

4 COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE

Le opere di progetto si inseriscono all'interno di un contesto principalmente agricolo, caratterizzato dalla presenza di campi coltivati perlopiù a seminativo e canali per fini irrigui. L'area di progetto è esterna ai 6 siti Natura 2000 che ricadono nell'area vasta pertanto non è interessata dalla presenza di habitat e specie vegetali di interesse comunitario.

L'aumento dei livelli di rumore durante la realizzazione dell'opera può influenzare i sistemi di comunicazione di molte specie animali, riducendo la distanza e l'area su cui i segnali acustici possono essere trasmessi e ricevuti dagli animali, considerato che il cantiere prevede attività diurne, la componente faunistica maggiormente interessata è l'avifauna. In relazione alla componente **faunistica** durante la fase di cantiere i principali fattori di perturbazione derivanti dalla realizzazione delle opere di progetto sono rappresentati dall'emissione di rumore, vibrazioni e presenza antropica. Tali elementi di disturbo dovuti al cantiere avranno carattere temporaneo e localizzato. Le lavorazioni verranno svolte in orario diurno, così da evitare l'utilizzo di illuminazione artificiale e conseguente inquinamento luminoso.

Per la fase di esercizio la maggiore interferenza potrebbe essere causata sia dal potenziale rischio di collisione dovuto alla *Polarized Light Pollution* (PLP) sia dal differente uso del suolo, potenzialmente utilizzato come area rifugio e di alimentazione dalle specie protette presenti nei 6 siti natura 2000 descritti. Per quanto riguarda l'effetto PLP non è ancora pienamente compreso (Kosciuch et al., 2020; Visser et al., 2018), ma sono state adottate soluzioni progettuali per ridurre la riflessione della luce con la scelta della tipologia di moduli. I pannelli fotovoltaici possono rappresentare delle trappole ecologiche soprattutto per gli insetti ed in particolare per gli insetti

polarotattici, che scambiano le superfici fotovoltaiche per specchi d'acqua. Tale fenomeno può comportare un disorientamento comportamentale che porta a scegliere come habitat o sito riproduttivo il pannello, al posto di un corpo idrico, causando la morte dell'insetto e/o il suo insuccesso riproduttivo. Inoltre, gli invertebrati sono sensibili alle fonti luminose artificiali.

I moderni pannelli fotovoltaici sono sottoposti a un trattamento antiriflesso grazie al quale penetra più luce nelle celle e ne viene riflessa conseguentemente di meno. Le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica. Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari. L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza, il quale conferisce alla superficie del modulo un aspetto opaco, che non determina conseguentemente un effetto riflettente e polarizzante sull'avifauna.

Diversi studi riportano che una corretta progettazione degli impianti fotovoltaici e delle misure di mitigazione possano apportare conseguenze positive per la biodiversità (Jarčuška et al., 2024; Bennun et al., 2021; Nordberg et al., 2021). In particolare, un recente studio a vasta scala su impianti fotovoltaici in aree agricole e prati stabili condotto da Jarčuška et al. (2024) ha rilevato una maggiore ricchezza e diversità totale di specie osservate all'interno dei parchi fotovoltaici rispetto alle aree agricole o a prato stabile di controllo poste esternamente agli impianti.

Il progetto prevede la messa a dimora di una fascia arborea perimetrale di protezione e separazione, con specie arboree, arbustive e cespugliose autoctone. La messa a dimora di una fascia di mitigazione non contribuirà solamente a mitigare visivamente il parco fotovoltaico ma anche a creare un elemento di continuità vegetazionale e migliorando la connessione ecologica tra le aree protette circostanti. La fascia arborea/arbustiva potrà avere un impatto positivo sull'avifauna presente, fornendo ulteriori siti di nidificazione e riparo.

Il monitoraggio delle componenti avifaunistica, erpetologica ed entomologica è essenziale per valutare in modo oggettivo e scientificamente fondato gli impatti diretti e indiretti che un impianto può avere sulla biodiversità locale. Ogni gruppo faunistico svolge un ruolo ecologico chiave e funge da bioindicatore della qualità e dell'equilibrio degli ecosistemi.

- **Avifauna:** gli uccelli rispondono rapidamente ai cambiamenti ambientali e possono essere indicatori sensibili di disturbo, perdita di habitat o miglioramenti legati a misure di mitigazione. Il loro monitoraggio consente di valutare l'efficacia delle fasce verdi, dell'inerbimento e delle connessioni ecologiche introdotte con il progetto.
- **Erpetofauna (anfibi e rettili):** spesso legata ad ambienti specifici (zone umide, margini boschivi, prati), è particolarmente vulnerabile alla frammentazione degli habitat e ai

cambiamenti microclimatici. Il monitoraggio permette di verificare eventuali alterazioni dell'habitat riproduttivo e della connettività ecologica.

- **Entomofauna:** gli insetti, in particolare gli impollinatori e i coleotteri saproxilici o del suolo, sono fondamentali per l'impollinazione, il ciclo dei nutrienti e il controllo biologico dei parassiti. Inoltre, rappresentano una base trofica primaria per molte specie di vertebrati. Un inerbimento ben progettato può incrementare notevolmente la loro presenza, contribuendo a potenziare i servizi ecosistemici locali.

Il monitoraggio della **vegetazione** risulta fondamentale per verificare l'efficacia delle misure di mitigazione e compensazione ecologica previste dal progetto, in particolare la messa a dimora di fasce perimetrali con specie arboree, arbustive e cespugliose autoctone.

Tali fasce svolgono un duplice ruolo:

1. Funzione ecologica: migliorano la connettività tra habitat, favoriscono la biodiversità vegetale e faunistica, offrono siti di nidificazione, rifugio e alimentazione per numerose specie, in particolare uccelli, insetti impollinatori e piccoli mammiferi.
2. Funzione di mitigazione paesaggistica: contribuiscono a integrare l'impianto fotovoltaico nel contesto agricolo-ambientale, riducendo l'impatto visivo e l'effetto di frammentazione degli habitat.

Il **rumore** è un agente fisico (ai sensi del D.lgs81/08) che può comportare rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori, per l'uomo e per la fauna presente, con riferimento soprattutto alla fase di cantiere, in quanto la messa in esercizio dell'impianto ha un impatto limitato. Non trascurabile anche l'impatto sul **suolo**, impatto sostanzialmente dovuto all'utilizzo di superfici agricole in parte poste in ombra dai pannelli per periodi medio lunghi (20-30 anni). La metodologia proposta del monitoraggio nel tempo riguarda soprattutto il grado di biodiversità del suolo nell'area di impianto.

A questi si aggiunge un monitoraggio del **microclima e dell'aria** oltre al monitoraggio sugli aspetti agrivoltaici in ottemperanza alle LG ministeriali e come richiamato nell'elaborato "22-040-RS-R05_0 -Relazione agronomica"

Per ogni componente ambientale indagata vengono rilevate le seguenti informazioni:

- Obiettivi specifici del monitoraggio
- Localizzazione di aree e punti specifici di monitoraggio e metodologie (rilevazioni, misure, ecc.).
- Frequenza e durata del monitoraggio.
- Metodologie di riferimento e di controllo (campionamento, analisi, elaborazione dati).

I risultati del monitoraggio forniranno le indicazioni operative per eventuali azioni da intraprendersi all'insorgere di condizioni anomale, situazioni inattese o diverse dalle previsioni progettuali. la raccolta sistematica dei dati contribuisce alla conoscenza della conservazione della biodiversità e all'adempimento degli obblighi normativi previsti dalla legislazione nazionale e comunitaria in materia di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e tutela degli ambienti naturali e seminaturali.

4.1 RUMORE

L'obiettivo del monitoraggio della componente rumore è la verifica che la realizzazione dell'impianto agrivoltaiico non produca effetti negativi e comunque non superi i livelli di rumore accettabili per legge in corrispondenza di ricettori sensibili (edifici adibiti ad attività produttive o abitative) nell'intorno dell'impianto. I punti di monitoraggio sono rappresentati proprio da questi punti sensibili in corrispondenza dei quali saranno effettuate le verifiche di cantiere e post operam.

Studio di impatto acustico di cantiere

L'obiettivo è caratterizzare la condizione acustica dell'area e della generalità dei ricettori presenti nell'area stessa.

Prevede la seguente metodologia:

- Individuazione delle sorgenti sonore;
- misurazione delle ore di impatto acustico in relazione alla durata del cantiere e delle sue fasi;
- monitoraggio acustico diurno (in concomitanza dell'attività del cantiere) dell'area rispetto ai ricettori;
- caratterizzazione sonora delle sorgenti di rumore presenti nel cantiere;
- implementazione tramite specifico software del modello di calcolo tiene in conto i vari fenomeni che interagiscono tra loro nella propagazione del suono in un ambiente esterno: la divergenza geometrica, l'assorbimento del suono nell'aria, l'effetto delle riflessioni multiple dell'onda incidente sugli ostacoli naturali o artificiali (selciato, facciate edifici, ecc.) la diffrazione e la diffusione sui bordi liberi.

Monitoraggio in fase di cantiere

Il suono che giunge al ricettore è dato dalla somma dell'onda diretta e di tutti i raggi secondari, riflessi dagli edifici e da ostacoli naturali ed artificiali. I risultati sono le curve isofoniche di emissione ed immissione delle sorgenti sonore generate dall'attività di cantiere si vanno a sommare ai livelli sonori di fondo misurati in fase *ante operam* (l'emissione acustica del cantiere si andrà a sommare al clima sonoro dell'area *ante operam*). A tal fine sarà necessario prevedere un rilievo acustico *ante-operam* in quanto per la verifica preliminare di impatto acustico non sono state eseguite misure fonometriche nell'area di progetto.

Monitoraggio post operam

Il monitoraggio *post operam* consiste

- Misura delle emissioni sonore delle sorgenti introdotte dalla realizzazione dell'impianto (apparecchiature elettromeccaniche installate nelle cabine di campo, trasformatori ecc.) allo scopo di verificare la correttezza delle previsioni progettuali.

- Misura del rumore in prossimità dei ricettori intorno all'area di impianto e verifica delle previsioni progettuali.

I dati del monitoraggio acustico saranno valutati non solo in riferimento alla salute umana ma anche in relazione al possibile disturbo eventualmente provocato nei confronti della componente faunistica.

Possibili azioni di mitigazione

In fase di cantiere se i livelli sonori, in prossimità dei recettori sensibili, risultano essere superiori a quella prevista in progetto, si potrà intervenire sulle sorgenti verificando la possibile diminuzione delle emissioni o introdurre in prossimità delle sorgenti a protezione dei recettori sensibili dei sistemi di protezione passiva del rumore (barriere sonore).

In fase di esercizio dell'opera si potranno utilizzare i medesimi accorgimenti, sicuramente l'opera di mitigazione proposta, siepe arborea-arbustiva, lungo il perimetro di recinzione avrà una funzione di limitare la propagazione di emissioni sonore provenienti dall'impianto.

Programma di monitoraggio componente rumore

Componente rumore	descrizione
Parametri monitorati	Emissioni sonore in di ricettori sensibili (edifici adibiti ad attività produttive o abitative) nell'intorno dell'area di impianto.
Punti di monitoraggio – materiali e metodi	In prossimità dei ricettori sensibili, utilizzando un fonometro integratore e un analizzatore in frequenza 01dB con taratura certificata, con microfono di misura di precisione, protezione microfonica da esterni, calibratore di livello sonoro 01dB anche esso con taratura certificata, sistema di analisi con software 01 dB. Software per elaborazioni dati.
Durata del monitoraggio	Ante operam: 24 ore per definire il clima acustico Cantiere: misure puntuali in corrispondenza di macchine rumorose in fase di cantiere Post operam: 24 ore in corrispondenza dei ricettori
Frequenza del PM	Ante operam: 1 misura per la caratterizzazione acustica dell'area per 24 ore Cantiere: misure in corrispondenza di macchine rumorose in fase di cantiere per verificare le previsioni progettuali Post operam: misure in corrispondenza dei ricettori sensibili per verificare le previsioni progettuali. Durata 24 h

4.2 SUOLO

Saranno anche prese in esame le “Linee Guida 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” di Ispra (2022).

L'obiettivo del monitoraggio è valutare le variazioni delle caratteristiche del terreno, la qualità, la composizione e la fertilità del suolo, che si ritiene possano essere alterate dalla presenza del campo solare. Il monitoraggio viene svolto con tempistiche e frequenze diversi nella fase *ante – operam* (AO), nella fase di esercizio e al termine della funzionalità dell'opera in fase di sua dismissione.

Saranno realizzate in laboratorio l'analisi fisica (tessitura, struttura), l'analisi chimica degli elementi contenuti (macro e microelementi) e la determinazione di alcuni parametri (pH, carbonio organico, azoto totale e fosforo assimilabile). Inoltre sarà valutata la qualità biologica del suolo analizzando nei campioni di terreno la comunità di microartropodi edafici insediati, con la determinazione dell'indice QBS-ar.

Fase AO: verranno svolte indagini di campo che di laboratorio per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo per valutare la *baseline* di riferimento. Viene svolta una prima caratterizzazione pedologica dei terreni prima dell'inizio dei lavori di costruzione dell'impianto; saranno individuate diverse zone omogenee su cui svolgere i punti di campionamento, considerato che l'area di progetto è un'area coltivata a seminativo verranno individuate circa 5 aree omogenee su cui effettuare i campionamenti per la caratterizzazione chimico- fisica e la valutazione della fertilità biologica.

Fase di esercizio: verrà svolta la valutazione su base triennale delle proprietà di fertilità del suolo. Si prevede di effettuare n. 1 campione ogni 10 ettari nel topsoil. I punti di campionamento dovranno essere eseguiti, per ogni zona omogenea individuata, su almeno due postazioni: in posizione ombreggiata al di sotto dei moduli fotovoltaici e nelle aree non direttamente interessate dalla presenza dei moduli.

I campioni di terreno saranno prelevati in campo seguendo le linee guida standard: campione deve essere rappresentativo di tutta l'area (evitare fossi, le zone di bordo, le zone vicino carraie); usare attrezzature pulite (trivella in acciaio); distanza di tempo dalle ultime lavorazioni e dalle concimazioni; prelievi devono avvenire in modo del tutto casuale all'interno dell'area; profondità di prelievo tra 5 e 30/40 cm (i primi 5 cm di saggio del terreno devono essere eliminati); utilizzo di una paletta e di un setaccio con maglia a 2 cm per poter eliminare la frazione più grossolana e costituire il sub-campione; alla fine tutti i saggi (n. 10 sub-campioni) della singola area vengono riuniti e mescolati accuratamente, estraendo dal tutto il campione vero e proprio di circa un chilogrammo, da avviare al laboratorio di analisi; campioni posti in sacchetti impermeabili di polietilene mai usati e muniti di etichetta di identificazione. Per ogni punto di prelievo sarà marcato con GPS. Sarà applicato l'Indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF).

Per valutare la qualità biologica del terreno saranno prelevati i campioni di terreno ogni circa 10 ettari soggetti ad insediamento del campo fotovoltaico (totale 7-8 campioni con 3 repliche ciascuno) e saranno realizzate in laboratorio le analisi. I campioni di terreno saranno prelevati in campo seguendo le linee guida standard: ogni zolla superficiale di suolo della dimensione di 10*10*10 cm si preleva in corrispondenza del centro di ciascuna area di campionamento; in ogni area si prelevano 3 sub-campioni; trasporto in laboratorio dei campioni posti in sacchetti impermeabili di polietilene mai usati e muniti di etichetta di identificazione; mantenimento al fresco dei campioni e analisi entro 48 ore dal prelievo;

estrazione in laboratorio con selezionatore Berlese-Tüllgren dei microartropodi; determinazione in laboratorio dell'indice QBS-ar.

Fase di dismissione: la medesima metodologia di campionamento utilizzata nella fase AO verrà applicata in questa fase finalizzata ad accertare l'assenza di contaminazioni e sarà programmata in relazione ai risultati della fase AO e di esercizio.

In relazione alla tipologia e all'esercizio dell'opera per i campioni di top-soil sarà prevista la ricerca almeno dei parametri Idrocarburi pesanti C>12 e IPA. Anche in questo caso la localizzazione dei campionamenti sarà georeferenziata.

Componente suolo	descrizione
Parametri monitorati	Parametri chimico fisico e biologici del suolo: tessitura, struttura fisica del suolo; pH, carbonio organico, azoto totale e fosforo assimilabile; Idrocarburi pesanti comunità di microartropodi edafici insediati Indici applicati: l'Indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF); l'Indice di Qualità Biologica del Suolo (IQBS) applicato alla comunità di artropodi.
Punti di monitoraggio – materiali e metodi	Ante operam: ca 5 aree di campionamento Esercizio: un'area di campionamento ogni 10 ettari e due punti di campioni esterno al pannello e sotto il pannello fotovoltaico. Per la valutazione biologica: 7-8 campioni con 3 repliche Dismissione: ca 5 aree di campionamento Carotaggi, analisi di laboratorio e calcolo indici IBF e IQBS (IQB-ar)
Durata del monitoraggio	Ante operam: campionamento puntiforme: carotaggi e analisi di laboratorio, almeno un mese per la restituzione dei risultati. Esercizio: campionamento puntiforme: carotaggi e analisi di laboratorio (valutazione biologica. 1-2 mesi per la restituzione dei risultati). Dismissione:: campionamento puntiforme: carotaggi e analisi di laboratorio, almeno un mese per la restituzione dei risultati.
Frequenza del PM	Ante operam: 1 misura per la caratterizzazione pedologica dell'area Esercizio: Misure in corrispondenza delle aree di campionamento una volta all'anno per i 3 anni. Dismissione: 1 misura per la caratterizzazione pedologica dell'area

4.3 MICROCLIMA E ARIA

Il monitoraggio ambientale relativo a un impianto agrivoltaico ha come principali finalità le seguenti:

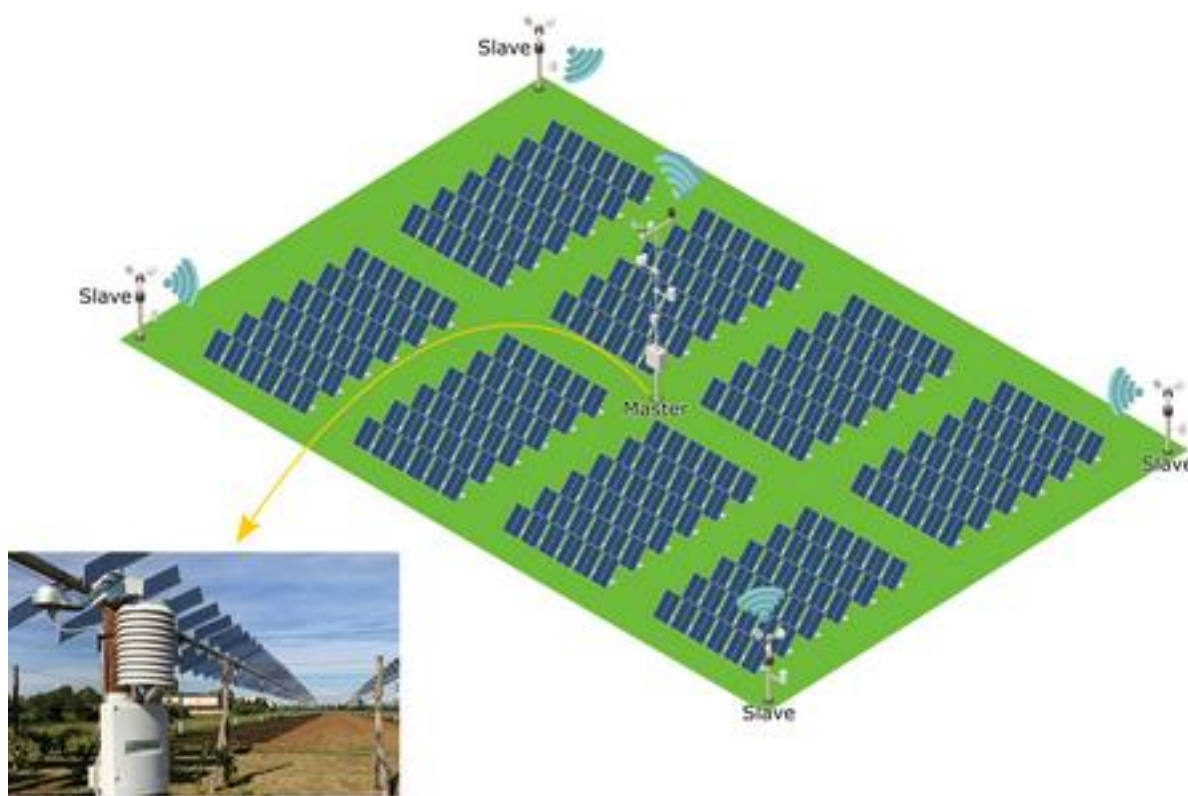
- Valutare la presenza di un eventuale effetto "isola di calore" e analizzare le variazioni microclimatiche locali. Tale analisi dovrà essere condotta sia in fase ante-operam (prima della realizzazione dell'impianto), al fine di caratterizzare le condizioni microclimatiche di riferimento, sia in fase post-operam, per individuare e quantificare le modifiche eventualmente indotte dalla presenza delle strutture fotovoltaiche. Il monitoraggio include parametri come temperatura dell'aria e del suolo, umidità relativa, precipitazioni, velocità e direzione del vento, e radiazione solare incidente.
- Valutazione del tasso di crescita della vegetazione (biomassa, altezza, NDVI), della temperatura al livello del fogliame e stato fenologico e stress idrico delle colture.
- Valutare l'impatto delle attività di cantiere sulla qualità dell'aria durante la fase di realizzazione dell'impianto. In questa fase è fondamentale monitorare eventuali emissioni diffuse di polveri (PM10 e PM2.5), nonché la presenza di inquinanti atmosferici generati dai mezzi d'opera (NOx, CO, COV). Questo consente di verificare il rispetto delle normative ambientali vigenti e, se necessario, adottare tempestivamente misure di mitigazione per ridurre l'impatto delle lavorazioni.

La proposta prevede l'implementazione di un sistema integrato di monitoraggio ambientale distribuito sull'intera area dell'impianto agrivoltaico. Il sistema si basa su un'architettura gerarchica, articolata in 1 o 2 stazioni Master e 11 stazioni Slave, con una stazione slave dedicata a ciascun campo fotovoltaico.

Le stazioni Master, posizionate in zone baricentriche rispetto ai campi solari di riferimento, svolgono una funzione di coordinamento e raccolta centralizzata dei dati provenienti dalle rispettive stazioni Slave. La comunicazione tra Slave e Master avviene secondo uno schema a rete, garantendo l'affidabilità e la continuità della trasmissione dei dati, anche in presenza di eventuali disservizi localizzati.

Ogni stazione Slave, installata in corrispondenza di uno specifico campo, è responsabile della rilevazione dei parametri microclimatici locali, come temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità del vento, radiazione solare, temperatura del suolo e umidità del terreno. I dati raccolti vengono inviati periodicamente alla stazione Master di competenza, che a sua volta li aggrega, li elabora e li invia al sistema centrale per l'archiviazione, l'analisi e la reportistica.

Lo schema seguente illustra l'organizzazione del sistema Master/Slave previsto:



Parametri ambientali oggetto di monitoraggio microclimatico

Il monitoraggio microclimatico sarà condotto su un periodo complessivo di due anni, suddivisi in:

- 1 anno ante-operam (prima dell'installazione dell'impianto)
- 1 anno post-operam (dopo l'entrata in esercizio)

Durante entrambe le fasi verranno rilevati i seguenti parametri:

- Velocità del vento: fondamentale per valutare le modifiche alla circolazione dell'aria introdotte dalla presenza delle strutture fotovoltaiche. Una variazione nella ventilazione locale può influire sul raffrescamento naturale del suolo e sulla traspirazione delle colture.
- Temperatura radiante (misurata sulla superficie dei pannelli): utile per comprendere l'effetto termico diretto dei pannelli fotovoltaici, con potenziali implicazioni sul microclima sottostante, sulla qualità del suolo e sul benessere delle colture.
- Temperatura dell'aria: parametro essenziale per valutare eventuali variazioni termiche localizzate, inclusi possibili effetti di "isola di calore" indotti dalla presenza delle superfici artificiali.
- Umidità relativa: rilevante per comprendere la capacità dell'ambiente di trattenere o disperdere

umidità, con effetti diretti sul comfort microclimatico, sulla crescita vegetativa e sui processi di evapotraspirazione.

- Piovosità: il monitoraggio delle precipitazioni (intensità, frequenza e accumulo) è fondamentale per valutare il bilancio idrico dell'area, l'impatto delle strutture fotovoltaiche sull'infiltrazione e sul deflusso superficiale, nonché per correlare i dati climatici con la produttività agricola e la disponibilità d'acqua per le colture.

Durante la fase di realizzazione dell'impianto sarà attivato un monitoraggio specifico della qualità dell'aria, finalizzato a valutare l'impatto delle attività di cantiere. I parametri rilevati saranno:

- PM10 e PM2.5: particolato fine e ultrafine, prodotti principalmente dal movimento dei mezzi, dalle lavorazioni del suolo e dalla movimentazione di materiali. Rappresentano un indicatore chiave dell'inquinamento atmosferico a breve termine.
- NOx (ossidi di azoto): inquinanti gassosi derivanti prevalentemente dalla combustione nei motori diesel e benzina dei mezzi d'opera. Hanno impatti rilevanti sia sulla qualità dell'aria che sulla salute umana e vegetale.

I dati ambientali saranno acquisiti in modalità continuativa e automatizzata, attraverso sensori digitali installati presso le stazioni di monitoraggio distribuite sull'area dell'impianto. Il sistema garantirà una raccolta costante, ad alta frequenza (con intervalli personalizzabili), e la trasmissione in tempo reale dei dati a una piattaforma digitale basata su tecnologia cloud.

I dati rilevati saranno accessibili da remoto tramite:

- App LiveData®, disponibile per dispositivi mobili Android e iOS®, che consente la visualizzazione istantanea dei dati acquisiti, l'analisi storica e l'invio di notifiche o allarmi in caso di superamento di soglie predefinite;
- Portale web dedicato, accessibile da qualsiasi dispositivo connesso a Internet, che offre funzionalità avanzate di aggregazione, esportazione e visualizzazione grafica dei dati, utili per operatori, tecnici e soggetti istituzionali.

Elaborazione e confronto dei dati

Al termine di ciascuna fase del monitoraggio (ante-operam, cantiere e post-operam), sarà redatto un report tecnico dettagliato, contenente:

- l'elaborazione statistica dei dati raccolti;
- l'analisi delle variazioni microclimatiche e delle condizioni ambientali;
- il confronto con i dati provenienti da centraline fisse e/o mobili già presenti sul territorio, in particolare quelle gestite da ARPAE.

Tale confronto consentirà di validare i dati acquisiti localmente, contestualizzarli su scala territoriale e valutare eventuali effetti differenziali legati alla presenza dell'impianto agrivoltaico. Il report sarà strutturato per supportare anche eventuali esigenze di rendicontazione verso enti pubblici, stakeholder o soggetti autorizzativi.

POS 1: Dettaglio attrezzature di monitoraggio meteo-climatico

Codice	Articolo	Q.tà
MN-0129-LL	Unità base MeteoSense 4.0 2G Unità di acquisizione e trasmissione dati. Versione 2G/LTE (NBIoT) Custodia ABS da esterni IP55.	2
MN-0073-LK	Ricevitore per unità wireless IOT Per unità base. Consente l'impiego delle unità wireless	2
MN-0132-AM	Unità wireless / Ripetitore wireless Posizionabile fino a 8000 metri dalla unità base, con possibilità di ripetizione del segnale	11
Codice	Articolo	Q.tà
PS-0093-BM	Pluviometro RainSense Risoluzione 0.2 mm, a bascula, con cavo e accessori di montaggio. Cavo standard 2 metri.	2
PS-0058-AD	Anemometro Intensità e direzione del vento, con cavo e accessori di montaggio	12
PS-0090-JG	Sensore di temperatura ed umidità aria Con schermo solare. Uscita digitale con calcolo del punto di rugiada.	12
—	Sonda di temperatura di contatto Con cavo 5 metri, per misura temperatura di contatto su superficie pannello solare	11
Codice	Accessori	Q.tà
MM-0060-KB	Palo di installazione due sezioni di 150 cm con boccolo di fissaggio	12
MM-0059-KB	Staffa montaggio sensori In alluminio anodizzato, per installazione dei sensori meteo (escl. anemometro)	12
Codice	Accessori	Q.tà
MA-0088-AE	Kit fotovoltaico base Kit Fotovoltaico con pannello 20W e batteria 17 Ah. Include contenitore batteria da esterni, cavi ed accessori.	11
MA-0082-GD	Kit fotovoltaico standard Pannello fotovoltaico 20W, regolatore elettronico, batteria sigillata 44 Ah, contenitore batteria in metallo, accessori di montaggio.	2

Monitoraggio della qualità dell'aria – Criteri tecnici e modalità operative

Ai fini della corretta attuazione del monitoraggio della qualità dell'aria durante la fase di cantiere, si specifica che tutta la strumentazione impiegata sarà conforme ai requisiti previsti dalla normativa vigente, in particolare al Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, con riferimento ai metodi di misura

ufficiali (metodi di riferimento o metodi equivalenti) indicati nell'Allegato VI del decreto.

L'adozione di strumentazione certificata secondo tali standard garantirà:

- l'affidabilità tecnica dei dati acquisiti;
- la comparabilità diretta con i valori registrati dalle stazioni della Rete Regionale di monitoraggio della qualità dell'aria;
- la validità dei dati in sede di controllo da parte degli enti competenti, tra cui ARPAE.
- Definizione dei punti di misura e validazione da parte di ARPAE

I punti di monitoraggio saranno individuati tenendo conto della configurazione del cantiere, della direzione prevalente dei venti e della prossimità a ricettori sensibili. I dettagli riguardanti:

- la localizzazione delle postazioni di misura,
- la durata delle campagne di monitoraggio (indicativamente 9-12 mesi, in funzione dello sviluppo delle attività di cantiere),
- le modalità operative e i protocolli di acquisizione dei dati,

saranno trasmessi ad ARPAE per preventiva approvazione prima dell'avvio dei lavori.

- Elaborazione e restituzione dei dati

Al termine delle campagne di monitoraggio sarà redatto un report tecnico dettagliato, che includerà:

- l'analisi dei dati rilevati (PM10, PM2.5, NOx e altri eventuali inquinanti);
- il confronto con le misurazioni effettuate dalle centraline fisse e/o mobili presenti nell'area;
- eventuali considerazioni sugli scostamenti registrati e possibili correlazioni con le attività di cantiere.

Questo approccio garantirà una valutazione ambientale trasparente, metodologicamente robusta e allineata con le pratiche adottate dagli enti preposti alla tutela della qualità dell'aria.

Monitoraggio agronomico: criteri tecnici e modalità operative agronomico

Nell'ambito del monitoraggio è essenziale includere un sistema di rilevazione dedicato alla valutazione dello sviluppo vegetativo e dello stato fisiologico delle colture, al fine di verificare eventuali effetti positivi o negativi indotti dalla presenza dei moduli fotovoltaici. I principali indicatori da considerare sono: tasso di crescita della vegetazione (biomassa e altezza), NDVI, temperatura al livello del fogliame, stato fenologico e stress idrico.

Tasso di crescita della vegetazione (altezza e biomassa)

Altezza delle piante: misurazione diretta con strumenti manuali (es. aste graduate) o automatizzata tramite sensori a ultrasuoni o LiDAR.

Biomassa: stimata attraverso metodi indiretti (indice di vegetazione) oppure tramite campionamenti fisici periodici e successiva pesatura (biomassa fresca e secca).

Campionamenti periodici (es. ogni 15-30 giorni) in parcelle rappresentative sia sotto i pannelli che in zone non ombreggiate e confronto tra aree esposte e ombreggiate per valutare differenze dovute alla copertura fotovoltaica.

NDVI – Indice di vigore vegetativo (Normalized Difference Vegetation Index)

L'NDVI è un indice spettrale calcolato a partire dalla riflettanza nel rosso (Red) e nel vicino infrarosso (NIR), utile per valutare la densità e la salute della copertura vegetale.

Si prevede l'acquisizione tramite sensori multispettrali montati su droni, satelliti (es. Sentinel-2) o camere fisse su palo con frequenza settimanale o quindicinale, con mappature geo-referenziate delle parcelle.

Temperatura al livello del fogliame (canopy temperature)

La temperatura della superficie fogliare è un indicatore precoce di stress idrico e termico. Può differire dalla temperatura dell'aria e riflette la capacità della pianta di raffreddarsi attraverso la traspirazione.

Si prevede la misurazione con termometri a infrarossi, camere termiche montate su drone, o sensori fissi orientati sulla chioma e la correlazione con l'umidità del suolo e l'irraggiamento per analisi integrate.

Stato fenologico delle colture

Il monitoraggio fenologico segue le fasi di sviluppo della pianta: germinazione, accrescimento, fioritura, fruttificazione, senescenza. Serve per correlare le condizioni ambientali con il ritmo biologico delle colture.

Si prevedono osservazioni in campo su base settimanale secondo le scale fenologiche standard (es. BBCH) e supporto con immagini multispettrali per verificare omogeneità e distribuzione delle fasi.

Stress idrico

Rilevabile indirettamente tramite contenuto idrico del suolo, temperatura fogliare, NDVI, indice CWSI (Crop Water Stress Index) e valutabile anche attraverso la misura della conduttanza stomatica o della pressione idrica xilematica (strumenti avanzati).

- Utilizzo di sensori di umidità del suolo a diverse profondità (es. 10 cm, 30 cm).
- Monitoraggio integrato con dati meteo e irrigazione.
- Analisi comparativa tra parcelle ombreggiate e non ombreggiate.
- Valutazione dell'idoneità agronomica sotto pannelli.

4.4 BIODIVERSITÀ

Per quanto riguarda la componente faunistica, le indagini hanno l'obiettivo di acquisire conoscenze puntuali sulle popolazioni animali presenti, sulle loro dinamiche ecologiche, nonché su eventuali modificazioni nella struttura e nella composizione delle biocenosi, e sullo stato di salute delle specie target, in relazione alle attività di cantiere e/o alla successiva fase di esercizio dell'impianto.

Tali indagini risulteranno fondamentali per fornire dati reali e contestualizzati utili alla valutazione delle variazioni nella **connettività ecologica**, considerando che l'area di intervento si inserisce all'interno di elementi della Rete Ecologica Locale ed è baricentrica rispetto a 6 Siti Natura 2000. Le motivazioni sulle componenti indagate sono già state espresse precedentemente.

Per valutare l'efficacia delle misure di mitigazione e compensazioni realizzate sia in termini ecosistemici e di connessione sia per individuare misure correttivi rispetto al possibile ingresso di specie alloctone nelle siepi e fasce boscate, verrà svolto un monitoraggio vegetazionale.

4.4.1 Avifauna

Il monitoraggio si basa sulla presenza, nell'area di realizzazione dell'impianto, di ambiti coltivati prevalentemente a seminativo che ospitano specie di elevato interesse conservazionistico già affette da trend negativi, come chiaramente documentato in recenti report (Rete Rurale Nazionale & Lipu, 2021), perché rappresentano ampie aree di foraggiamento al centro di 6 siti della rete Natura 2000.

Il paesaggio si presenta quindi complesso e con elementi che lasciano presumere la presenza di popolazioni di avifauna importanti sia locali che in transito e sosta, nonché movimenti da parte di varie specie tra le vicine zone umide e interazioni con gli ambienti rurali presenti tra esse, sia riguardo alla nidificazione che agli altri periodi fenologici.

Gruppi target e metodologia di monitoraggio

Monitoraggi verranno svolti su campo da esperti professionisti seguendo protocolli specifici e standard indicati dal Ministero Ambiente, APAT e ISPRA.

Lo schema di monitoraggio proposto per indagare l'avifauna negli habitat interessati dalla modifica di uso del suolo nell'area di progetto e nell'area circostante è di seguito descritto con riferimento ai gruppi target e alle modalità d'indagine.

Monitoraggio delle specie acquatiche (nidificanti/migratrici/svernanti):

Vengono individuati dei punti fissi con la migliore visuale a disposizione sull'area da monitorare presso le zone umide rilevanti rispetto alla posizione del campo solare. Da questi punti verranno rilevate le presenze di specie acquatiche e l'uso dell'area ai fini del foraggiamento e/o rifugio dei seguenti ordini: *Podicipediformes*, *Pelicaniformes*, *Ciconiformes*, *Anseriformes*, *Charadriiformes*, *Gruiformes* ed *Accipitriformes* limitandosi alle specie strettamente legate alle zone umide come il Falco di palude (*Circus aeruginosus*) e altre albanelle (genere *Circus*), ed il Falco pescatore (*Pandion haliaetus*).

Monitoraggio dei piccoli uccelli canori

Viene disegnata una serie di punti sulla mappa per il rilevamento mediante il metodo dell'ascolto, distanziati in modo da garantire una sufficiente copertura, ma non così ravvicinati da causare doppi conteggi. Questo metodo è utilizzato per conteggi quantitativi durante il periodo primaverile-estivo dei gruppi di uccelli appartenenti prevalentemente agli ordini dei *Galliformes*, *Columbiformes*, *Coraciformes*, *Piciformes*, *Passeriformes*. Negli altri periodi, l'ascolto e l'osservazione diretta vengono comunque applicati nell'ambito degli altri monitoraggi ornitici, per la raccolta di dati qualitativi o semi-quantitativi utili a discutere i dati raccolti. È importante che i rilevamenti siano effettuati nella prima parte della mattinata, quindi il rilevatore effettuerà il rilevamento stazionando in 6-8 punti al massimo per 10 minuti ciascuno a partire da circa mezzora dopo l'alba in una giornata di maggio.

Monitoraggio rapaci diurni

Il censimento dei rapaci diurni (*Accipitriformes* e *Falconiformes*), grazie alla loro visibilità, avviene durante tutte le attività di monitoraggio itineranti e non. Tuttavia è opportuno svolgere alcune giornate di osservazione per approfondire la conoscenza del tipo di utilizzo che essi fanno nell'area di studio. Analogamente al rilevamento degli uccelli acquatici vengono selezionati dei punti fissi di osservazione dai quali osservare i rapaci diurni residenti e di passaggio sull'area, associando alle osservazioni anche informazioni sul loro comportamento (caccia, sorvolo, sosta, ecc.). In questo caso la durata del rilevamento è prefissata e dovrà essere di almeno due ore per ogni punto-stazione e nelle ore in cui l'attività di questo gruppo di uccelli è massima (3-5 ore dopo l'alba). In questo caso vanno previsti un numero di rilevatori adeguato e molto esperti nel riconoscimento in volo dei rapaci, perché le osservazioni dai punti prefissati vanno svolte in simultanea. Se l'interesse prevalente è lo studio degli uccelli locali, le osservazioni andranno svolte in inverno ed estate, mentre se l'interesse prevalente è la migrazione, meglio fissare le date in aprile e ottobre.

Rilevamento vagante

Durante gli spostamenti fra i vari punti di monitoraggio vengono annotate le specie presenti entro l'area buffer di 5 km intorno, in maniera non esaustiva ma rappresentativa, ai fini di completare le check-list create per i monitoraggi precedenti.

Attrezzatura e restituzione dati

L'attività sul campo prevedere l'utilizzo dei seguenti strumenti ottici:

- Cannocchiale e treppiede 10x-60x possibilmente HD o superiore
- Binocolo di qualità professionale con minimo 7 ingrandimenti
- Macchina fotografica con zoom adeguato alla raccolta di foto documentative e come aiuto all'identificazione di individui dubbi

Saranno elaborati i dati raccolti e redatte relazioni intermedie e finali comprensive di:

- Checklist delle specie, con particolare riferimento alle specie minacciate, secondo le categorie IUCN, alle entità inserite negli allegati alla Direttiva Uccelli 2009/147/CE;
- punti dei rilievi e dei transetti georeferenziati e restituzione cartografica dei dati;

- dati pregressi, quando possibile;
- valutazione dello stato di conservazione delle specie censite e dei loro habitat, con analisi degli impatti antropogenici in fase ante operam, in opera e in fase post operam;
- documentazione fotografica di una rappresentanza delle specie indagate e degli ambienti frequentati.

Componente avifauna	Parametri monitorati	Punti di monitoraggio – periodo e metodi	Frequenza del monitoraggio	Durata del PM
Specie acquatiche (nidificanti/migratrici/svernanti)	presenze di specie acquatiche dei seguenti ordini: <i>Podicipediformes</i> , <i>Pelicaniformes</i> , <i>Ciconiformes</i> , <i>Anseriformes</i> , <i>Charadriiformes</i> , <i>Gruiformes</i> ed <i>Accipitriformes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Censimento diurno per rilevare la presenza e l'utilizzo dell'area da parte delle specie avifaunistiche. Censimento a vista Rilevatori: 2 • Censimento notturno: sistema di registrazione e interpretazione dei suoni registrati. 	4 volte all'anno (una per stagione)	ANTE OPERAM 1 anno CANTIERE
piccoli uccelli canori	conteggi quantitativi specie appartenenti prevalentemente agli ordini dei <i>Galliformes</i> , <i>Columbiformes</i> , <i>Coraciformes</i> , <i>Piciformes</i> , <i>Passeriformes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • metodo dell'ascolto con rilevamenti mattutini in 6-8 punti per 10 minuti di ascolto Rilevatori: 1 	Periodo: rimaverile-estivo: una giornata tra il 5 e il 20 maggio una giornata tra il 10 e il 25 giugno	Indagine qualitativa POST OPERAM (esercizio) 1 anno
rapaci diurni	presenze di specie di rapaci diurni dei seguenti ordini: <i>Accipitriformes</i> e <i>Falconiformes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • osservazione da punti fissi dei rapaci diurni residenti e di passaggio sull'area, associando informazioni sul loro comportamento 	Periodo: una giornata nella prima metà di aprile una giornata nella seconda metà di novembre	

Componente avifauna	Parametri monitorati	Punti di monitoraggio – periodo e metodi	Frequenza del monitoraggio	Durata del PM
		(caccia, sorvolo, sosta, ecc.). Censimento a vista in due punti per 2 ore ciascuno a partire dalla terza ora dopo l'alba Rilevatori: 2	una giornata nella prima metà di agosto.	
rilevamento vagante	presenze di specie vaganti	<ul style="list-style-type: none"> rilevamento delle specie presenti entro l'area buffer di 5 km intorno Rilevatori: 2	12 mesi su base mensile	

4.4.2 Entomofauna

Il monitoraggio dell'entomofauna è finalizzato ad ottenere informazioni quanto più complete circa la comunità di alcuni gruppi di insetti, la loro abbondanza, la distribuzione, lo stato di conservazione.

Per avere un quadro il più possibile rappresentativo dell'entomofauna dell'area oggetto dell'installazione di un campo solare, dei suoi margini (in un buffer di circa 500 m), si prevede di indagare quattro taxa di insetti riconosciuti da tempo per il loro ruolo nei processi di impollinazione, di controllo dei parassiti in agricoltura e come predatori acquatici e terrestri di insetti anche molesti per l'uomo. I taxa in oggetto hanno anche una elevata sensibilità nei confronti della gestione del territorio e dei cambiamenti climatici e sono importanti indicatori della biodiversità vegetale e animale insediata. I taxa indagati sono le Libellule, i Coleotteri Carabidi e Ditiscidi, i Lepidotteri diurni. Per tali insetti si seguiranno varie metodologie di monitoraggio sperimentate da anni da diversi autori in tutto il mondo in ecosistemi naturali, semi-naturali, agroecosistemi e ambienti urbani.

Seppure situati in area di passaggio tra la pianura e la costa, interessata dall'agricoltura intensiva e da una semplificazione degli agroecosistemi, l'entomofauna insediata è potenzialmente comunque diversificata e interessante visto l'ampia capacità di adattamento di questi insetti anche ai microhabitat e alla distribuzione a mosaico dei piccoli ambienti idonei alla loro vita.

Gruppi target e metodologia di monitoraggio

I gruppi entomologici indicatori ambientali oggetto di indagine saranno:

- Libellule o Odonati (*Odonata*),
- Coleotteri Carabidi (*Coleoptera Carabidae*),
- Coleotteri Ditiscidi (*Coleoptera Dytiscidae*, *Haliplidae* e *Noteridae*)
- Lepidotteri diurni (*Lepidoptera Papilionoidea* e *Hesperioidea*),

Specifiche indagini saranno rivolte alle specie di Insetti di interesse conservazionistico dei gruppi indagati e di altri gruppi entomatici, rientranti nella Direttiva Habitat 92/43/CEE, nella L.R. 15/2006 della Regione Emilia-Romagna, nelle Liste Rosse IUCN italiane e della UE.

Per tali insetti si seguiranno varie metodologie di monitoraggio sperimentate da anni da diversi autori in tutto il mondo in ecosistemi naturali, semi-naturali, agroecosistemi e ambienti urbani di seguito descritti.

Raccolta dati pregressi di presenza attraverso dati bibliografici, mediante ricerche presso collezioni e banche dati (collezioni museali, collezioni private, banca dati Regione Lombardia, forum entomologici, social network, iNaturalist, GBIF, altri siti citizen science, ecc.).

Indagini di campo sistematiche, raccogliendo dati su diversità e abbondanza, tra marzo e novembre, ripetute più volte ogni mese di campionamento e seguendo i protocolli specifici e standard indicati dal Ministero dell'Ambiente, APAT e ISPRA (Brandmayr et al., 2005; Trizzino et al., 2013; Stoch & Genovesi, 2016; Quaranta et al., 2018; Bonelli et al., 2018; ecc.) sugli stadi immaginali in tutti gli ambienti dell'area. In particolare saranno indagati gli habitat naturali e semi-naturali costituiti dai lembi di praterie e prati, dai canali e fossi, dai margini erbosi lungo fossati, canali e campi, dalle macchie arbustate, boschetti, dalle siepi, dai filari di alberi e dagli alberi isolati. Saranno individuati transekti di monitoraggio lunghi minimo 300 m ed aree di trappolaggio, campionati tutti con la regolarità prima indicata, campionati tutti con la regolarità prima indicata e rientranti in un buffer di circa 500 m attorno all'area interessata dal campo solare.

Le aree da monitorare per gli insetti saranno scelte in numero minimo di 5, più 4 aree umide (fiumi, canali e fossi), mantenute fisse durante tutti gli anni di monitoraggio.

Attrezzatura e restituzione dati

Saranno utilizzati i seguenti strumenti e attrezzatura: n. 2 retini entomologici per insetti volatori (Odonati, Lepidotteri, Imenotteri) lungo i transekti (attività 9 mesi), n. 30 pitfall trap per insetti del suolo (Coleotteri Carabidi) (5 pitfall trap per stazione, attive per 9 mesi), n. 2 Malaise trap per insetti volatori collocate almeno a 500 m una dall'altra (attive per 4 mesi), n. 6 trappole luminose ad intercettazione (pitfall light trap) per insetti volatori ad attività notturna e poste vicino a canali e in praterie (attività 5 notti tra giugno e agosto), pinzette rigide, lente di ingrandimento, contenitori per la conservazione del materiale delle trappole a caduta, contenitori con alcol 70% per conservare gli insetti, schede da campo, gps, frontalino con luce led, macchina fotografica digitale, binocolo Papillon per insetti, sonda multifunzione per misurare temperatura-vento-umidità-luce solare, guide di riconoscimento in campo e in laboratorio delle specie.

Tutti gli esemplari saranno fotografati e rilasciati immediatamente in campo dopo l'identificazione; solo gli esemplari catturati con pitfall trap e Malaise trap saranno portati in laboratorio, smistati e preparati per essere meglio determinati.

Saranno elaborati i dati raccolti e redatte relazioni intermedie e finali comprensive di:

- Checklist degli insetti dell'area, con particolare riferimento alle specie minacciate, secondo le categorie IUCN, alle entità inserite negli allegati alla Direttiva Habitat 92/43/CEE e alle specie particolarmente protette secondo la L.R. 10/2008 sulla fauna minore della Regione Lombardia;
- Banca dati con punti dei rilievi e dei transetti georeferenziati e restituzione cartografica dei dati;
- Cartine con distribuzione dettagliata per gruppo entomologico e per le specie più significative;
- Georeferenziazione dei dati pregressi sugli insetti, quando possibile;
- Valutazione dello stato di conservazione delle specie entomologiche censite e dei loro habitat, con analisi degli impatti antropogenici in fase ante operam, in opera e in fase post operam;
- Redazione di linee guida per la gestione e conservazione delle popolazioni di insetti e dei loro habitat, con particolare riferimento alle specie minacciate e maggiormente vulnerabili, secondo le categorie IUCN, e alle specie inserite negli allegati della Direttiva Habitat e nella L.R. 10/2008;
- Documentazione fotografica di una rappresentanza delle specie di insetti studiati, delle attività in campo e degli ambienti indagati.

Componente avifauna	Parametri monitorati	Punti di monitoraggio – periodo e metodi	Durata del monitoraggio	Frequenza del PM
Libellule o Odonati (<i>Odonata</i>)	abbondanza, la distribuzione, lo stato di conservazione	<ul style="list-style-type: none"> • 5 aree di monitoraggio più 4 aree umide (fiumi, canali e fossi) con transetti di monitoraggio lunghi minimo 300 ed aree di trappolaggio. <p>Ricerca a vista lungo transetti con retini entomologici Rilevatori: 1</p>	Ricerca a vista lungo transetti: periodo (9 mesi), marzo-novembre.	ANTE OPERAM 1 anno (9 mesi)
Coleotteri Carabidi (<i>Coleoptera Carabidae</i>)	abbondanza, la distribuzione, lo stato di conservazione	<ul style="list-style-type: none"> • 5 aree di monitoraggio in aree di trappolaggio. <p>Trappole a caduta: n. 30 pitfall trap Rilevatori: 1</p>	Trappole a caduta: periodo (9 mesi), marzo-novembre.	POST OPERAM (esercizio) 1 anno (9 mesi)
Lepidotteri diurni (<i>Lepidoptera Papilionoidea e Hesperioidea</i>)	abbondanza, la distribuzione, lo stato di conservazione	<ul style="list-style-type: none"> • 5 aree di monitoraggio più 4 aree umide (stagni e fossi) con transetti di monitoraggio lunghi minimo 300 ed aree di trappolaggio. 	Ricerca a vista lungo transetti: periodo (9 mesi), marzo-novembre.	

		Ricerca a vista lungo transetti con retini entomologici Rilevatori: 1		
Coleotteri Dytiscidi <i>(Coleoptera Dytiscidae,</i> <i>Haliplidae e Noteridae)</i>	abbondanza, la distribuzione, lo stato di conservazione	<ul style="list-style-type: none"> 4 aree umide. Ricerca a vista lungo transetti con retini entomologici Rilevatori: 1	Ricerca a vista lungo transetti: periodo (9 mesi), marzo- novembre.	

4.4.3 Erpetofauna

L'obiettivo del monitoraggio è verificare la presenza di anfibi e rettili nelle zone limitrofe all'area di progetto. I principali metodi utilizzati quindi in questi casi specifici sono il Call survey (ricerca di adulti in fase acquatica mediante punti di ascolto ed intercettazione delle vocalizzazioni, sia ad orecchio nudo che con l'ausilio di un idrofono), la ricerca visiva di adulti e di giovani (VES, visual encounter survey).

Le aree da monitorare sono scelte sulla base dei seguenti criteri:

- presenza di raccolte d'acqua permanenti o temporanee idonee ad ospitare la fase riproduttiva di alcune specie di Anfibi;
- altre aree ecologicamente interessanti per entrambi i gruppi.

Raccolta dati pregressi di presenza attraverso dati bibliografici, mediante ricerche presso collezioni e banche dati (collezioni museali, collezioni private, banca dati Regione Lombardia, forum entomologici, social network, iNaturalist, GBIF, altri siti citizen science, ecc.).

Lo studio della componente si baserà su metodologie diverse e complementari che richiedono l'applicazione di protocolli standard di censimento (ISPRA) tarati sulle specifiche caratteristiche ecologiche di ciascuna specie, compatibilmente con il periodo in cui sarà svolta l'indagine (febbraio - giugno).

Va sottolineato che la maggior parte delle specie presenti nella pianura inizia l'attiva a partire da febbraio-marzo e, in qualche caso già dal mese di gennaio.

Saranno presi gli accorgimenti necessari per limitare al massimo la diffusione di agenti patogeni dannosi per gli anfibi, come il fungo *Batrachochytridium dendrobatidis* che causa la chitridiomicosi, malattia emergente in varie parti del mondo e segnalata anche in Italia.

In questo caso saranno seguiti i protocolli di comportamento in campo redatti dalla Societas Herpetologica Italica (Monitoraggio salute anfibi SHI: <http://www-3.unipv.it/webshi/conserv/monitanf.htm>).

Le informazioni saranno raccolte per mezzo di schede di campo e riportate poi in un database GIS. Si prevede di individuare circa 6 – 8 stazioni di monitoraggio e almeno 3 sessioni di monitoraggio.

Le osservazioni dirette prevedono:

Censimento a vista

Il metodo del censimento a vista, *Visual Encounter Survey* (VES), consiste nell'individuare visivamente gli animali con modalità che di norma sono stabilite in base alle caratteristiche ambientali e all'esperienza dei rilevatori.

Censimento e analisi dei girini e delle larve

Gli anfibi oggetto della presente indagine depongono le uova in acqua. I girini (nel caso degli anuri) e le larve (negli urodeli) permangono nel sito per periodi più o meno prolungati prima di ma comunque per un tempo maggiore rispetto agli adulti, i quali generalmente dopo il periodo di riproduzione si disperdono negli habitat terrestri circostanti. Malgrado le larve non siano di semplice determinazione, la loro ricerca può essere estremamente utile per verificare la presenza/assenza di talune specie particolarmente elusive allo stadio adulto.

Le osservazioni indirette prevedono il censimento delle ovature. In alternativa all'osservazione diretta degli animali vi è l'identificazione delle ovature in acqua. La ricerca delle ovature o delle singole uova (nel caso degli urodeli) viene svolta negli specchi d'acqua e presso la vegetazione acquatica presso le sponde.

Censimento al canto

Gli anfibii anuri (rane e rospi) sono fra i vertebrati che maggiormente utilizzano la comunicazione vocale. Tale metodo risulta estremamente utile nel caso di siti poco accessibili o se le condizioni dell'invaso non permettono una buona visibilità dello specchio d'acqua (p.e. torbidità dell'acqua, eccessivo sviluppo della vegetazione acquatica e riparia), poiché i richiami sono specie-specifici. Tuttavia, a parte alcune eccezioni (es. *Hyla intermedia*), il censimento al canto (call survey) può essere adottato limitatamente al periodo degli accoppiamenti.

Attrezzatura e restituzione dati

Saranno utilizzati retini e macchina fotografica e altra attrezzatura da campo.

Saranno elaborati i dati raccolti e redatte relazioni intermedie e finali comprensive di:

- Checklist delle specie, con particolare riferimento alle specie minacciate, secondo le categorie IUCN, alle entità inserite negli allegati alla Direttiva Habitat;
- punti dei rilievi georeferenziati e restituzione cartografica dei dati;
- dati pregressi, quando possibile;
- valutazione dello stato di conservazione delle specie censite e dei loro habitat, con analisi degli impatti antropogenici in fase ante operam, in opera e in fase post operam;
- documentazione fotografica di una rappresentanza delle specie indagate e degli ambienti frequentati.

Componente Anfibi		descrizione
Parametri monitorati		Presenza assenza e stato conservativo di Anfibi anuri e Anfibi Urodela e Rettili
Punti di monitoraggio materiali e metodi	di	Ante operam: 6 – 8 stazioni di monitoraggio. Post operam (esercizio dell'impianto): 6 – 8 stazioni di monitoraggio.
Durata del monitoraggio	del	Su base annuale per fase AO e PO da febbraio a maggio
Frequenza del PM		Per fase AO e PO almeno 3 sessioni di campionamento per ogni fase di monitoraggio.

4.4.4 Vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione ha diversi obiettivi:

1. valutare la copertura vegetazionale (% delle superficie del suolo coperta da vegetazione) e valutare l'eventuale erosione in atto durante la fase di esercizio dell'impianto;
2. individuare le specie esotiche invasive sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio al fine del loro controllo/eradicazione;

3. valutare l'efficacia della realizzazione delle misure di mitigazione e compensazione realizzate sia in termini ecosistemici.

Metodologia di monitoraggio

In fase ante-operam si prevede uno o più sopralluoghi su tutta l'area d'intervento e dell'area circostante nel periodo vegetativo per valutare lo stato della vegetazione presente prima degli interventi delle opere di mitigazione e compensazione. Tutte le informazioni saranno cartografate e prodotti i relativi shape file con riferimento alle specie arboree - arbustive presenti e alla percentuale di presenza di essenze alloctone.

In fase post-operam, a un anno dalla realizzazione degli interventi di mitigazione e compensazione verranno svolti specifici rilievi sempre finalizzati a fornire indicazioni operative e il controllo delle specie aliene e/o individuazione di misure correttivi per migliorare il valore ecologico delle opere e per verificare la crescita della siepe e fascia arborea-arbustiva.

I dati provenienti dai monitoraggi forniranno la base per valutare se la messa in esercizio dell'impianto comporterà una variazione delle connettività ecologica dell'area e una valutazione dei servizi ecosistemici, potendo contare su dati ante operam e post operam. Per la valutazione dei servizi ecosistemici si individueranno un set d'indicatori in relazione alle diverse tipologie ambientali.

La fotografia dell'ambiente prima della realizzazione dell'impianto fotovoltaico e quella successiva consentiranno di valutare e quantificare l'incremento o il decremento dei servizi ecosistemi. Saranno anche considerate, adattandole, le metodologie di valutazione dei servizi ecosistemici riconosciute a livello internazionale.

Attrezzatura e restituzione dati

Saranno utilizzati GPS, attrezzatura per i rilievi di campo, software per fotointerpretazione e per la produzione di cartografia e macchina fotografica e altra attrezzatura da campo.

Saranno elaborati i dati raccolti e redatte relazioni intermedie e finali comprensive di:

- Checklist di eventuali specie floristiche di pregio rilevate, e/o inserite negli allegati alla Direttiva Habitat;
- cartografica vegetazionale;
- dati pregressi, quando possibile;
- valutazione della colonizzazione delle specie alloctone ed indicazioni operative per l'attività di contenimento/eradicazione;
- documentazione fotografica.

Componente		descrizione
vegetazione		
Parametri monitorati		<ul style="list-style-type: none">• rilievo delle formazioni a siepi e boscate nell'area limitrofa alla realizzazione del progetto;• presenza di specie alloctone invasive da eradicare;• evolversi delle opere di mitigazione e compensazione;• % copertura vegetazionale nell'area di progetto
Punti di monitoraggio materiali e metodi	di –	Ante operam: rilievo della vegetazione dell'area limitrofa al sito di progetto Post operam (esercizio dell'impianto): valutazione della % di copertura di vegetazione nell'area di progetto; monitoraggio delle eventuali specie

Componente vegetazione	descrizione
	esotiche invasive che potrebbero proliferare nelle fasce boscate limitrofe; monitoraggio delle opere di mitigazione e compensazione La metodologia è quella del rilievo diretto e relativa mappatura georeferenziata.
Durata del monitoraggio	Per tutte e tre le fasi il periodo vegetativo più rilevante è da maggio a settembre. Un rilievo ante operam. Durante la fase di esercizio si prevede un impegno a scalare, per i primi 3 anni un'attività annuale, per i successivi anni con una frequenza di una volta ogni 3 anni.
Frequenza del PM	Ante operam: una sessione di monitoraggio (uno o più sopralluoghi per il rilievo fitosociologico) Cantiere: una sessione di monitoraggio con uno o più sopralluoghi Post operam (esercizio dell'impianto): almeno 3 sessioni di monitoraggio in relazione ai singoli obiettivi e monitoraggi identificati per i primi 3 anni e successivamente a scalare.

4.5 MONITORAGGIO REQUISITO D2 SECONDO LE LG MINISTERIALI PER IMPIANTI AGRIVOLTAICI.

Nel caso di impianti agrivoltaici il monitoraggio valuta la continuità dell'attività agricola nell'area sottostante gli impianti e gli effetti sui benefici concorrenti. Il Decreto Legislativo 77/2021 richiede l'installazione di un sistema di monitoraggio adeguato. Le linee guida ministeriali sugli impianti agrivoltaici richiedono che i valori devono essere monitorati e garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. Inoltre, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, è importante la misurazione della produzione di energia elettrica.

Un adeguato sistema di monitoraggio prevede di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

il recupero fertilità del suolo;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

Di seguito si forniscono le specifiche per ogni componente indagata.

Monitoraggio del risparmio idrico	Obiettivo: valutare l'uso della risorsa idrica, identificando potenziali miglioramenti nel rispetto delle normative di settore. Parametri e metodi: Misurazione dell'uso dell'acqua attraverso:
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> - monitoraggio dei volumi di acqua prelevati per auto-approvvigionamento tramite pompe, misuratori su pozzi aziendali o punti di prelievo; - utilizzo di contatori o misuratori fiscali per l'irrigazione attraverso il sistema agrivoltaico o dati disponibili nel sistema informativo SIGRIAN; - implementazione di sistemi misti di misurazione per comprendere il consumo idrico complessivo. <p>Confronto dei dati con situazioni di riferimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valutazione dei fabbisogni irrigui attuali in confronto ai valori di riferimento basati su colture simili e condizioni climatiche, utilizzando anche dati come SIGRIAN e RICA. <p>Frequenza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redazione di relazioni triennali per confrontare l'efficacia del risparmio idrico e l'ottimizzazione dell'uso dell'acqua in aree con e senza sistemi agrivoltaici.
Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	<p>Obiettivo: valutare l'efficacia dei sistemi agrivoltaici nel ripristinare la fertilità del suolo e favorire il ritorno alla produzione agricola su terreni precedentemente inattivi. Importante aspetto riguarda il recupero dei terreni non coltivati, che potrebbero essere restituiti all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dai sistemi agrivoltaici. È pertanto importante monitorare i casi in cui sia ripresa l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi 5 anni.</p> <p>Parametri e metodi:</p> <p>1. Valutazione del recupero dei terreni non coltivati: monitoraggio dell'attività agricola ripresa su superfici inattive negli ultimi 5 anni anche con con analisi microbiologica (DM MIPAF 8 luglio 2002 e ss.mm.ii).</p> <p>Monitoraggio</p> <p>Frequenza:</p> <p>Monitoraggio da svolgersi in fase ante-operam; in corso d'opera e in dismissione.</p>
Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	<p>Obiettivo: valutare la continuità dell'attività agricola all'interno dei sistemi agrivoltaici, monitorandone l'efficacia e rispettando le normative vigenti.</p> <p>Parametri e metodi:</p> <p>Redazione di una relazione tecnica annuale asseverata da un agronomo che preveda:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dati sulla resa della coltivazione.

- Valutazione del mantenimento dell'indirizzo produttivo previsto.
- Piano annuale di coltivazione che dettagliano specie coltivate, superfici destinate alle coltivazioni e condizioni di crescita delle piante.

Utilizzo del fascicolo aziendale:

- Integrazione delle informazioni nel fascicolo aziendale, obbligatorio per le imprese agricole, che ricevono contributi comunitari, con particolare attenzione al Piano di coltivazione.

Adesione alla metodologia RICA:

- Coinvolgimento delle aziende agricole nell'Indagine comunitaria RICA per raccogliere dati di monitoraggio e valutare risultati tecnici ed economici.
- Possibile elaborazione e analisi dei dati da parte del CREA, quale Agenzia di collegamento dell'Indagine RICA.