



LIO ENERGY
Rosso

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

LIO ENERGY
Rosso

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



Dati documento

Opere di mitigazione - Impianto Agrivoltaico

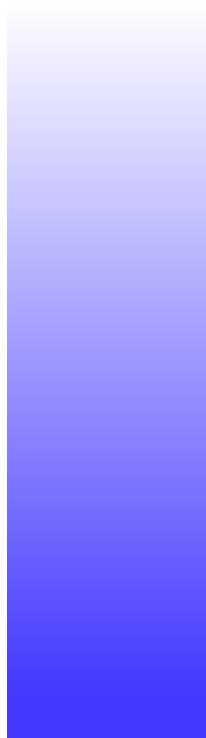
LIVELLO PROGETTO	NOME ELABORATO	FILE NATIVO	DATA
DEFINITIVO	22-040-PG-R04	22-040-SA-R04_0 Opere di mitigazione - Impianto Agrivoltaico	30/04/2025

Revisioni

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	30/04/2025	PROGETTO DEFINITIVO	IDE	SOL	LIO



OPERE DI MITIGAZIONE - IMPIANTO AGRIVOLTAICO



INDICE

1	INTRODUZIONE.....	1
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	2
2.1	UBICAZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DELL'AREA	2
2.2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E OPERE CONNESSE	4
3	SINTESI VINCOLI PAESAGGISTICI E NATURALI	8
3.1	AREE PROTETTE.....	8
3.2	RETE NATURA 2000	8
3.3	RETE ECOLOGICA.....	9
4	OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE	11
4.1	SESTO D'IMPIANTO	1
5	INDICAZIONI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE	5
5.1	MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE.....	6
6	CONSIDERAZIONI SULL'OPERA DI MITIGAZIONE	7

1 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive gli interventi di mitigazione dell'impianto agri-voltaico per la produzione elettrica da fonte rinnovabile solare di nominale pari a da installare nel Comune di Fiscaglia, località Massa Fiscaglia.

L'elaborato ha l'obiettivo di descrivere l'opera di mitigazione paesaggistica a verde e l'opera di compensazione, motivandone le scelte.

L'impianto agri-voltaico in oggetto sarà installato su aree classificate zona agricola ricadenti nel territorio del comune di Fiscaglia (FE). L'impianto FV avrà i moduli installati su strutture a terra, ovvero su apposite strutture di sostegno (Tracker) direttamente infisse nel terreno senza l'ausilio di elementi in calcestruzzo, sia prefabbricato che gettato in opera. L'impianto sarà direttamente collegato alla rete pubblica di distribuzione e trasmissione dell'energia elettrica in media tensione (grid connected) in modalità di cessione pura, ovvero l'energia prodotta dall'impianto non sarà utilizzata in loco ma totalmente immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso.

Di seguito si riportano i dati che caratterizzano l'impianto:

DATI IMPIANTO	
Superficie Area Impianto [ha]	311,6
Superficie totale del sistema agri voltaico [ha]	245,5
Superficie mitigazione [ha]	12,84
Superficie dei moduli [ha]	75,25
Potenza nominale DC complessiva [KWp]	178,12
Potenza max di immissione [KWac]	150,91
Moduli installati [n°]	234.364
N° moduli per stringa (tracker)	26
N° tracker	9.014
Tipo di struttura	Inseguitore solare (Trackers)
Distanza tra le file (pitch distance)	8 m
Potenza nominale Modulo	760 Wp
Orientamento moduli	Portrait
Numero di inverter	42

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 UBICAZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DELL'AREA

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 agrivoltaico 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.

Si riportano di seguito le coordinate geografiche dei punti perimetrali delle aree nella disponibilità della Società Proponente e l'ubicazione dei punti di rilievo sull'immagine dell'impianto



ID	Latitudine N	Longitudine E Greenwich
1	4.481.449.908	1.208.425.660
2	4.481.495.478	1.209.210.402
3	4.480.598.041	1.209.303.744
4	4.480.532.507	1.208.632.816
5	4.479.865.950	1.208.776.545
6	4.479.619.301	1.208.531.985
7	4.479.506.793	1.208.021.276
8	4.479.134.075	1.208.267.266
9	4.479.011.170	1.207.935.080
10	4.478.479.748	1.208.284.308
11	4.478.088.936	1.207.121.772
12	4.479.029.683	1.206.538.873
13	4.479.738.760	1.206.237.775
14	4.480.364.532	1.206.124.412

Figura 2. Punti di rilievo delle coordinate geografiche.

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.

2.2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E OPERE CONNESSE

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.

Voce	Descrizione
Tipo di impianto	Fotovoltaico agrivoltaico, grid-connected
Moduli fotovoltaici	Silicio monocristallino TOPCon bifacciali
Potenza per modulo	760 W
Dimensioni modulo	2384 x 1303 x 33 mm
Efficienza moduli	>20% (TOPCon monocristallino)
Vantaggi bifacciali	Maggior produzione (+10-15%), durabilità, riduzione costi BOS
Effetto Albedo	Migliora la captazione posteriore in base al tipo di superficie riflettente
Struttura di montaggio	Inseguitori solari monoassiali, acciaio zincato, senza fondazioni in calcestruzzo
Orientamento inseguitori	Est-Ovest sull'asse Nord-Sud
Tensione operativa CC	Fino a 1.500 V
Inverter	Centralizzati, alloggiati in unità PCS
Combiner Box	Max 16–20 stringhe, protezione IP65, fusibili da 20 A, montaggio su struttura dei moduli
Cabine MT	5 cabine secondarie + 1 cabina principale
Evacuazione energia	Linee A e B verso stazione elettrica satellite, elevazione da 30 kV a 132 kV
Connessione alla rete	RTN "Ravenna Canala – Porto Tolle" e Cabina Primaria Codigoro
Dispositivi protezione	di SPG, SPI e dispositivi di sezionamento nelle cabine
Durata utile dei moduli	25–30 anni

Manutenzione strutture

Semplice, simile a impianti a palo fisso

L'impianto agri-voltaico in progetto è completato da una serie di opere accessorie fondamentali per garantirne il corretto funzionamento e la sicurezza. Tra queste, vi è l'**impianto di terra ed equipotenziale**, realizzato mediante la posa interrata di una corda di rame nudo con sezione minima di 25 mm². Questa collega tutte le masse e le masse estranee presenti nel campo, assicurando la protezione degli apparati e del personale da potenziali pericoli. L'impianto è esteso anche ai sistemi di supervisione (SCADA), all'illuminazione e alla videosorveglianza, ma esclude i componenti di classe II e quelli con resistenza verso terra superiore ai limiti normativi. Nelle stazioni di trasformazione, la rete di terra è collegata a un collettore comune e a un dispersore lato media tensione, quest'ultimo realizzato con corda da 35 mm².

Per la sicurezza, l'impianto è dotato di un sistema di **videosorveglianza** che copre l'intero perimetro grazie a telecamere posizionate in modo strategico. Le immagini sono gestite dalla Control Room e trasmesse tramite fibra ottica multimodale. Le telecamere, anche del tipo dome, sono installate in corrispondenza degli accessi e delle stazioni di trasformazione e dotate di sensori di movimento per limitare il traffico di dati verso la centrale.

Il monitoraggio ambientale è garantito da una o più **stazioni meteo** installate nel campo, capaci di rilevare parametri fondamentali come velocità del vento, temperatura ambiente e dei moduli, e livello di irraggiamento. Questi dati sono trasmessi al sistema di supervisione per essere integrati nell'analisi delle prestazioni dell'impianto.

Il **sistema di supervisione** (SCADA) consente il controllo remoto e in tempo reale di tutte le componenti principali dell'impianto, come inverter, quadri elettrici e stazioni meteo. Oltre a monitorare la produzione energetica stimata e reale, e calcolare il Performance Ratio (PR), il sistema gestisce anche le immagini della videosorveglianza. La connessione tra i dispositivi avviene tramite fibra ottica in posa interrata, con transponder per la conversione dei segnali e cassette ottiche protetti dagli agenti atmosferici. Il sistema rappresenta anche il canale attraverso cui il gestore della rete (Terna) può interagire con l'impianto per modificarne i parametri o disconnetterlo in caso di necessità.

La protezione fisica dell'impianto è assicurata da una **recinzione perimetrale** realizzata senza fondazioni in calcestruzzo, ma con pali infissi nel terreno. I pali, alti tre metri, sostengono una rete metallica a maglia romboidale alta due metri, fissata con giunti metallici. All'esterno della recinzione è prevista una fascia di mitigazione paesaggistica con vegetazione, progettata per migliorare l'integrazione visiva dell'impianto nel territorio.

Infine, l'elettrodotto che collega l'impianto alla rete è costituito da una linea interrata a media tensione (30 kV), destinata a raggiungere una nuova sottostazione utente (SSE) condivisa con un altro produttore, per l'elevazione della tensione a 132 kV. Da qui, l'energia verrà convogliata verso una stazione elettrica Terna già autorizzata. I cavi dell'elettrodotto sono posati su letto di sabbia all'interno di trincee scavate, e coperti con materiali adeguati in funzione del tipo di terreno o strada attraversata. Nei tratti stradali, per garantire la futura manutenzione, i cavi sono inseriti in tubazioni ad alta resistenza. Sopra il tracciato, a

circa 30 cm di profondità, viene posato un nastro segnalatore che ne indica la presenza durante eventuali scavi futuri. L'elettrodotto, in quanto linea a 132 kV in antenna, è classificato come impianto di utenza per la connessione alla rete nazionale secondo le normative vigenti.

3 SINTESI VINCOLI PAESAGGISTICI E NATURALI

La realizzazione del progetto risulta coerente con gli strumenti di pianificazione e programmazione energetica europei e nazionali individuati, nonché con la pianificazione regionale, provinciale e intercomunale. Di seguito si analizzano sinteticamente e nello specifico i vincoli paesaggistici e naturali insistenti sull'area ampia in cui è inserito l'impianto.

3.1 AREE PROTETTE

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 la stazione del Parco denominata: 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.

3.2 RETE NATURA 2000

Il sito di progetto risulta esterno a siti Natura 2000. Di seguito vengono riportate le distanze dei Siti Rete Natura 2000 più vicini e le relative caratteristiche di biodiversità.

Nome	Tipo	Codice	Distanza
Garzaia dello zuccherificio di Codigoro e Po di Volano	ZSC-ZPS	IT4060011	Circa 2,0 km dall'impianto
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	IT4060002	Circa 10,0 km dall'impianto

Tutti i siti presentano elevato valore ecologico, con specializzazioni diverse: Codigoro e Mezzano per avifauna in contesti antropizzati/agricoli; Comacchio e Bertuzzi per la straordinaria ricchezza ornitologica e habitat umidi; Bosco della Mesola per gli ecosistemi forestali planiziali; San Giuseppe per habitat dunali relitti.

IT4060011 - Garzaia dello zuccherificio di Codigoro e Po di Volano

- **Habitat:** Nessun habitat comunitario esteso; presenti canneti e vegetazione igrofila in espansione.
- **Fauna:** Garzaia di rilevanza nazionale, soprattutto per l'Airone guardabuoi. Presenza di Tarabusino, Testuggine palustre e 5 specie ittiche d'interesse comunitario.
- **Contesto:** Area industriale dismessa con vegetazione spontanea in ricolonizzazione; sito ZPS e Oasi faunistica provinciale.

IT4060004 - Valle Bertuzzi, Valle Porticino-Cannaviè

- **Habitat:** 13 habitat comunitari (4 prioritari) su gran parte dell'area. Ambienti salmastri e dossi boscati ben conservati.
 - **Fauna:** Importante per molte specie di uccelli acquatici, inclusi Fenicotteri e Sterna zampenere; anche Testuggine palustre e 6 specie ittiche d'interesse.
 - **Contesto:** Valli salmastre estensive, scarsamente antropizzate. Parte del Parco del Delta del Po.
-

IT4060008 - Valle dei Mezzano

- **Habitat:** Solo il 2% coperto da habitat comunitari (1 prioritario); prevale ambiente agricolo con aree ripristinate.
 - **Fauna:** Rilevante per avifauna di ambienti agricoli e zone umide artificiali. Importanti popolazioni di Falco cuculo, Grillaio, Tarabusino.
 - **Contesto:** Area agricola bonificata a bassissima densità abitativa, con paesaggio agrario "surreale".
-

IT4060015 - Bosco della Mesola e complessi forestali

- **Habitat:** 16 habitat comunitari (6 prioritari), in prevalenza forestali (leccete, boschi planiziali, umidi).
 - **Fauna:** Elevata biodiversità, con 42 specie di uccelli comunitari, 2 chiroteri e 3 invertebrati comunitari; unica popolazione relitta di Cervo autoctono in Italia.
 - **Contesto:** Il bosco planiziale costiero più significativo della pianura padana. Inclusi progetti LIFE e riserve naturali.
-

IT4060012 - Dune di San Giuseppe

- **Habitat:** 7 habitat dunali e forestali (1 prioritario), su ambiente relitto retrodunale.
 - **Fauna:** Scarsa presenza di specie comunitarie. Succiacapre tra le poche nidificanti rilevanti. Alcuni chiroteri tutelati.
 - **Contesto:** Transizione tra costa e pianura coltivata, con ambienti semi-naturali in via di rinaturalizzazione.
-

IT4060002 - Valli di Comacchio

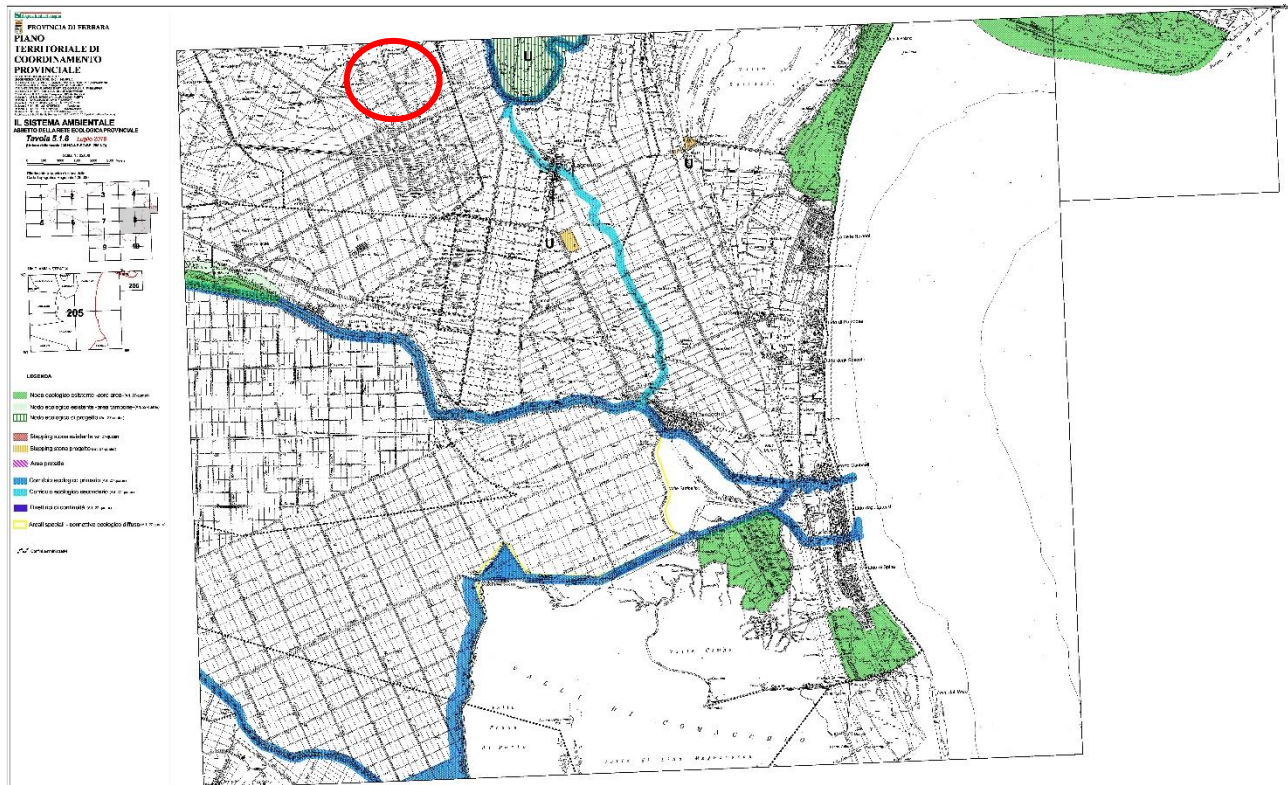
- **Habitat:** 17 habitat (4 prioritari) per il 73% dell'area. Ampie zone umide salmastre, con salicornieti e foreste ripariali.
 - **Fauna:** Sito ornitologico di importanza internazionale. Nidificazione di Spatola, Fenicottero, Sterna zampenere e altre specie rare. Oltre 20.000 uccelli acquatici svernanti.
 - **Contesto:** Il più vasto complesso vallivo salmastro dell'Emilia-Romagna. Sito Ramsar. Presenza di ex saline e aree gestite per la conservazione.
-

3.3 RETE ECOLOGICA

L'area di progetto ricade all'esterno della Rete Ecologica Regionale. L'Area di collegamento ecologico" più vicina all'impianto è quella del Po di Volano, che dista circa 1,2 km.



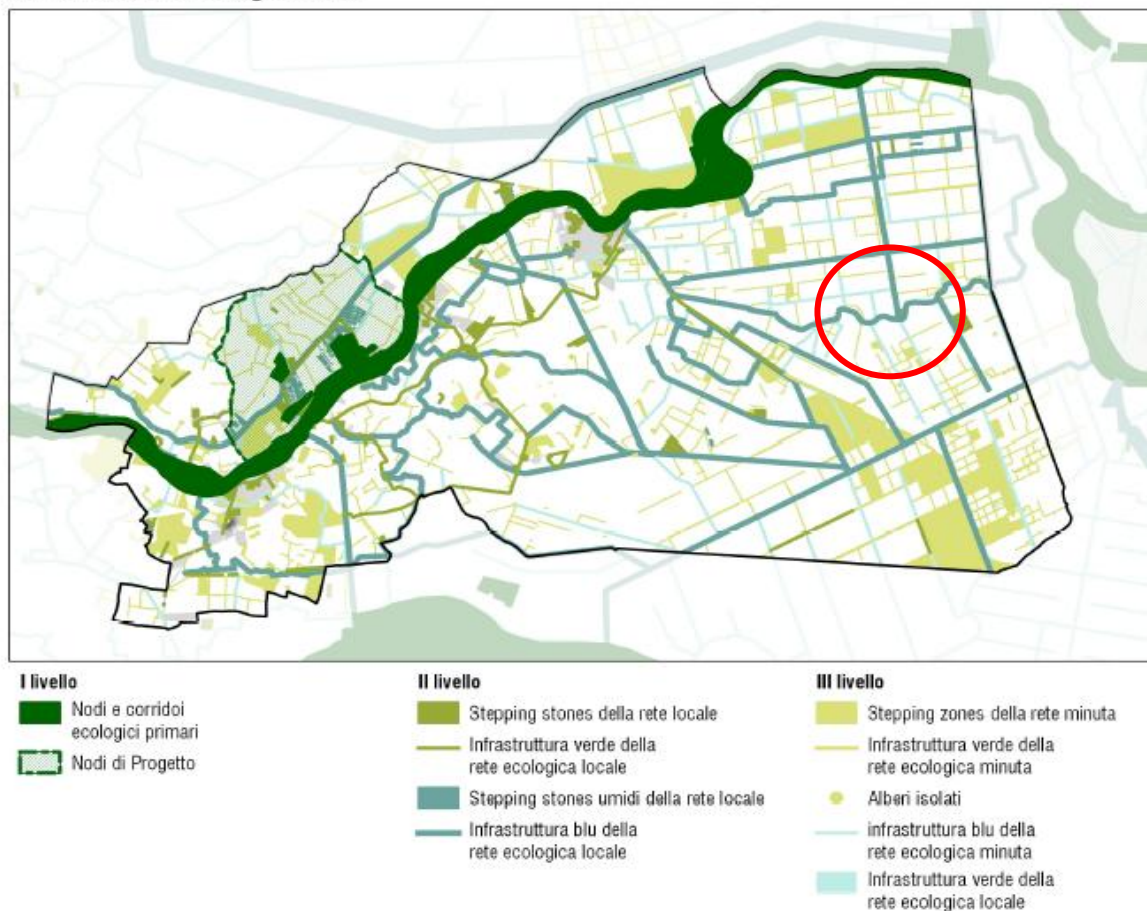
Il Sito di progetto ricade all'esterno della Rete Ecologica Provinciale. A circa 1,2 km di distanza dall'impianto si trova il corridoio ecologico primario del Po di Volano.



Secondo lo strumento di pianificazione comunale (comuni in forma associata), il PSC, il progetto ricade in aree interessate dalla presenza di:

- Infrastruttura blu della rete ecologica locale
- Infrastruttura blu della rete ecologica minuta
- Stepping zones della rete ecologica minuta
- Infrastruttura verde della rete ecologica minuta

Schema delle rete ecologica locale



Il progetto di seguito descritto intende integrarsi con la rete ecologica locale rafforzando gli elementi tutelati esistenti.

4 OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

Le opere di mitigazione proposte sono definite per:

- › mitigare la percezione visiva dell'impianto agri-voltaico nei confronti delle aree contermini, tramite schermatura dello stesso;
- › migliorare l'inserimento paesaggistico ambientale delle opere di progetto nel contesto, in sintonia con l'inquadramento pianificatorio e in ottemperanza con i vincoli paesaggistici e naturali;
- › creare connessione con il paesaggio circostante ed in particolare con gli elementi di naturalità esistenti, aumentare il numero di alberature presenti al fine di incrementare la biodiversità indispensabile all'equilibrio biologico del territorio e migliorare la connettività degli elementi della Rete ecologica provinciale e comunale e la rete Natura 2000 e rafforzare gli elementi della rete ecologica locale;
- › incrementare la funzionalità ecologica dell'habitat favorendo lo spostamento della fauna da sistemi frammentati, quali i sistemi seminativi attualmente a bassa valenza ecologica.

Per raggiungere tali obiettivi e considerato il contesto progettuale, le opere di mitigazione sono riferibili ad interventi di forestazione con specie autoctone locali. L'opera a verde prevede la messa a dimora di elementi vegetazionali lineari di connessione quali siepi esternamente all'impianto lungo gli appezzamenti agricoli, quali elementi importanti per la qualità e la produttività degli agroecosistemi e per la conservazione del paesaggio locale.

Per la scelta delle essenze arboree ed arbustive si è fatto riferimento al contesto ambientale in cui è inserito l'impianto con riferimento anche alle tipologie di habitat dei vicini Siti Natura 2000 (cfr. tavola 22-040-SA-T03_0 Rete Natura 2000 - carta Habitat). Gli habitat forestali più prossimi all'area dell'impianto sono quelli presenti nel sito ZSC-ZPS IT4060011 – "Garzaia dello zuccherificio di Codigoro e Po di Volano" che di seguito ne vengono esposte le caratteristiche:

Habitat	Caratteristiche
91F0 Foreste miste riparie di grandi fiumi a <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> e <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> o <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>)	Boschi alluvionali e ripariali misti meso-igrofilo che si sviluppano lungo le rive dei grandi fiumi, in occasione delle piene maggiori, sono soggetti a inondazione. In alcuni casi possono svilupparsi anche in aree depresse svincolati dalla dinamica fluviale. Si sviluppano su substrati alluvionali limoso-sabbiosi fini. Per il loro regime idrico sono dipendenti dal livello della falda freatica. Rappresentano il limite esterno del "territorio di pertinenza fluviale".
92A0: Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i>	Boschi ripariali a dominanza di <i>Salix</i> spp. e <i>Populus</i> spp. presenti lungo i corsi d'acqua del bacino del Mediterraneo, attribuibili alle alleanze <i>Populion albae</i> e <i>Salicion albae</i> .

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto agri-voltaico si colloca all'interno di un contesto rurale prevalentemente agrario, caratterizzato da ampie superfici dedicate a colture seminate. Il paesaggio risulta pianeggiante, con elementi vegetazionali sparsi, costituiti principalmente da alberature isolate o piccoli nuclei arborei presenti lungo le scarpate, i rilevati arginali e nelle corti coloniche.

Questo assetto testimonia un paesaggio agrario semplificato, frutto della storica bonifica e razionalizzazione della pianura padana, dove le strutture ecologiche residue sono frammentarie e la continuità paesaggistica ed ecologica risulta compromessa. In tale contesto, interventi di mitigazione e compensazione ambientale possono costituire un'importante opportunità per ristabilire connessioni ecologiche e rafforzare la qualità paesaggistica del territorio.

Sono previsti due tipologie d'intervento (cfr. Figura 3 e Tavola 22-040-SA-T04_0 Impianto Agri-voltaico - Opere di mitigazione-compensazione)

Fascia perimetrale di mitigazione (9,87 ha)

L'intervento principale consiste nella realizzazione di una fascia vegetale continua di 5 m di larghezza lungo il perimetro dell'impianto agri-voltaico. Tale fascia sarà costituita da vegetazione arbustiva plurispecifica a fitta densità, selezionata tra specie autoctone tipiche dell'ambiente padano e delle formazioni arbustive igrofile e mesofile.

Questa fascia ha una duplice funzione:

- mitigazione visiva: l'altezza e la densità della vegetazione arbustiva schermano progressivamente la vista dell'impianto dai punti sensibili del paesaggio, contribuendo all'armonizzazione con l'ambiente rurale;
- **funzione ecologica:** la vegetazione fitta fornisce habitat, riparo e risorse trofiche per avifauna, insetti impollinatori e piccoli mammiferi, aumentando la complessità ecologica del sito.

Nella tavola progettuale sono riportate due sezioni tipo dell'impianto agri-voltaico, che illustrano le differenti strategie di mitigazione paesaggistica ed ecologica adottate. La prima sezione descrive la fascia di mitigazione esterna, collocata lungo il perimetro dell'impianto, con prevalente funzione visiva e paesaggistica. Questa fascia, costituita da vegetazione arbustiva plurispecifica a sviluppo fitto, è progettata per attenuare l'impatto visivo dell'impianto fotovoltaico rispetto al contesto rurale circostante, favorendo una transizione graduale tra gli spazi coltivati e le infrastrutture tecnologiche.

La seconda sezione rappresenta invece una fascia di mitigazione interna rafforzata, collocata tra i diversi campi solari, la cui funzione prevalente è ecologica più che visiva. Questo tipo di intervento è stato pensato per incrementare la connettività ecologica interna all'area dell'impianto, facilitando la mobilità della fauna selvatica minore (insetti impollinatori, piccoli mammiferi, rettili) e creando microhabitat utili alla biodiversità. L'inserimento di queste fasce interne è stato accuratamente calibrato in modo da non interferire con i canali di scolo e le opere idrauliche esistenti, garantendo la piena accessibilità per le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria. Ogni tratto di vegetazione è stato localizzato con attenzione, evitando di ostacolare gli interventi tecnici necessari al corretto funzionamento del reticolo idrografico. Queste mitigazioni, pur avendo caratteristiche morfologiche diverse, sono parte di un'unica visione integrata: ricostruire un sistema ecologico-ambientale coerente con il paesaggio agrario padano, migliorando la resilienza dell'ecosistema e la qualità ambientale dell'intervento.

Fascia a sud (2,97 ha) a funzione di compensazione e riqualificazione paesaggistica

Ulteriormente, in adiacenza ai campi solari 4, 5 e 6, in un'area vincolata dall'art. 20 del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), si realizzerà una fascia di mitigazione e compensazione ambientale di 15 m di profondità, che si estende su 2,97 ha complessivi.

Questa fascia sarà modellata con dossi e micro-dune ispirati alla morfologia agraria storica del territorio, elementi che assumono anche un significato paesaggistico e documentale. L'inserimento di vegetazione pluri-specifica arborea e arbustiva autoctona aumenta il valore ecologico dell'area e rafforza il ruolo di connessione ecologica tra le aree agricole e le reti ecologiche esistenti.

Le specie vegetali selezionate fanno riferimento agli habitat forestali 91F0 (Foreste riparie miste planiziali) e 92A0 (Foreste alluvionali di salici), tutelati dalla Direttiva Habitat e presenti nel vicino Sito Natura 2000, contribuendo così anche a obiettivi sovralocali di conservazione della biodiversità.



Figura 3. Tavola delle opere di mitigazione e compensazione (cfr. 22-040-SA-T04_0 Impianto Agri-voltaico - Opere di mitigazione-compensazione)

4.1 SESTO D'IMPIANTO

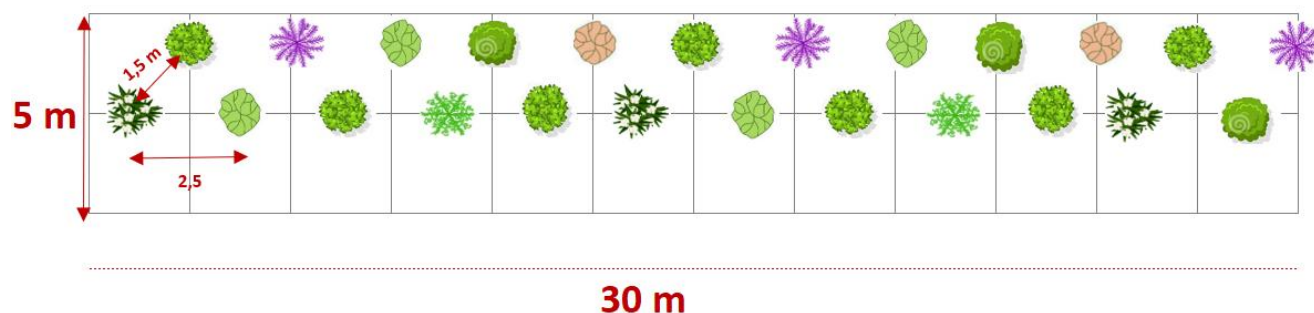
Fascia perimetrale di mitigazione (9,87 ha)

Questa fascia, larga 5 metri, è progettata con l'obiettivo di realizzare una barriera vegetale plurispecifica e strutturalmente articolata, composta da specie arbustive autoctone, sia sempreverdi che caducifoglie, che garantiscono una copertura visiva tutto l'anno, incremento della biodiversità e una progressiva naturalizzazione dell'interfaccia tra impianto agri-voltaico e paesaggio agricolo circostante.

Di seguito le caratteristiche del sesto d'impianto:

- Tipologia: doppia fila sfalsata a zig-zag (sesto triangolare irregolare)
- Distanza sul filare principale: 2,5 m
- Distanza tra le due file: 1,5 m

Le piante della seconda fila sono sfalsate rispetto alla prima, in modo da occupare gli spazi liberi tra le piante della fila principale. La disposizione crea una maglia a zig-zag, che aumenta la densità visiva della fascia anche nei primi anni di crescita. La composizione sarà costituita da specie caducifoglie autoctone, adatte a suoli planiziali e ambienti umidi, per la massima integrazione con il contesto pedoclimatico e il paesaggio agrario e specie sempreverdi autoctone o naturalizzate, per garantire copertura verde anche nella stagione invernale, fondamentale per la schermatura visiva.



legenda



Viburnum opulus L. - Pallon di maggio



Rhamnus alaternus - Alaterno (sempreverde)



Pyracantha coccinea - Agazzino (sempreverde)



Cornus sanguinea - Sanguinella



Laurus nobilis - Alloro (sempreverde)



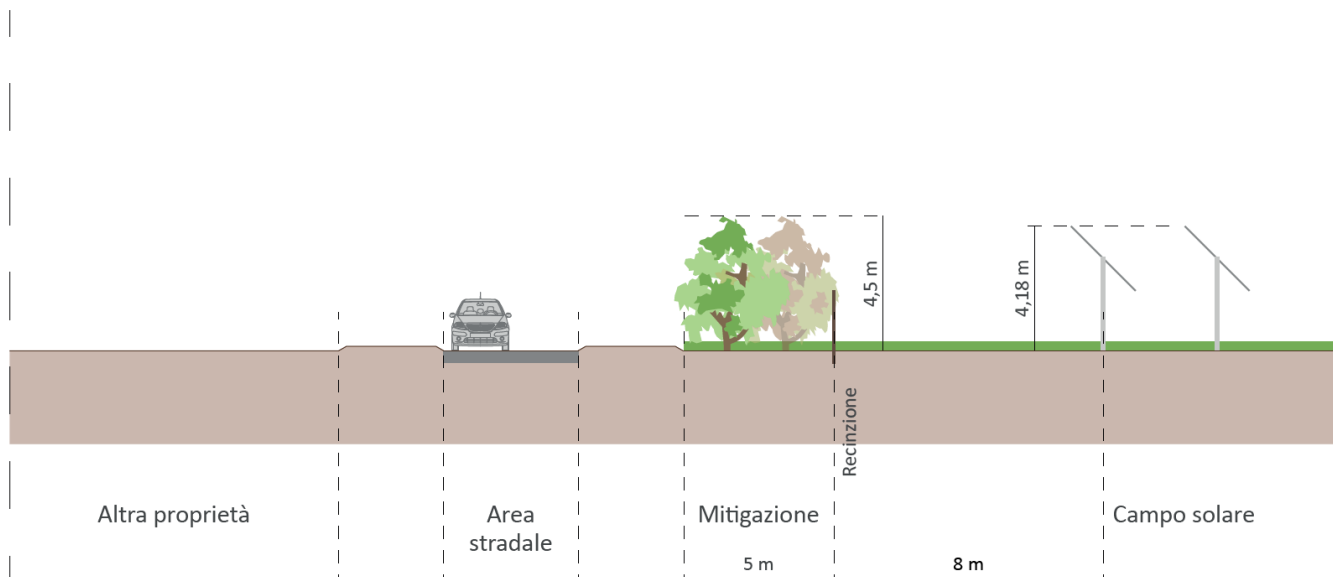
Prunus padus - Ciliegio a grappoli



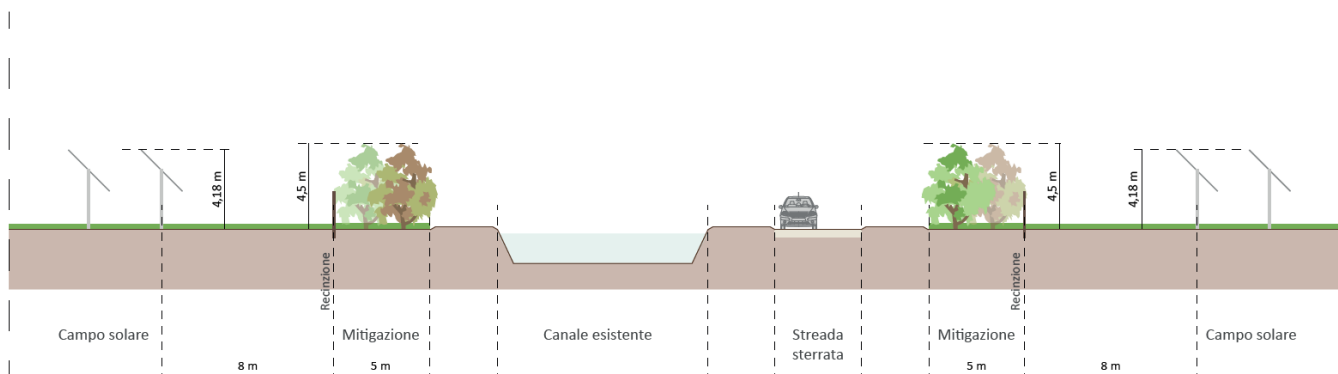
Rosa canina - Rosa selvatica

Di seguito la rappresentazione della fascia nelle due sezioni 1 e 2 (cfr. 22-040-SA-T04_0 Impianto Agri-voltaico - Opere di mitigazione-compensazione) come descritte precedentemente a **5 anni dall'impianto**.

Sezione 1



Sezione 2



Fascia a sud (2,97 ha) a funzione di compensazione e riqualificazione paesaggistica

Questa fascia si estende per una larghezza di 15 metri ed è progettata, ricordiamo, per svolgere una duplice funzione:

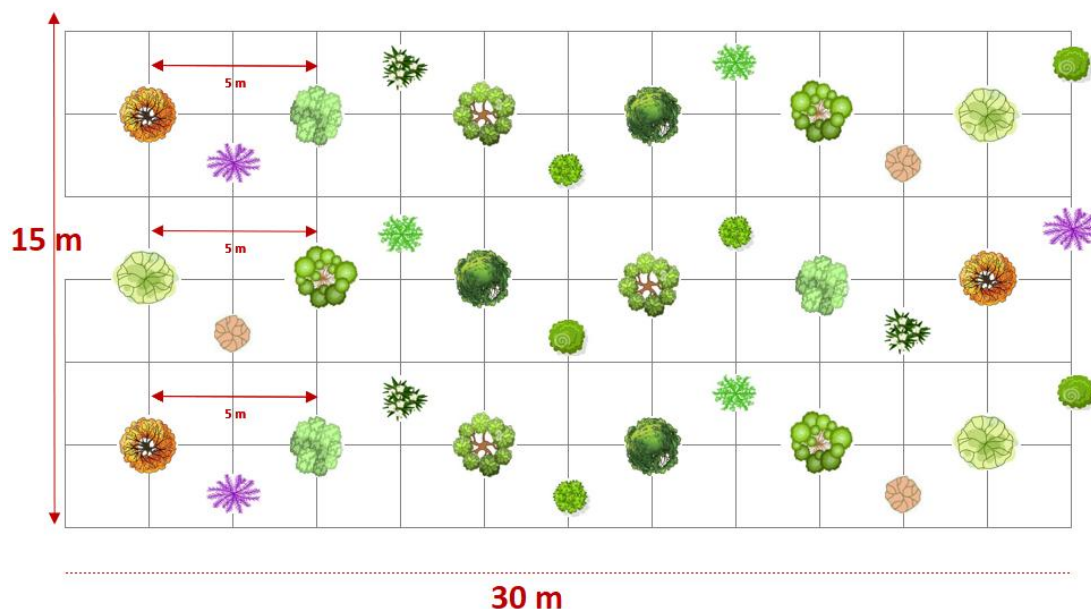
- compensazione ambientale attraverso il rafforzamento della rete ecologica locale,
- mitigazione paesaggistica strutturata, mediante l'impiego di vegetazione autoctona a stratificazione verticale (alberi + arbusti) e a composizione plurispecifica.

Di seguito la rappresentazione grafica del sesto d'impianto, che prevede una composizione a 9 filari totali:

- 3 filari alberati, disposti in posizione alternata rispetto agli arbusti
- 4 filari arbustivi, disposti a zig-zag tra i filari alberati per aumentare la densità e il valore ecologico

complessivo

Gli alberi si trovano a distanza sul filare di 5 m e tra i filari di alberi sempre a 5 m. Gli arbusti con disposizione sfalsata rispetto agli alberi, in modo da collocarsi tra due alberi successivi, sul filare intermedio. La disposizione a zig-zag forma un impianto triangolare irregolare che favorisce la copertura visiva e l'effetto siepe naturale.



legenda

Specie arboree



Acer campestre – Acero



Fraxinus angustifolia – Frassino meridionale



Ulmus minor – Olmo



Quercus robur - Farnia



Salix alba - Salice bianco



Populus alba - Pioppo bianco

Specie arbustive



Viburnum opulus L. - Pallon di maggio



Rhamnus alaternus - Alaterno (sempreverde)



Pyracantha coccinea – Agazzino (sempreverde)



Cornus sanguinea - Sanguinella



Laurus nobilis - Alloro (sempreverde)



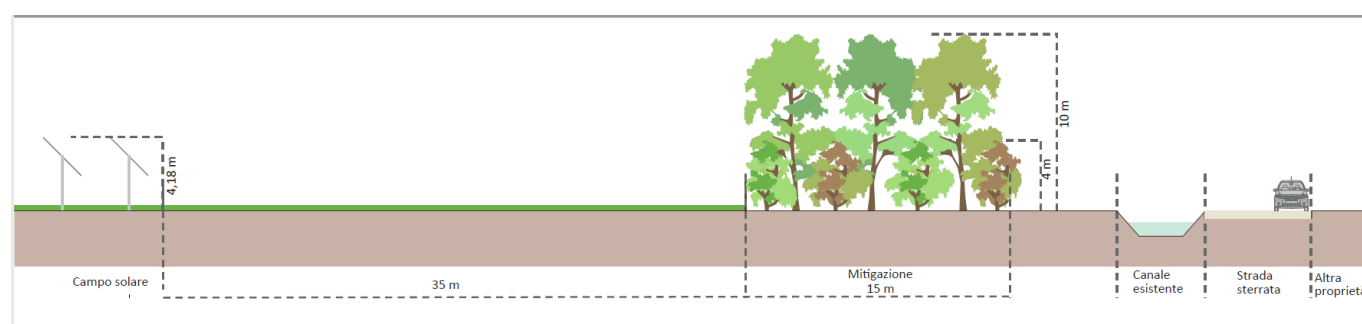
Prunus padus - Ciliegio a grappoli









Rosa canina - Rosa selvatica





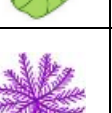
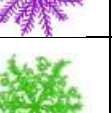
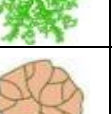
Di seguito la rappresentazione della fascia nella Sezione 3 2 (cfr. 22-040-SA-T04_0 Impianto Agri-voltaico - Opere di mitigazione-compensazione a **5 anni dall'impianto**).

Sezione 3



Il numero totale di essenze che si andranno a mettere a dimora è pari a **18.166**, suddivise in **1.188** esemplari arborei e **16.978** arbustivi. Di seguito il numero delle essenze suddiviso per specie.

Specie arboree		N.
	<i>Acer campestre</i> – Acero	198
	<i>Fraxinus angustifolia</i> – Frassino meridionale	198
	<i>Ulmus minor</i> – Olmo	198
	<i>Quercus robur</i> - Farnia	198
	<i>Salix alba</i> - Salice bianco	198
	<i>Populus alba</i> - Pioppo bianco	198
TOTALE		1.188

Specie arbustive		N.
	<i>Viburnum opulus L.</i> - Pallon di maggio	2172
	<i>Rhamnus alaternus</i> - Alaterno	4804
	<i>Laurus nobilis</i> - Alloro	198
	<i>Pyracantha coccinea</i> - Agazzino	4606
	<i>Cornus sanguinea</i> - Sanguinella	2172
	<i>Prunus padus</i> - Ciliegio a grappoli	1514
	<i>Rosa canina</i> - Rosa selvatica	1514
TOTALE		16.978

5 INDICAZIONI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE

L'impianto di specie arboree ed arbustive previste per la fascia perimetrale di mitigazione e per la compensazione sarà realizzato in corso d'opera, contemporaneamente alla cantierizzazione del progetto e sarà preservato almeno fino alla dismissione dell'impianto compatibilmente con la nuova pianificazione dell'area.

Sarà prevista una serie di operazioni preliminari alla messa a dimora delle piante finalizzate alla preparazione del substrato, quali:

- lavorazione del terreno fino alla profondità massima di 0,5 m;
- fornitura e spandimento di ammendante organico, ove ritenuto necessario;
- affinamento del letto di semina mediante le adeguate operazioni su terreno precedentemente lavorato.
- Successivamente alla realizzazione degli interventi di preparazione del terreno superficiale, si procederà alla messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive.

Il materiale vegetale dovrà essere di provenienza esclusivamente autoctona certificata.

Gli esemplari arbustivi ed arborei impiegati dovranno essere forniti in vaso o in zolla.

La messa a dimora delle piante dovrà essere eseguita nel periodo di riposo vegetativo, dalla fine dall'autunno all'inizio della primavera, evitando in ogni modo i periodi in cui le gelate risultano statisticamente più improbabili.

Durante la messa a dimora delle piante si scaveranno le buche, manualmente o con adeguato mezzo meccanico, con dimensioni che dovranno essere più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante. In generale le buche dovranno avere larghezza almeno pari a una volta e mezzo rispetto a quelle del pane di terra, e una profondità corrispondente alle dimensioni della zolla.

Terminata la piantumazione per ogni singolo esemplare arboreo ed arbustivo messo a dimora si prevede inoltre:

- › l'impiego di cannette in bambo o simili, ancorate alla piantina con un legaccio elastico, per sostegno e individuazione durante le operazioni di manutenzione;
- › l'utilizzo di dischi o telo pacciamante in materiale biodegradabile, ancorati al suolo con idonei picchetti metallici, al fine di limitare la crescita di specie erbacee infestanti e mantenere l'umidità negli strati superficiali del suolo;
- › l'impiego di "shelter" in materiale biodegradabile, al fine di evitare che gli animali possano arrecare danni e compromettere così la sopravvivenza delle piante appena messe a dimora.

Al termine delle operazioni, le piante dovranno presentarsi perfettamente verticali, non inclinate, non presentare affioramenti radicali e con il colletto ben visibile e non interrato.

5.1 MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE

Allo scopo di mantenere nel tempo l'effettiva funzionalità delle opere di mitigazione realizzate, la manutenzione degli impianti vegetazionali avrà inizio immediatamente dopo la piantumazione di ogni singola pianta e prolungarsi per almeno 5 anni.

La manutenzione è necessaria fino al completo attecchimento delle essenze e comprende le seguenti operazioni:

- irrigazione, mediante periodico controllo delle esigenze idriche delle piante, prevedendo regolari apporti idrici;
- operazioni di difesa dalla vegetazione infestante, da realizzarsi almeno 3 volte l'anno nei primi anni successivi all'impianto; tale intervento, che potrà avvenire sia manualmente che con opportuni mezzi meccanici, prevede l'eliminazione della vegetazione infestante lungo e tra le file dei nuovi impianti;
- potature di contenimento, al fine di evitare il potenziale ombreggiamento nei confronti del limitrofo impianto agrivoltaico;
- controllo degli ancoraggi e ripristino della verticalità delle piante, da effettuarsi periodicamente negli anni successivi all'impianto;
- rimozione e sostituzione fallanze, con altro materiale avente le stesse caratteristiche, da realizzarsi nei primi 5 anni al termine della stagione vegetativa;
- rimozione protezioni e strutture di ancoraggio, da realizzarsi una volta verificato il corretto affrancamento di ogni singolo esemplare messo a dimora;
- gestione senza l'impiego di fitofarmaci.

Per quanto concerne l'irrigazione, l'intervento è legato ai primi anni post-impianto per consentire la crescita degli alberi e degli arbusti fino a quando non tendono a divenire autosufficienti nell'approvvigionamento idrico.

La potatura, quale intervento che riveste un carattere di straordinarietà, dovrà essere effettuata esclusivamente per le seguenti motivazioni:

- eliminare rami secchi, lesionati o ammalati;
- per motivi di difesa fitosanitaria;
- per problemi di pubblica incolumità;
- per rimuovere elementi di ostacolo alla circolazione esterna ed interna all'impianto;

Le eventuali operazioni di potatura andranno eseguite nel periodo di stasi vegetativa, rispettando per quanto possibile la formazione naturale degli alberi, con strumenti opportunamente disinfettati e proteggendo la superficie di taglio con idonei prodotti sigillanti- disinfettanti.

In caso di potature, i residui non andranno mai lasciati al suolo, ma rimossi. Dovranno essere evitati, al fine di privilegiare la naturalità boschiva, gli interventi di capitozzatura, per non interrompere in nessun caso la crescita apicale del fusto e quelli praticati su branche aventi diametro superiore a cm 10. Fanno eccezione al divieto di cui sopra gli interventi necessari a garantire la pubblica incolumità. La recinzione dell'impianto dovrà essere realizzata con pali infissi nel terreno senza strutture continue di collegamento quali cordoli in c.a., per non ostacolare il deflusso superficiale delle acque meteoriche in eccesso e dovrà essere sollevata da terra di almeno 20 cm, su tutto il perimetro, per consentire il passaggio della piccola fauna vertebrata, come indicato in progetto.

Saranno prese idonee modalità di gestione per il rischio rappresentato dalla presenza e dallo sviluppo di specie esotiche. Saranno inoltre messe in atto le misure di prevenzione dei rischi dovuti all'introduzione e alla diffusione degli organismi nocivi delle piante da quarantena prioritari di cui al Regolamento (UE) 2019/1702 e in particolare per gli insetti *Popillia japonica* e *Anoplophora glabripennis*.

6 CONSIDERAZIONI SULL'OPERA DI MITIGAZIONE

L'intervento di mitigazione e compensazione previsto nell'ambito della realizzazione dell'impianto agrivoltaico nel comune di Massa Fiscaglia prevede complessivamente la messa a dimora di 1.188 esemplari arborei e 16.978 esemplari arbustivi, appartenenti a specie autoctone locali, sia sempreverdi sia caducifoglie, selezionate per garantire resilienza ecologica, adattabilità climatica e coerenza con gli habitat naturali e seminaturali del contesto territoriale di riferimento.

Sebbene la suddivisione delle specie sia stata definita nella fase preliminare, è previsto che tale composizione possa essere oggetto di aggiornamenti in sede di progettazione esecutiva, sulla base delle indicazioni emerse durante l'iter autorizzativo, con particolare attenzione alle prescrizioni degli enti competenti e alle condizioni ecologiche riscontrate in situ.

Oltre all'evidente finalità paesaggistica, l'intervento a verde svolge un importante ruolo multi-funzionale, contribuendo in modo significativo all'erogazione di servizi ecosistemici essenziali per il benessere ambientale e climatico del territorio. Tra le principali funzioni garantite dalla nuova copertura vegetale si annoverano:

Sequestro del carbonio e riduzione della CO₂ atmosferica

Le piante messe a dimora sono in grado di assorbire anidride carbonica dall'atmosfera attraverso la fotosintesi, contribuendo così alla mitigazione dei cambiamenti climatici. La CO₂ viene stoccata in diverse componenti ecosistemiche, suddivise in cinque serbatoi principali, come individuato dall'**IPCC (2003)**:

- biomassa epigea (fuori terra): fusti, rami, foglie, corteccia.
- biomassa ipogea (sottoterra): radici principali e strutturali.
- legno morto: piante cadute o non vitali ancora in piedi, ma capaci di trattenere carbonio.
- lettiera: residui organici in fase di decomposizione, che arricchiscono il suolo.
- carbonio organico del suolo: componente stabile che contribuisce alla fertilità e alla capacità di stoccaggio del carbonio in profondità.

La capacità di stoccaggio di carbonio da parte degli ecosistemi vegetali è fondamentale per contrastare l'accumulo di gas serra in atmosfera e per fornire un beneficio climatico persistente.

Miglioramento della qualità dell'aria

Oltre all'assorbimento di CO₂, gli alberi e gli arbusti hanno la capacità di intercettare e trattenere le polveri sottili (PM10, PM2.5) e altri inquinanti atmosferici come ozono (O₃), biossido di azoto (NO₂) e anidride solforosa (SO₂). Questo avviene grazie alla superficie fogliare, che agisce come un vero e proprio filtro naturale, migliorando sensibilmente la qualità dell'aria, soprattutto in ambiti agricoli e periurbani.

Mitigazione microclimatica

Le fasce arboree e arbustive contribuiscono alla regolazione del microclima locale, grazie all'ombreggiamento, alla traspirazione fogliare e all'effetto di riduzione della radiazione riflessa. Tali effetti favoriscono l'abbassamento delle temperature estive e la riduzione dell'evapotraspirazione dai suoli agricoli, con benefici anche per le colture presenti all'interno dell'agrosistema.

Contrasto al rischio idrogeologico

Le nuove piantumazioni favoriscono il miglioramento della capacità di infiltrazione dei suoli e la stabilizzazione delle scarpate in prossimità di strade e canali, contribuendo a ridurre il deflusso superficiale e a contenere fenomeni erosivi, soprattutto nelle zone di bordo o prossime ai canali di bonifica. La presenza di vegetazione arborea e arbustiva agisce anche come filtro biologico per le acque meteoriche.

Rafforzamento della rete ecologica

L'intervento assume una valenza strategica per la **connessione ecologica** tra frammenti di habitat residui, in coerenza con gli obiettivi della Rete Ecologica dei diversi livelli. Le specie selezionate fanno infatti riferimento agli habitat forestali 91F0 (foreste di pianura a querce) e 92A0 (boschi umidi planiziali), tipici del **vicino sito Natura 2000**, contribuendo così alla conservazione della biodiversità e alla riqualificazione funzionale del paesaggio agricolo.

Incremento di habitat per la fauna selvatica

L'inserimento di elementi arborei e arbustivi diversificati crea **microhabitat eterogenei** che favoriscono la presenza e la riproduzione di numerose specie faunistiche, in particolare insetti impollinatori (Apoidei), uccelli, micromammiferi e rettili. La diversificazione verticale e orizzontale della vegetazione fornisce rifugi, risorse trofiche e corridoi di spostamento essenziali per la fauna selvatica.

L'intervento di messa a dimora di oltre 18.000 esemplari vegetali non rappresenta un mero adempimento

compensativo, bensì una **azione concreta di riqualificazione ambientale, paesaggistica ed ecologica**, capace di produrre benefici duraturi e misurabili per il territorio. In un contesto agricolo ad alta intensità e frammentazione ecologica, tale opera contribuisce in modo significativo alla **ricostruzione di un equilibrio tra produzione, conservazione della natura e servizi ecosistemici a favore della collettività**.