



VSE

VSE S.r.l.

PIAZZALE CADORNA N. 14 - MILANO (MI)

C.F. 02607460223 e P.IVA 13156270962

REA MI - 2615671

Regione Emilia - Romagna

Comuni di Monticelli d'Ongina e San Pietro in Cerro

Provincia di Piacenza

AUTORIZZAZIONE UNICA

Titolo:

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

"MONTICELLI D'ONGINA"

Oggetto:

RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA

Codifica Elaborato:

RV

04

Impresa/Studio di progettazione:



Servizi Integrati Gestionali Ambientali srl
Circonvallazione Piazza D'Armi, 130 48122
Ravenna (RA)
C.F. e P.I. 01465700399

Progettista:

Dott. Agr. Alberto Brighenti



Latitudine: 45,060661°

Longitudine: 9,921256°

Cod. File:

[RV.04_MONTICELLI_D'ONGINA_PD_00.pdf]

Scala:

-

Formato:

A4

Codice:

PD

Rev.:

00

| Rev. | Data | Descrizione revisione: | Redatto: | Controllato: | Approvato: |
|------|---------|--|-------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 0 | 09/2024 | Prima emissione | Dott. Alberto Brighenti | Dott. Geol. Michela Lavagnoli | Ing. Viviana Masucci |
| 1 | 04/2025 | Revisione a seguito di richiesta di integrazioni | Dott. Alberto Brighenti | Dott. Geol. Michela Lavagnoli | Ing. Viviana Masucci |
| 2 | mm/aaaa | | | | |

INDICE

| | |
|--|-----------|
| PREMESSA | 2 |
| 1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO..... | 3 |
| 1.1 Il Green Deal europeo | 3 |
| 1.2 "Farm to Fork" | 4 |
| 1.3 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) | 4 |
| 1.4 Politica Agricola Comunitaria (PAC 2023-2027)..... | 5 |
| 1.4.1 Pagamenti diretti | 5 |
| 1.4.2 Piano di Sviluppo Rurale (PSR 2023-2027)..... | 7 |
| 2 INQUADRAMENTO PEDOAGRONOMICO..... | 8 |
| 2.1 Tipologia di suolo | 8 |
| 2.2 Carbonio organico..... | 12 |
| 2.3 Capacità d'uso del suolo..... | 15 |
| 3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGROVOLTAICO | 17 |
| 3.1 Il campo agrivoltaico | 17 |
| 3.2 Descrizione situazione attuale | 23 |
| 3.3 Inquadramento dell'area d'intervento | 30 |
| 4 POTENZIALITÀ PRODUTTIVA DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO..... | 37 |
| 4.1 Radiazione solare e ombreggiamento | 37 |
| 4.2 Temperatura | 38 |
| 4.3 Evapotraspirazione | 39 |
| 4.4 Potenziali effetti microclimatici del sistema in esame | 40 |
| 5 GESTIONE DELLA COMPONENTE AGRICOLA | 42 |
| 5.1 Normative e Linee guida in materia di impianti Agrivoltaici | 42 |
| 5.2 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici | 42 |
| 5.3 Valutazione del Requisito A) occupazione del suolo e definizione di Agrovoltaco | 43 |
| 5.3.1 A.1) Superficie minima coltivata..... | 46 |
| 5.3.2 A.2) LAOR: Land Area Occupation Ratio | 46 |
| 5.4 Valutazione del REQUISITO B: garantire la produzione di energia elettrica e prodotti agricoli | 48 |
| 5.4.1 Requisito B.1) - Continuità dell'attività agricola..... | 48 |
| 5.4.1.1 Situazione ante-intervento..... | 48 |
| 5.4.1.2 Previsione post-intervento..... | 55 |
| 5.4.1.3 Valutazione economica post-intervento | 59 |
| 5.4.1.4 Confronto tra resa agronomica ante-intervento e post-intervento | 62 |
| 5.4.2 Requisito B.2) - Producibilità elettrica minima | 65 |
| 5.5 Valutazione del REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra | 69 |
| 5.6 Valutazione del REQUISITO D: sistemi di monitoraggio | 70 |
| 5.6.1 D1) Il risparmio idrico | 70 |
| 5.6.2 D2) La continuità dell'attività agricola | 73 |
| 5.7 Valutazione del REQUISITO E: sistemi di monitoraggio | 73 |
| 5.7.1 E.1) Il recupero della fertilità del suolo | 74 |
| 5.7.2 E.2) Il microclima..... | 74 |
| 5.7.3 E.3) La resilienza ai cambiamenti climatici | 75 |
| 5.8 Verifica sintetica dei requisiti dell'impianto agrivoltaico di Monticelli d'Ongina..... | 76 |
| 6 REALIZZAZIONE E GESTIONE DELLE COLTURE PROPOSTE | 77 |
| 6.1 Gestione del prato di erba medica..... | 77 |
| 6.1.1 Caratteristiche biologiche dell'erba medica | 77 |
| 6.1.2 Semina | 77 |
| 6.1.3 Concimazione | 78 |
| 6.1.4 Fienagione | 80 |
| 6.2 Gestione del frumento | 83 |
| 7 ANALISI MULTICRITERIO | 88 |
| 8 MITIGAZIONI AMBIENTALI..... | 90 |
| 8.1 Composizione della barriera mitigativa..... | 90 |
| 8.2 Gestione della barriera mitigativa | 90 |
| 9 CONCLUSIONI..... | 91 |
| 10 BIBLIOGRAFIA..... | 93 |

PREMESSA

Le problematiche connesse al cambiamento climatico determineranno impatti sociali, economici e ambientali rilevanti in ogni parte del mondo; queste potranno essere arginate solo puntando a fare delle fonti rinnovabili il centro di un sistema energetico che aspiri alla decarbonizzazione entro il 2050 (Green Deal).

Gli equilibri geopolitici mondiali, con l'insorgere della guerra tra Ucraina e Russia, hanno mostrato i punti di debolezza del modello energetico europeo e l'Italia in particolar modo sta accusando il colpo della crisi energetica. La motivazione va ricercata nella dipendenza dal gas naturale, dall'assenza di un modello di sfruttamento nucleare e dalla lentezza – condivisa in realtà con altri Stati Ue – nel passaggio alle energie rinnovabili.

Nonostante l'importante contributo che i sistemi fotovoltaici possono dare per incrementare la disponibilità di energie rinnovabili, l'utilizzo di terreni agrari per l'installazione di pannelli fotovoltaici è generalmente ritenuta inopportuna in termini di consumo del suolo, di impatto sul territorio e di competizione con la produzione primaria. Negli ultimi anni sono stati però introdotti dei nuovi sistemi, detti agro-voltaici, che permettono di accoppiare la produzione di energia fotovoltaica con la produzione agricola (*energy & crop*), mantenendo la potenzialità produttiva agricola del territorio.

Nel peculiare contesto agricolo italiano, caratterizzato da forti pressioni ambientali e dalla necessità di far coesistere diverse funzioni (produzione agricola, paesaggio, assetto idrogeologico, servizi ambientali e ricreativi), è auspicabile e necessario che il sistema agri-voltaico sia in grado di fornire anche servizi ecologici che avvantaggino la stessa conduzione agricola aziendale sia in ottica di miglioramento anche qualitativo delle sue produzioni (ad esempio l'impollinazione o la lotta a infestanti), che in un'ottica di aumentare la permeabilità ecologica del sistema agro fotovoltaico (valutare alberature, siepi, recinzioni), finalizzato alla realizzazione di un agroecosistema complesso e stabile.

L'integrazione agrivoltaica inoltre può rivelarsi alleata nei processi di innovazione aziendale volti a cogliere le opportunità delle tecniche agricole conservative, dell'agricoltura di precisione, della conversione a biologico e dell'adesione a disciplinari di qualità (es. latte-fieno, razze autoctone, denominazioni d'origine, certificazioni ambientali, ecc.).

1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

1.1 Il Green Deal europeo

A fine dicembre 2019 la Commissione ha presentato “Il Green Deal europeo”, una tabella di marcia per rendere sostenibile l'economia dell'UE che include un pacchetto di iniziative strategiche che mirano ad avviare l'UE sulla strada di una transizione verde, con l'obiettivo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Il primo importante traguardo di questo percorso ambizioso sarà una riduzione delle emissioni del 55% entro il 2030. Il decennio appena avviato sarà decisivo.

Il Green Deal europeo rappresenta la volontà dell'UE di promuovere azioni per stimolare l'uso efficiente delle risorse, grazie al passaggio a un'economia circolare e pulita, mettere fine alla perdita di biodiversità, ridurre l'inquinamento e, in particolare, stimolare azioni contro i cambiamenti climatici.

Il Green Deal europeo indica la strada da seguire per realizzare questa profonda trasformazione in tutti i settori dell'economia: i trasporti, l'edilizia, l'agricoltura e la produzione di energia, sono responsabili di una percentuale significativa delle emissioni di gas a effetto serra. Altri, come quello finanziario, avranno il ruolo di indirizzare i capitali privati verso investimenti più sostenibili.

Per realizzare il Green Deal, la Commissione ha definito una tabella di marcia iniziale, per l'adozione di una serie di proposte per trasformare le politiche dell'UE, articolata nei seguenti elementi:

- rendere più ambiziosi gli obiettivi dell'UE in materia di clima per il 2030 e il 2050;
- garantire l'approvvigionamento di energia pulita, economica e sicura;
- mobilitare l'industria per un'economia pulita e circolare;
- costruire e ristrutturare in modo efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse;
- accelerare la transizione verso una mobilità sostenibile e intelligente;
- “*From Farm to Fork*”: progettare un sistema alimentare giusto, sano e rispettoso dell'ambiente;
- preservare e ripristinare gli ecosistemi e la biodiversità;
- obiettivo “inquinamento zero” per un ambiente privo di sostanze tossiche;
- obiettivi trasversali: stimolare la ricerca e l'innovazione, finanziare la transizione e “non lasciare indietro nessuno”.

Per raggiungere questi obiettivi è fondamentale attribuire maggiore importanza alla protezione, al ripristino degli ecosistemi e all'uso efficiente delle risorse, attraverso strategie comunitarie e nazionali coerenti con le indicazioni stabilite dal Green Deal.

Il Green Deal europeo è quindi un insieme di strategie volte a raggiungere determinati obiettivi di sostenibilità e, poiché interessa la gran parte dei settori produttivi della società, ha dato origine a molteplici iniziative tra cui:

- Pacchetto “*Fit for 55%*” (ovvero “pronti per il 55%”): mira a tradurre in normative le ambizioni del Patto Verde europeo. Questo pacchetto comprende una molteplicità di linee di intervento con le quali si cerca di veicolare il passaggio ad una società a ridotte emissioni di CO₂, dalla proposta di revisione del sistema di scambio di emissioni dell'UE (EU ETS 2) alla revisione del regolamento LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*), con il quale si vogliono equilibrare le emissioni di CO₂ con gli assorbimenti da parte delle foreste e del suolo (secondo il principio “no-debit rule”);
- Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici: delinea una visione a lungo termine per la realizzazione di una società resiliente e preparata agli impatti dei cambiamenti climatici. Si basa sulla raccolta dei dati e sulla creazione di soluzioni innovative focalizzate sulla protezione degli ecosistemi;
- Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030: l'Unione Europea intende recuperare la biodiversità nel continente entro il 2030. Le azioni previste sono tre: l'estensione delle superfici protette, il ripristino degli

ecosistemi degradati attraverso la riduzione dell'uso degli agrofarmaci più pericolosi per l'ambiente e l'attribuzione di maggiori fondi alle iniziative in questo senso;

- Energia pulita, economica e sicura: l'approvvigionamento di energia è una delle principali fonti di emissioni dell'UE. La Commissione intende quindi intervenire in questo senso sostenendo lo sviluppo di sistemi per la produzione di energia rinnovabile. Inoltre, si vuole rendere più efficiente il trasporto e l'uso di energia attraverso "un'ondata di ristrutturazioni" delle infrastrutture;
- Strategia dell'UE in materia di sostanze chimiche sostenibili: l'UE intende avviare delle iniziative per proteggere la salute umana e l'ambiente dai possibili effetti tossici delle sostanze chimiche, intervenendo anche sul modo in cui esse vengono prodotte a livello industriale;
- Strategia "dal produttore al consumatore" (dall'inglese "Farm to Fork"): è una strategia rivolta esclusivamente al settore agroalimentare

1.2 "Farm to Fork"

Il programma ha come obiettivo che la filiera agroalimentare abbia un impatto neutro o positivo sull'ambiente, contribuendo a preservare le risorse naturali e gli ecosistemi, producendo al contempo alimenti di qualità che siano accessibili dal punto di vista economico. La strategia indica diverse modalità per raggiungere questi obiettivi:

- Riduzione del 50% dei rischi derivanti dall'uso di agrofarmaci in agricoltura (generalmente conosciute come esternalità negative come l'inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria, la perdita di biodiversità e l'effetto non-target degli agrofarmaci) e dimezzamento delle quantità impiegate entro il 2030, poiché l'uso improprio di queste sostanze è spesso alla base dei problemi di inquinamento e di perdita della biodiversità;
- Riduzione delle perdite di nutrienti, in particolare di fosforo e azoto, del 50%, anche tramite un calo del 20% del loro impiego, entro il 2030. In questo senso l'Unione Europea intende promuovere la gestione integrata dei nutrienti basata su tecniche di agricoltura di precisione;
- Ridurre l'impatto degli allevamenti sul clima e sull'ambiente, attraverso la gestione corretta dei reflui, e promuovendo la produzione di mangimi innovativi, come quelli con particolari additivi per la riduzione delle emissioni di metano dalla fermentazione enterica dei ruminanti, e di origine europea, in modo da diminuire anche la dipendenza del comparto dalle importazioni da paesi extra-UE;
- La resistenza agli antibiotici è una delle problematiche più pressanti che si stanno affermando nel settore zootecnico. La nuova PAC destina una parte consistente del budget degli eco-schemi all'ECO1, relativo alla compensazione degli eventuali maggiori costi di produzione degli allevamenti che impiegano minori quantità di antimicrobici, così da facilitare il passaggio ad una zootecnia più sostenibile e che tuteli maggiormente il benessere degli animali;
- Le superfici coltivate con il metodo biologico devono raggiungere il 25% della SAU entro il 2030. L'agricoltura biologica, infatti, contribuisce a preservare la biodiversità e incrementare il valore economico dei prodotti agricoli. Tuttavia, al 2020 solo il 9.08% della SAU europea era coltivata con questo metodo (15,96% in Italia).

1.3 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) è il programma con cui il governo intende gestire i fondi del *Next Generation EU*, ovvero lo strumento di ripresa e rilancio economico introdotto dall'Unione europea per risanare le perdite causate dalla pandemia.

Il programma si sviluppa in 7 Missioni, suddivise in 17 Componenti, a loro volta suddivise in investimenti e riforme settoriali funzionali alla realizzazione degli obiettivi economico-sociali definiti nella strategia del Governo.

La Missione 2 riguarda la, "Rivoluzione verde e transizione ecologica", ed è quella dove il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica svolge il maggior numero di attività. La Missione si prefigge di colmare le lacune strutturali che ostacolano il raggiungimento di un nuovo e migliore equilibrio fra natura, sistemi alimentari, biodiversità e circolarità delle risorse, in linea con gli obiettivi del Piano d'azione per l'economia circolare varato dall'Unione europea.

La Missione è articolata in quattro componenti, ognuna delle quali, a sua volta, contiene una serie di investimenti e riforme. La Componente 2 (M2C2) prevede interventi su energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile, tra i vari rientra anche lo sviluppo dell'agro-voltaico.

Con il DM 22 dicembre 2023, n. 436 il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) ha dato il via al percorso che incentiva con circa 1,1 miliardi di euro gli impianti agrivoltaici innovativi, per realizzare una potenza complessiva pari almeno a 1,04 GW e una produzione indicativa di almeno 1.300 GWh/anno.

I prossimi step prevedono la pubblicazione di un decreto con le regole operative per l'accesso agli incentivi, approvate su proposte del Gse che successivamente emanerà il primo avviso pubblico, con calendario, per partecipare alle procedure competitive.

1.4 Politica Agricola Comunitaria (PAC 2023-2027)

Per consolidare il ruolo dell'agricoltura europea nel futuro, la PAC si è evoluta nel corso degli anni per adattarsi alle mutevoli circostanze economiche e alle esigenze e necessità dei cittadini.

La PAC 2023-2027 è entrata in vigore il 1° gennaio 2023. Il sostegno agli agricoltori e ai portatori di interessi rurali nei 27 paesi dell'UE si basa sul quadro giuridico della PAC 2023-2027 e sulle scelte specificate nei piani strategici della PAC, approvati dalla Commissione. I piani approvati sono concepiti per fornire un contributo significativo alle ambizioni del Green Deal europeo, della strategia "*Farm to fork*" e della strategia sulla biodiversità.

Le incertezze commerciali e l'impatto ambientale dell'agricoltura giustificano il ruolo significativo svolto dal settore pubblico per i nostri agricoltori. La PAC interviene in vari modi:

- Fornendo sostegno al reddito attraverso **Pagamenti Diretti** che garantisce la stabilità dei redditi e ricompensa gli agricoltori per un'agricoltura rispettosa dell'ambiente e la fornitura di servizi pubblici normalmente non pagati dai mercati, come la cura dello spazio rurale;
- Adottando Organizzazioni Comuni di Mercato (**OCM**) per far fronte a congiunture difficili, come un improvviso calo della domanda per timori sanitari o una contrazione dei prezzi a seguito di una temporanea eccedenza di prodotti sul mercato;
- Mettendo in atto misure di sviluppo rurale (**PSR**) con programmi nazionali e regionali per rispondere alle esigenze e alle sfide specifiche delle zone rurali.

1.4.1 Pagamenti diretti

La nuova PAC, entrata in vigore il primo gennaio 2023, ha una forte impronta ambientale. L'obiettivo generale 2 - Ambiente e Clima pone come priorità della nuova Pac quella di rendere il settore primario più sostenibile. Ciò significa contrastare i cambiamenti climatici, tutelare l'ambiente, conservare i paesaggi e la biodiversità.

L'impronta green è ravvisabile ad esempio nella condizionalità rafforzata, il prerequisito per accedere al pagamento base, ma soprattutto nei regimi per il clima e l'ambiente, conosciuti come Ecoschemi.

I pagamenti diretti per il sostegno al reddito, conosciuti anche come Primo Pilastro della PAC, sono suddivisi in cinque interventi:

1. Sostegno al reddito di base (48% delle risorse);
2. Ecoschemi (25% delle risorse);
3. Pagamento accoppiato (15% delle risorse);
4. Sostegno redistributivo al reddito (10% delle risorse);
5. Sostegno ai giovani agricoltori (2% delle risorse).

In questo modo si è resa la distribuzione delle risorse molto più selettiva e soprattutto legata al rispetto di precisi impegni, molti dei quali di natura ambientale. Sarà dunque più difficile ottenere i fondi e saranno premiate le aziende agricole più sostenibili.

Un esempio di questa tendenza si può vedere nell'applicazione dell'**Ecoschema n. 4 - "Sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento"** che si applica alle superfici a seminativo in avvicendamento (110 euro/ha che diventano 132 euro/ha nelle aree Natura 2000 e ZVN). L'avvicendamento colturale rappresenta uno strumento fondamentale per preservare la fertilità dei suoli e la biodiversità, nonché per ridurre lo sviluppo di infestanti e l'insorgenza dei patogeni. Inoltre, le colture leguminose in particolare, previste in avvicendamento, favoriscono l'apporto di matrici organiche al suolo e per effetto dell'azione azoto-fissatrice simbiotica consentono di ridurre l'utilizzo di fertilizzanti (azotati).

Anche l'impegno dell'interramento dei residui, previsto nell'eco-schema, determina un incremento della sostanza organica nel suolo e favorisce l'attività e la biodiversità microbica all'interno di esso. Rispondono agli impegni previsti dall'eco-schema sia le colture principali sia quelle di secondo raccolto.

In questo contesto vanno rispettati i seguenti impegni:

- IM01 - Assicurare l'avvicendamento almeno biennale sulla stessa superficie inserendo nel ciclo di rotazione una coltura miglioratrice, come leguminose e foraggiere o colture da rinnovo;
- IM02 – Per le colture leguminose e foraggiere non è consentito l'uso di diserbanti chimici o altri prodotti fitosanitari nel corso dell'anno; per le colture da rinnovo è consentito esclusivamente l'uso della tecnica della difesa integrata (volontari) o della produzione biologica (solo per difesa fitosanitaria);
- IM03 – Interramento dei residui di tutte le colture in avvicendamento. Aziende che adottano tecniche di agricoltura conservativa (No tillage NT, Minimum tillage MT, Strip tillage ST), raggiungono ipso facto i medesimi obiettivi.

Questi impegni sono ribaditi anche dalla Condizionalità che rappresenta quell'insieme di obblighi - norme BCAA e criteri CGO - che devono essere rispettati dai beneficiari, come condizione di base per poter accedere ai pagamenti sul Primo Pilastro e agli aiuti previsti dagli interventi agro-climatico-ambientali dello Sviluppo rurale. Le principali novità introdotte da questa riforma della PAC sulla condizionalità riguardano il suo "rafforzamento" attraverso l'introduzione di nuovi criteri di gestione obbligatori (CGO 1 e CGO 8), di nuove norme relative alle buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA 2 e BCAA 7) e l'assorbimento di parte del Greening della PAC 2014-2022 (BCAA 1, BCAA 8, BCAA 9).

Dal complesso di norme è evidente come emerga l'importanza del divieto della mono successione a favore della rotazione colturale, il ruolo ecologico del riposo colturale, dei prati permanenti e delle colture foraggiere (in particolare l'erba medica); lo stesso dicasi per le infrastrutture a verde a scopi non produttivi (siepi e filari alberati e l'utilizzo di sistemi di coltivazione che adottino sistemi di meccanizzazione all'avanguardia.

1.4.2 Piano di Sviluppo Rurale (PSR 2023-2027)

Il PSR 2023/2027 conosciuto anche come Secondo Pilastro della PAC è lo strumento normativo mediante il quale vengono concretamente sostenuti sul territorio (attraverso fondi UE, nazionali e regionali) gli investimenti delle imprese agricole orientandole di fatto verso il raggiungimento degli obiettivi strategici.

I nuovi obiettivi del PSR convergono verso l'introduzione di cambiamenti strutturali nelle zone rurali, in linea con il Green Deal europeo, per raggiungere gli ambiziosi obiettivi climatici e ambientali. Ai fondi del PSR verranno aggiunti quelli addizionali NGEU - Next Generation EU, secondo le strategie del PNRR, finalizzati ad accelerare il superamento della crisi generata dalla pandemia nel settore agricolo secondo la seguente ripartizione:

- 8% delle risorse possono essere utilizzate da ciascuno Stato membro per il sostegno delle misure dei loro programmi di sviluppo rurale rispettando i requisiti minimi ambientali;
- 37% per interventi destinati alla transizione ecologica, tra cui vanno evidenziati:
 - Agricoltura biologica;
 - Mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici compresa la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dell'agricoltura;
 - conservazione del suolo, compreso l'aumento della fertilità del suolo mediante sequestro del carbonio;
 - miglioramento uso e gestione delle risorse idriche;
 - creazione conservazione e ripristino habitat favorevoli alla biodiversità;
 - Riduzione dei rischi e degli impatti dell'uso di pesticidi
- 55% per interventi destinati all'innovazione e alla transizione digitale, tra cui vanno evidenziati:
 - Efficienza delle risorse comprese agricoltura di precisione e intelligente, l'innovazione, la digitalizzazione e l'ammodernamento dei macchinari e delle attrezzature di produzione;
 - energie rinnovabili, economia circolare e bioeconomia;

In conclusione, è evidente come a livello europeo il complesso normativo abbia individuato nel medio lungo termine il raggiungimento di obiettivi strategici molto audaci, che dovranno essere accompagnati da una decisa innovazione del settore primario indispensabile per riuscire a garantire una maggiore sostenibilità ambientale. Sono state mobilitate in poco tempo molte risorse, inoltre si è vista una convergenza delle politiche ambientali con la poderosa risposta per uscire dalla pandemia, questi sforzi porteranno sicuramente allo sviluppo di nuovi modelli agricoli.

2 INQUADRAMENTO PEDOAGRONOMICO

2.1 Tipologia di suolo

L'area interessata dal presente progetto secondo la classificazione delle regioni di suolo italiane rientra nell'ambito denominato Pianura padana e colline moreniche piemontesi e lombarde; a livello regionale rientra nell'ambito della Zona A di Pianura, nello specifico rientra nel distretto agricolo della Pianura Piacentina.

I suoli di pianura della regione Emilia-Romagna occupano un'area continua che si estende dal fiume Po e dalla costa adriatica fino agli ampi fondivalle ed ai primi rilievi appenninici che ad essa si raccordano. Sono compresi in questo ambiente anche i suoli del margine appenninico, in quanto, anche se il paesaggio morfologicamente può assumere aspetti simili al basso Appennino, i suoli sono di origine alluvionale. L'area di pianura interessa una superficie complessiva di circa 11.916 Km², pari al 52.9% della superficie regionale.

Le quote variano tipicamente da 0 a 150 m, con valori estremi di circa -4 m nella pianura deltizia, di circa 150 m in corrispondenza dei fondivalle appenninici e di 250 m nel margine appenninico. Nelle zone morfologicamente depresse le colonizzazioni agricole hanno richiesto opere di bonifica idraulica particolarmente imponenti per il prosciugamento delle paludi.

Il regime delle temperature¹ è prevalentemente di tipo temperato subcontinentale, con valori medi annui intorno a 12-14°C. Le precipitazioni variano tipicamente da 600 a 850 mm annui; esse sono concentrate nel periodo autunno-primaverile, con valori di surplus idrico da 50 a 300 mm annui. Le condizioni di deficit idrico avvengono principalmente nel periodo estivo, con valori medi annui da 150 a 250 mm, attenuate dall'elevata umidità relativa dell'aria e dalle dotazioni idriche superficiali.

I suoli di pianura si sono formati in sedimenti minerali a tessitura variabile, in prevalenza media e fine, con un'elevata frazione di minerali alterabili e di carbonati. Nella piana pedemontana e nella piana alluvionale a crescita verticale i sedimenti provengono prevalentemente dai fiumi e torrenti appenninici; sono invece di pertinenza del fiume Po i sedimenti della piana a meandri e della pianura deltizia. Nella pianura costiera essi derivano dal mare Adriatico, con origine, oltre che padana, anche atesina, ridistribuiti in seguito ai processi di dinamica litorale. I materiali torbosi sono circoscritti, soprattutto in aree palustri di recente bonifica.

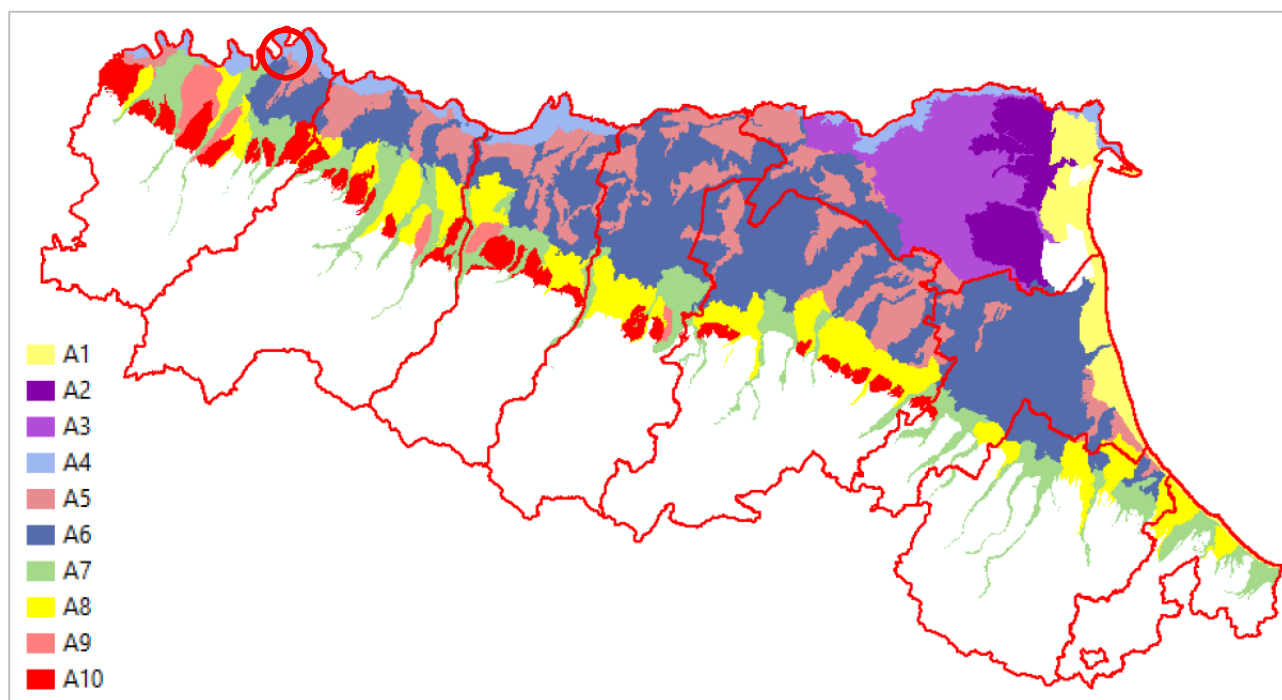
Nel margine appenninico i suoli si sono formati in sedimenti fluviali appenninici, con una componente superficiale talvolta di origine eolica; la loro deposizione risale a decine, e frequentemente a centinaia di migliaia di anni fa.

Nell'insieme, a parte il margine appenninico, i suoli non hanno un forte grado di differenziamento rispetto ai materiali originari, a causa dell'epoca relativamente recente a cui risalgono sia la fine della deposizione dei sedimenti, sia il prosciugamento delle depressioni morfologiche dalle acque palustri. Sono tuttavia rilevanti le modificazioni, soprattutto a livello degli orizzonti superficiali, di numerose proprietà (ad es. regime idrico, aggregazione, porosità, reazione), come conseguenza degli interventi di bonifica e delle correnti pratiche agricole (lavorazioni del terreno, irrigazioni, drenaggi, apporti di fertilizzanti, fitofarmaci ecc.).

Se si escludono i suoli sabbiosi sulle dune nella zona costiera, interessati da erosioni e deposizioni eoliche spesso generalizzate anche se poco intense, attualmente gli eventi deposizionali sono localizzati. Sono frequenti suoli non più soggetti ad inondazioni e ad apporti sedimentari in seguito alle divagazioni e all'abbandono degli alvei da parte dei fiumi; la stabilizzazione è invece precaria, in quanto più sensibile a fluttuazioni climatiche anche di medio periodo, nelle zone in cui essa è stata conseguita attraverso opere di regimazione idraulica, con escavazione di nuovi canali ed elevazione di argini artificiali. La vegetazione "naturale" è confinata in aree estremamente circoscritte (circa il 3% della superficie è occupata da piante forestali, comprendendo nell'elenco anche l'arboricoltura da legno).

L'uso dei suoli è prevalentemente di tipo agricolo. Gli ordinamenti a colture specializzate intensive (vite, ortaggi, frutta) prevalgono nei suoli della pianura orientale, mentre gli ordinamenti a colture erbacee estensive (cereali, barbabietole, foraggicoltura legata al ciclo zootecnico) prevalgono nei suoli della pianura centrale ed occidentale. I livelli di produttività sono elevati, pur con vaste aree occupate da suoli la cui utilizzazione agricola è condizionata dal mantenimento in efficienza delle sistemazioni idrauliche, con ricorso, localmente, anche a sistemi di pre-sollevamento meccanico per il deflusso delle acque.

I suoli della pianura sono stati suddivisi in dieci province di terre alla scala 1:1.000.000:



| Unità | Suoli |
|-------|---|
| A1 | Suoli nella piana costiera e fronte deltizia, bassa differenziazione del profilo (Olocene), idromorfia poco profonda, tessitura prevalentemente grossolana |
| A2 | Suoli nella piana deltizia inferiore, abbandonata del Po (Olocene), idromorfia poco profonda, tessitura prevalentemente fine, con diversa abbondanza di materiali torbosi |
| A3 | Suoli nella piana deltizia superiore, abbandonata del Po (Olocene), idromorfia poco profonda, tessitura media, subordinatamente fine |
| A4 | Suoli nella piana a meandri del Po ad alterazione biochimica con evidenze di riorganizzazione interna dei carbonati (Olocene), diffusa idromorfia profonda, tessitura media, subordinatamente grossolana |
| A5 | Suoli in aree morfologicamente depresse della bassa piana alluvionale appenninica con fenomeni più o meno accentuati di contrazione e rigonfiamento delle argille (Olocene), idromorfia poco profonda o profonda, tessitura fine |
| A6 | Suoli dei dossi e delle aree di transizione della bassa piana alluvionale appenninica, ad alterazione biochimica con riorganizzazione interna dei carbonati (Olocene), locale idromorfia profonda, tessitura da media a fine, localmente grossolana |
| A7 | Suoli nei conoidi e nei terrazzi dell'alta pianura alluvionale appenninica, ad alterazione biochimica con riorganizzazione interna dei carbonati, (Olocene), tessitura media, media-ghiaiosa, subordinatamente fine |
| A8 | Suoli nei conoidi e nei terrazzi dell'alta pianura alluvionale appenninica, ad alterazione biochimica con riorganizzazione interna dei carbonati, con moderata, localmente forte, differenziazione del profilo (Olocene), tessitura da media a fine, localmente ghiaiosi. |
| A9 | Suoli nei conoidi terrazzati dell'alta pianura alluvionale appenninica, localizzati in prossimità delle principali aste fluviali, ad alterazione biochimica con forte differenziazione del profilo (Pleistocene), tessitura media o moderatamente fine, con presenza di ghiaia a profondità variabile |
| A10 | Suoli in aree morfologicamente rilevate della pianura, antichi (Pleistocene), con tracce di alterazione geochemica, ricchi in sesquiossidi, completamente decarbonatati o con accumulo dei carbonati negli orizzonti profondi, a tessitura da media a fine. |

Figura 2.1 – Province di terre della pianura dell'Emilia-Romagna (1: 1.000.000)

Esaminando le unità conoscitive regionali dei suoli della pianura dare oggetto di intervento rientra in una zona compresa tra 3 diverse unità di suolo, in particolare la A4-A5-A6 (Fig. 2.1), accumulate prevalentemente da problemi di ristagno idrico.

Aumentando il livello di dettaglio è possibile consultare la Carta dei Suoli della regione Emilia-Romagna in scala 1:50.000, da questa emergono tre differenti unità conoscitive, in particolare:

- L'unità di suolo SMB2 che interessa la parte più ad est del fondo;
- L'unità di suolo MDC3 che interessa la parte centrale del fondo;
- L'unità di suolo CSM1 che interessa la parte più ad ovest del fondo;

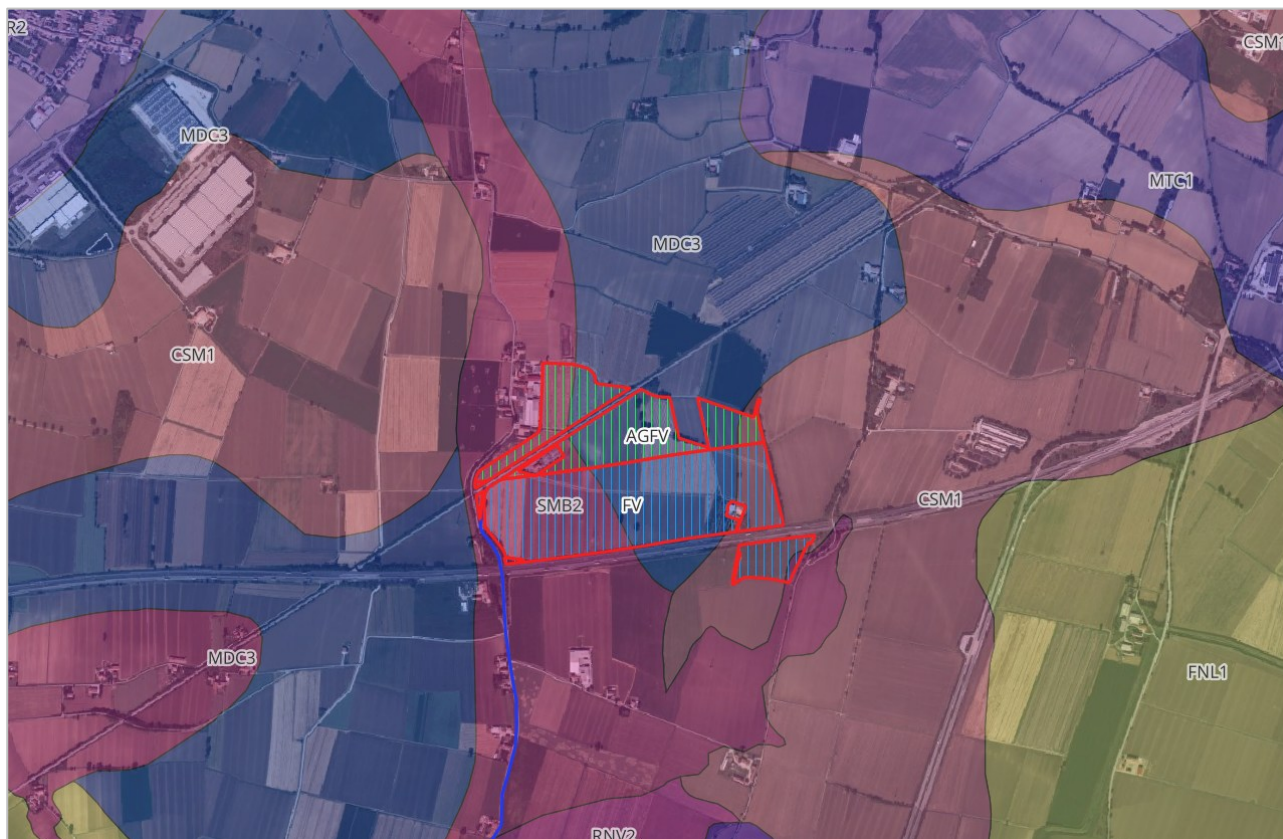


Figura 2.2 – Unità conoscitive di suolo presenti nell'area oggetto d'intervento (1: 50.000)

Geologicamente i suoli sono situati in una zona bassa pianura padana a sud del Fiume Po, estendentesi dai settori distali delle conoidi appenniniche fino al corso d'acqua, la cui formazione è ascrivibile alla sedimentazione padana.

Dai dati desumibili dalle schede descrittive delle varie unità conoscitive di suolo è possibile ricavare a livello generale una serie di caratteristiche comuni che possono avere delle rilevanze dal punto di vista agronomico:

- Terreno franco argilloso (tessitura moderatamente fine), con assenza di scheletro;
- Terreno subalcalino (pH in acqua);
- Contenuto medio di Carbonio Organico e normale di Sostanza Organica;
- Terreno che nella maggior parte del fondo risulta mediamente calcareo con contenuto medio di Carbonato di Calcio (Calcare attivo);

Trattasi di terreni agricoli di alta qualità, la forte componente argillosa influisce sulla sua lavorabilità e sul drenaggio delle acque superficiali, trattasi di terreni pesanti soggetti a ristagno idrico.

| UDS | Caratteristiche UDS | | | Valori modali del primo orizzonte di suolo (50 cm) | | | | | | | | |
|------|---|--|--|--|-------|---------|-------|------------|------------|-----|----------|-------------|
| | Descrizione | Uso suolo | Sistemazioni agrarie | Arg % | Sab % | Schel % | S.O % | Calc Tot % | Calc Att % | pH | Dens App | Ksat (cm/h) |
| CSM1 | I suoli CASTIONE MARCHESEI argillosi sono molto profondi, a tessitura argillosa o argillosa limosa; da non calcarei a moderatamente calcarei e da neutri a moderatamente alcalini nella parte superiore e da scarsamente a moderatamente calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini e leggermente salini in quella inferiore. Sono frequentemente presenti orizzonti profondi (a partire da 80-100 cm) da moderatamente a fortemente alcalini e da molto ad estremamente calcarei. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura fine estremamente calcaree. | Seminativo semplice e prati poliennali | Sono presenti opere atte ad allontanare l'acqua in eccesso (rete di canali scolanti e scoline, drenaggi sotterranei). | 53 | 6 | 0 | 2,9 | 2 | 2 | 7,8 | 1,38 | 0,006638 |
| MDC3 | I suoli MEDICINA argillosi limosi, 0.1-0.2% pendenti a scolo alternato sono molto profondi, moderatamente alcalini; da scarsamente a moderatamente calcarei ed a tessitura argillosa limosa nella parte superiore, da moderatamente a molto calcarei ed a tessitura argillosa limosa e franca argillosa limosa in quella inferiore. Sono presenti in profondità (da 80-100 cm ca.) orizzonti ad accumulo di carbonato di calcio molto calcarei. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media. | Seminativo semplice e prato, subordinati i vigneti | Sono di solito presenti opere di sistemazione idraulica quali canali di scolo poco profondi, baulature e drenaggi temporanei subsuperficiali | 42 | 10 | 0 | 2,3 | 9 | 5 | 7,8 | 1,38 | 0,02424 |
| SMB2 | I suoli SANT'OMOBONO franco argillosi limosi sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore e franca limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media. | Seminativo semplice vigneto e frutteto | Opere atte a regolare il deflusso delle acque sono necessarie saltuariamente e solo a livello aziendale (scoline poco profonde, baulature). | 30 | 10 | 0 | 2 | 15 | 8 | 8 | 1,47 | 0,03359 |

Tab 2.1 – Principali caratteristiche agronomiche delle Unità Conoscitive di Suolo che interessano l'area di intervento

2.2 Carbonio organico

Il suolo è una risorsa naturale in cui interagiscono la litosfera, l'idrosfera, l'atmosfera e la biosfera e riveste un ruolo fondamentale per la vita del nostro pianeta perché regola i cicli dell'acqua, del carbonio, del fosforo e dell'azoto.

Le proprietà fisiche dei suoli condizionano il rapporto suolo/acqua/piante. Da esse dipendono la capacità di un suolo di trattenere o trasmettere l'acqua, la funzione di sostegno alle piante e di supporto alle infrastrutture, la capacità di favorire l'attività biologica nonché di influenzare i cicli dei nutrienti e la fertilità dei suoli.

Altro importante parametro del suolo è la presenza di sostanza organica, questa è costituita da qualsiasi materiale prodotto da organismi viventi, piante o animali, che ritorna al suolo e subisce processi di decomposizione. Consiste in un range di materiali di varia composizione, originati da tessuti di diverso tipo, viene anche identificato come humus.

La sostanza organica è formata dai resti di piante e animali in diversi stadi di decomposizione, il suo accumulo è un processo molto lento e la sua diminuzione compromette fortemente tutti gli aspetti legati alla fertilità (chimica e fisica) e alla biodiversità del suolo. Il contenuto di sostanza organica nei suoli, oltre ad essere connesso al fenomeno della desertificazione, ha un importante ruolo nelle strategie di mitigazione delle emissioni di gas ad effetto serra, CO₂ in particolare.

Come già accennato anche il Green Deal europeo, con il Pacchetto "*Fit for 55%*" ha revisionato il regolamento LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*), in particolare i suoli e le foreste europee dovranno garantire l'assorbimento di 310 Mega tonnellate di CO₂ entro il 2030, ovvero il 15% in più rispetto a quanto fanno oggi.

Il carbonio organico è una componente misurabile della sostanza organica del suolo. Il contenuto di carbonio organico dei suoli varia con il tipo di suolo, ma anche al variare dell'uso del suolo e, in misura ancora maggiore, con le diverse pratiche colturali (es. concimazione organica nelle zone dove è diffuso l'allevamento).

Nonostante rappresenti in percentuale solo una piccola parte del suolo (generalmente varia da una percentuale compresa tra l'1% e il 5 %), controlla molte delle proprietà chimico-fisiche-biologiche del suolo e risulta l'indicatore chiave dello stato di qualità.

L'attività agricola tradizionale dell'era industrializzata ha portato ad un graduale impoverimento di sostanza organica grazie a diverse cause, tra cui le eccessive lavorazioni meccaniche del suolo, l'utilizzo di fertilizzanti di origine chimica e prodotti fitosanitari, l'abbandono delle buone pratiche agronomiche, tra cui la rotazione e il mantenimento della copertura del suolo; a questi vanno aggiunti i fattori abiotici come la struttura del suolo e i cambiamenti climatici.

Un'altra funzione strategica del suolo, che deve essere gestita al meglio in chiave ecologica, è il fatto che questo costituisce il comparto ambientale con la più grande riserva di carbonio organico negli ecosistemi terrestri. Globalmente la quantità di carbonio immagazzinata nei suoli è, come ordine di grandezza, pari a circa quattro volte quella presente nella vegetazione.

Questa enorme massa di carbonio, da un lato è indice delle potenzialità che il suolo ha come *sink* di carbonio, ma dall'altro rappresenta anche un potenziale rischio di emissioni rilevanti di CO₂, se gestione inappropriata e cambiamento climatico dovessero portare al depauperamento di tale stock trasformandosi in *source* di emissioni. La maggior parte del carbonio organico è conservata negli strati più superficiali dei suoli: nei primi 30 cm è infatti presente circa il 47% dell'intero stock di carbonio, quasi 2/3 sono immagazzinati entro uno spessore di 50 cm e più dell'80% entro 1 m di profondità.

Il 2% di Carbonio organico nel suolo viene considerato dall'UE il target minimo a cui puntare per assicurare fertilità ottimale dei suoli ed efficacia della strategia di riduzione della CO₂ nell'atmosfera tramite il

trasferimento progressivo del carbonio nel suolo mediante adeguate pratiche agronomiche e l'attuazione di colture o piantagioni virtuose (es.: prati stabili e boschi) definite "pozzi" di assorbimento del carbonio.

La pianura della regione Emilia-Romagna (Fig. 2.3) è caratterizzata dalla presenza di suoli a basso contenuto di carbonio organico, ovvero con un contenuto mediamente inferiore al 2%. Sono però presenti delle zone che registrano le maggiori quantità di carbonio organico sono nella piana deltizia inferiore (unità A2) nel Ferrarese grazie alla diffusione di suoli sviluppatasi su depositi torbosi di aree in passato palustri ed ora bonificate; nel Parmense destra Taro e in provincia di Reggio Emilia dove l'elevato contenuto di carbonio organico è da ricondursi alle colture foraggere, sia avvicendate che di prati stabili legate alle produzioni zootecniche e casearie (distretto del formaggio Parmigiano-reggiano).

L'area oggetto d'intervento (Fig. 2.4) presenta suolo con un contenuto di Carbonio Organico compreso tra 1,2% e il 2%. Tali condizioni si verificano in particolare nelle aziende cerealicole e in genere dove non viene fatto uso di fertilizzanti organici, mentre nelle aziende zootecniche e in terreni da lungo tempo soggetti a distribuzione di effluenti possono localmente rinvenirsi contenuti in carbonio superiori.

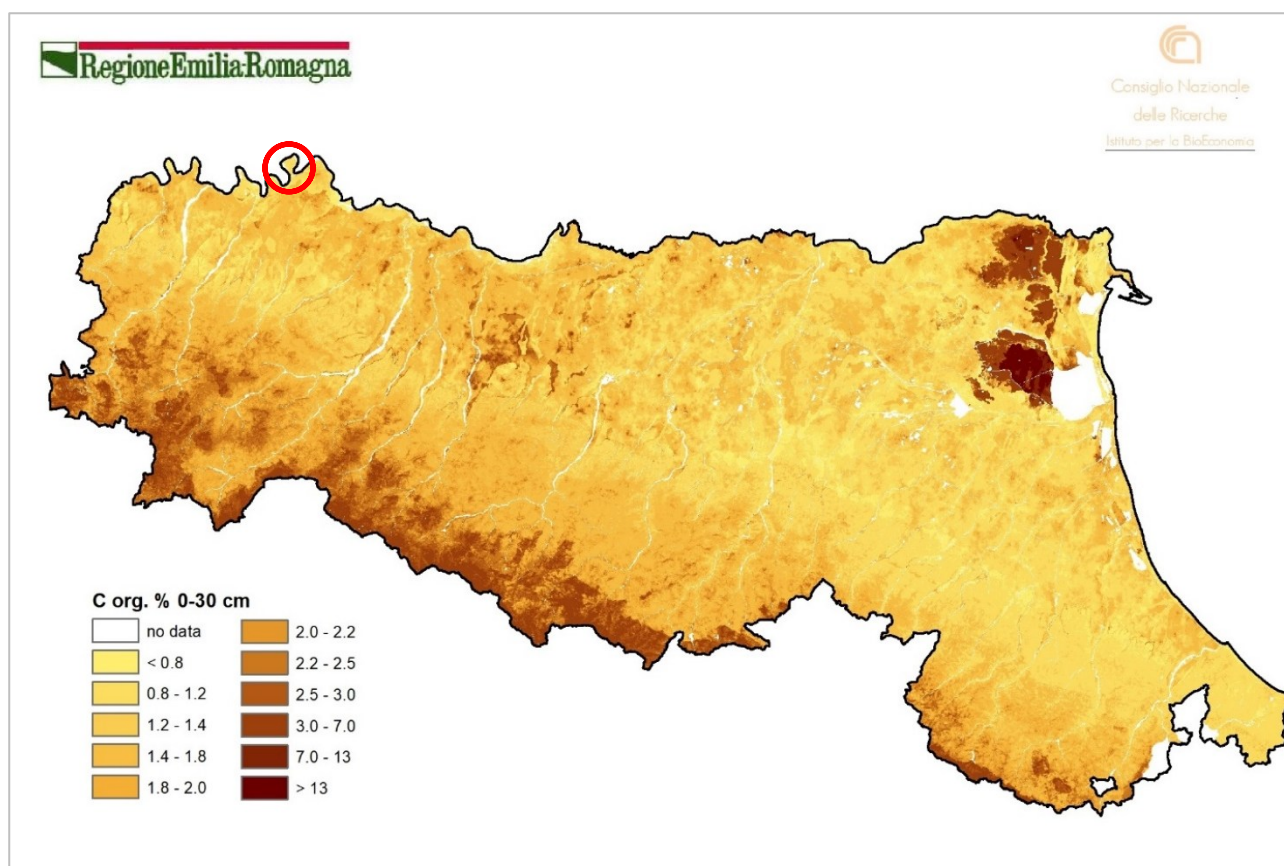


Figura 2.3 – Contenuto di Carbonio Organico nei suoli della regione Emilia-Romagna

La conoscenza delle caratteristiche e del comportamento dei suoli rappresenta una base fondamentale per migliorare la gestione agricola, sia dal punto di vista economico che ambientale, in quanto ad esempio possono essere calibrati al meglio piani di concimazione o valutati gli apporti idrici alle colture, ma possono anche permettere di valutare l'evoluzione dello stato di salute del suolo valutando le implicazioni ambientali di scelte specifiche.

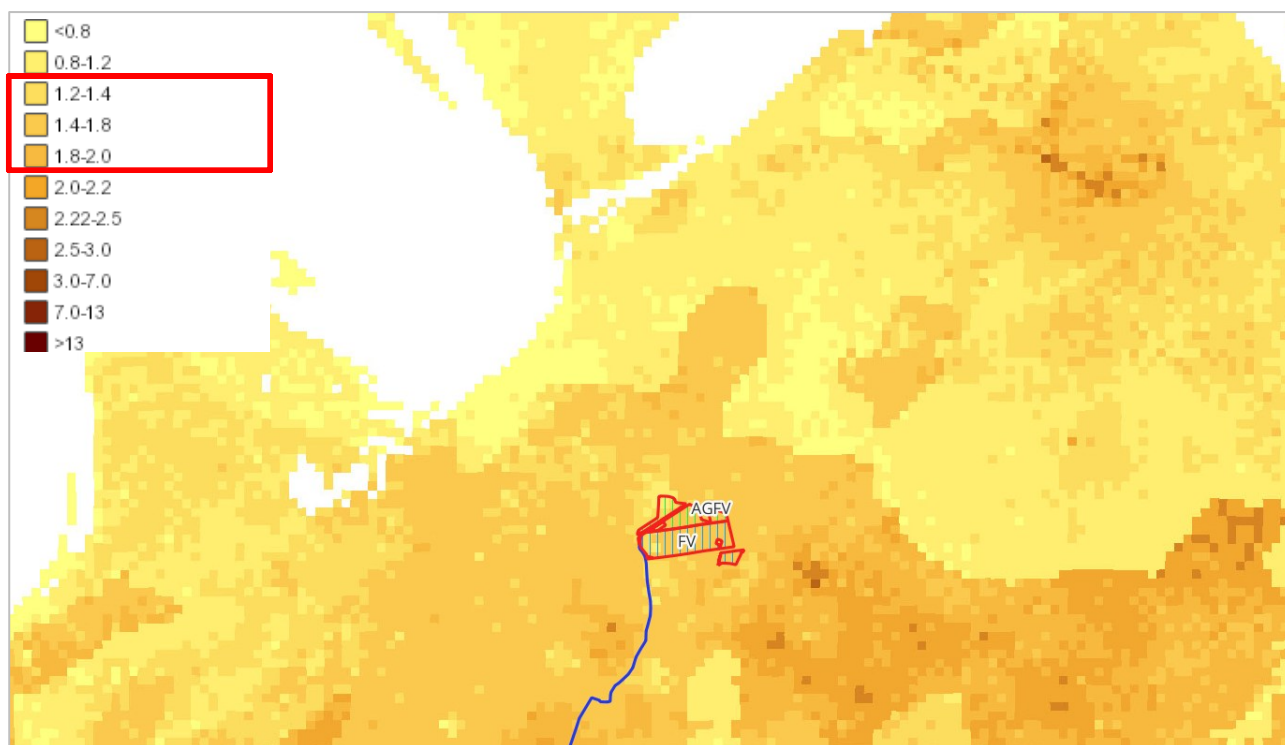
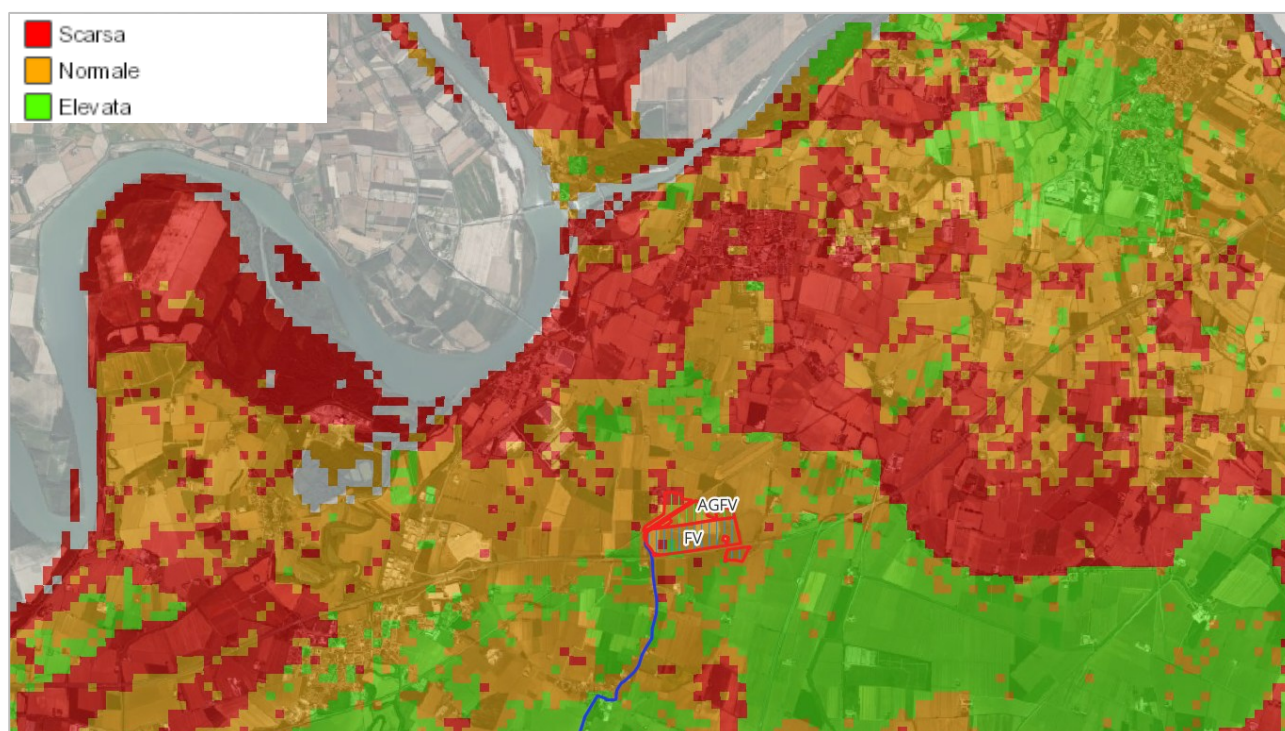


Figura 2.4 – Contenuto di Carbonio Organico nei suoli nel fondo delle Caselle

Il giudizio sul livello di sostanza organica (SO) di un suolo va formulato in funzione della tessitura poiché le situazioni di equilibrio della SO nel terreno dipendono da fattori quali aerazione e presenza di superfici attive nel legame con molecole cariche come sono i colloidi argillosi. Inoltre, la SO ha un ruolo molto importante per la strutturazione dei terreni e tale effetto è particolarmente evidente per i terreni a tessitura fine (argillosi).

Analizzando i valori di SO presenti in bibliografia riferiti all'ambito di intervento (Fig. 2.5), evidenziano valori di SO che per un terreno di medio impasto prevalentemente franco argilloso risulta essere un livello di dotazione normale.



Tab. 2.5. – Dotazione di Sostanza Organica nei suoli nel fondo delle Caselle

2.3 Capacità d'uso del suolo

Nella classificazione della capacità d'uso, i suoli vengono classificati in funzione di proprietà che ne consentono, con diversi gradi di limitazione, l'utilizzazione in campo agricolo o forestale, valutando la capacità di produrre biomassa, la possibilità di riferirsi a un largo spettro colturale e il ridotto rischio di degradazione del suolo. La capacità d'uso dei suoli a fini agro-forestali, intesa come la potenzialità del suolo a ospitare e favorire l'accrescimento di piante coltivate e spontanee è basata sul sistema dalla *Land Capability Classification* (LCC) definito negli Stati Uniti dal *Soil Conservation Service USDA* (Klingebiel e Montgomery – “*Land capability classification*” - *Agricultural Handbook* n. 210, Washington DC 1961).

Seguendo questa classificazione i suoli vengono attribuiti a otto classi, indicate con i numeri romani da I a VIII, che presentano limitazioni crescenti in funzione delle diverse utilizzazioni. Le classi da I a IV identificano suoli coltivabili, la classe V suoli frequentemente inondati, tipici delle aree golenali, le classi VI e VII suoli adatti solo alla forestazione o al pascolo, l'ultima classe (VIII) suoli con limitazioni tali da escludere ogni utilizzo a scopo produttivo.

| Classi di capacità d'uso | Ambiente naturale | Forestazione | Pascolo | | | Coltivazioni agricole | | | |
|--------------------------|-------------------|--------------|----------|----------|---------|-----------------------|----------|-----------|-----------------|
| | | | Limitato | Moderato | Intenso | Limitate | Moderate | Intensive | Molto intensive |
| I | | | | | | | | | |
| II | | | | | | | | | |
| III | | | | | | | | | |
| IV | | | | | | | | | |
| V | | | | | | | | | |
| VI | | | | | | | | | |
| VII | | | | | | | | | |
| VIII | | | | | | | | | |

Tab. 2.2 – Classi di capacità d'uso del suolo

- I. I suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
- II. I suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
- III. I suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
- IV. I suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
- V. I suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
- VI. I suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
- VII. I suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
- VIII. I suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali; il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.

Per l'attribuzione alla classe di capacità d'uso, si considerano 13 caratteri limitanti relativi al suolo, alle condizioni idriche, al rischio di erosione e al clima. La classe viene individuata in base al fattore più limitante; all'interno della classe è possibile indicare il tipo di limitazione all'uso agricolo o forestale, con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano (es. VI s1 c12) che identificano se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe di appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), a rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c).



Figura 2.6 – Cartografia della capacità d'uso del suolo scala 1: 50.000

Sono suoli adatti all'agricoltura, utilizzati storicamente per i seminativi avvicendati, presentano tuttavia severe limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento di liquami zootecnici. Le limitazioni fisiche sono da considerare comunque limitate e legate prevalentemente alla forte presenza di argilla e alla tessitura fine che lo rendono pesante e quindi ne limita la lavorabilità; queste caratteristiche vanno accompagnate da limitazioni legate alla presenza di molta acqua nel suolo che rende difficile il suo deflusso che indicano problemi di asfissia radicale (Fig. 2.6).

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGROVOLTAICO

3.1 Il campo agrivoltaico

La presente relazione ha come obiettivo la valutazione delle potenzialità agronomiche della parte di sistema agrivoltaico che sarà installato sul podere Boschi-Caselle, in comune di Monticelli d'Ongina, in Provincia di Piacenza (Fig.3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7-3.8-3.9-3.10-3.11-3.12).

Si prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico ed agrivoltaico avanzato a terra allacciato alla rete di distribuzione elettrica tramite una nuova uscita in antenna su stallo di cabina primaria Cortemaggiore.

L'impianto avrà una potenza di picco pari a 24.998,40 kW e potenza di immissione in rete pari a 24.200,00 kW e sarà suddiviso in due sezioni d'impianto:

- La "Sezione impianto fotovoltaico" nell'area entro i 300 m dall'Autostrada A21 ("Area idonea per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili" secondo l'Art. 20 comma 8 del D.lgs. 199/2021), nel quale sarà installato un impianto fotovoltaico a terra di tipo "tradizionale" su tracker monoassiali, suddiviso in 10 sottocampi, con una potenza di picco pari a 18.043,20 kW e potenza di immissione in rete pari a 17.491,84 kW;
- La "Sezione impianto agrivoltaico" nell'area oltre i 300 m dall'Autostrada A21 (Non rientrante nella disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili), nel quale sarà installato un impianto "Agrivoltaico avanzato" su tracker monoassiali, suddiviso in 4 sottocampi, con una potenza di picco pari a 6.955,20 kW e potenza di immissione in rete pari a 6.702,40 kW.

Il progetto per la parte agrivoltaica prevede l'installazione di n° 9.660 moduli fotovoltaici tipo Trina Solar Vertex o similare aventi le seguenti caratteristiche:

- potenza: 720 Wp;
- tensione a vuoto Voc: 49 V;
- corrente di corto circuito Isc: 18,49 A;
- tensione di MPP: 41,30 V;
- corrente di MPP: 17,44 A;
- efficienza: 21,6 %;
- coefficiente di temperatura Voc: -0,25 %/°C;
- dimensioni: 1303mm x 2384mm x 35mm (LxHxSP).

I moduli fotovoltaici avranno celle in silicio monocristallino e saranno costituiti da materiali quali alluminio, vetro, plastica, non contenenti tellurio di cadmio o altri prodotti chimici inquinanti. Saranno inoltre conformi a tutte le normative di prodotto con particolare riferimento alle norme IEC61215 / IEC 61730 / IEC 61701/ IEC 62716.

Per la parte agrivoltaica saranno installati n° 21 inverter di stringa multi-MPPT marca SUNGROW SG320HX o similare aventi le seguenti caratteristiche:

- massima tensione di ingresso: 1500 V;
- intervallo di tensione MPPT: 500 V ÷ 1500 V;
- numero MPPT: 12;
- potenza AC massima: 352 kVA a 30°C / 352 kVA a 40°C;
- potenza nominale AC: 320 kW;
- corrente AC massima: 254 A;

- tensione nominale AC: 800 V;
- rendimento europeo: 98,8 %;
- dimensioni: 1136mm x 870mm x 361mm (LxAxP).

Gli inverter saranno installati su box appositamente predisposti per il loro alloggio e quindi dislocati direttamente nel campo fotovoltaico. Dovranno essere conformi a tutte le normative di prodotto con particolare riferimento alle indicazioni contenute nella norma CEI 0-16 in materia di convertitori statici allacciati alla rete di Distribuzione.

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento di tipo monoassiale in grado di garantire maggiore produzione di energia elettrica attraverso una rotazione di tipo est-ovest. L'asse di rotazione delle strutture sarà parallelo al terreno ed orientato a sud, seguendo l'andamento dei fossi esistenti per l'irrigazione, che non verranno modificati. Le strutture saranno in modalità definita "1 *portrait*", ovvero in ogni struttura i moduli fotovoltaici saranno fissati in un'unica fila in posizione trasversale rispetto all'asse nord-sud.

I moduli fotovoltaici così disposti ruoteranno seguendo l'andamento del sole con un range angolare di $\pm 55^\circ$ da est (-55°) a ovest (55°), il movimento sarà lento, graduale e impercettibile. Durante le prime ore del mattino e nelle tarde ore del pomeriggio (quando il sole all'orizzonte è più basso) i moduli avranno l'inclinazione massima con posizione quasi verticale, nelle ore centrali della giornata (quando l'altezza del sole sarà maggiore) la posizione dei moduli diventerà orizzontale o semi orizzontale.

L'inseguitore avrà un sistema di "*backtracking*" capace di regolare l'inclinazione delle strutture in modo tale da eliminare gli effetti per ombreggiamento delle stringhe adiacenti quando il sole sarà più basso all'orizzonte.

Le strutture della Sezione impianto Agrivoltaico avranno un'altezza tale da permettere lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici e quindi l'utilizzo di macchinari, nello specifico l'altezza minima da terra dei moduli, quando posti alla massima inclinazione, sarà pari a 2,15 m.

L'altezza massima dei moduli fotovoltaici nella Sezione impianto Agrivoltaico sarà pari a 4,12 m rispetto al piano di campagna quando l'angolo di inclinazione delle strutture raggiungerà i 55° , condizione limite che si potrà verificare solamente in fasce di orario limitate durante la giornata (prime ore del mattino e tarde ore del pomeriggio).

Durante le ore centrali i moduli fotovoltaici saranno orizzontali o semi-orizzontali con altezza rispetto al piano di campagna di circa $3,10 \div 3,30$ m. Le strutture saranno disposte con un interfila pari a 6,50 m. La luce netta tra le file sarà maggiore di 4 m, distanza idonea al passaggio dei mezzi agricoli.

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti cabine elettriche, necessarie per il funzionamento dell'impianto:

- N.1 cabina AT generale;
- N.1 control room;
- N.3 container ricambi;
- N. 14 cabine di trasformazione AT/bt.

La cabina generale AT e la control room saranno disposte in prossimità di un accesso da Strada Boschi. Le quattordici cabine di trasformazione AT/bt saranno dislocate seguendo la suddivisione dei sottocampi all'interno del campo fotovoltaico.

La copertura delle cabine avrà un'altezza massima di 2,70 m per la cabina generale AT e per la control room 2,90 m per le cabine di trasformazione.

La cabina di consegna AT sarà di dimensioni pari a (LxPxH) 10,000 m x 2,700 m x 2,700 m.

La control room avrà dimensioni pari a mm (LxPxH) 4,200 m x 2,500 m x 2,700 m in un unico locale.

I container ricambi avranno dimensioni 6,058 m x 2,438 m x 2,591 m (L x P x H).

Le cabine di trasformazione avranno dimensioni pari a (LxPxH) 8,300 m x 3,700 m x 2,900 m divisa in locale quadri e locale trasformatore AT/bt.

L'impianto agrivoltaico sarà strutturato in 4 sottocampi che afferiscono alle rispettive cabine di trasformazione MT/BT. Detti cabinati saranno collegati mediante elettrodotti interrati in MT alla cabina MT utente e da qui alla cabina di consegna.

All'interno della cabina MT utente sarà installata anche la centrale antintrusione e gli apparati dell'impianto TVCC. Per maggiori dettagli in merito alle configurazioni si rimanda agli elaborati grafici specifici relativi alla parte elettrica.

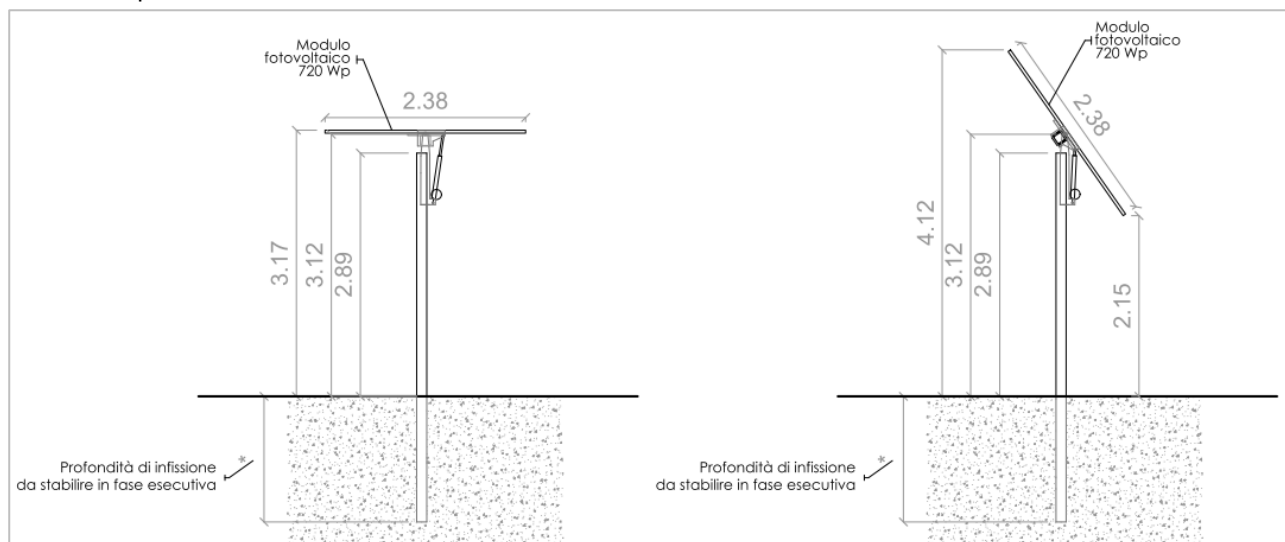


Figura 3.1 – Sezione tipo del tracker

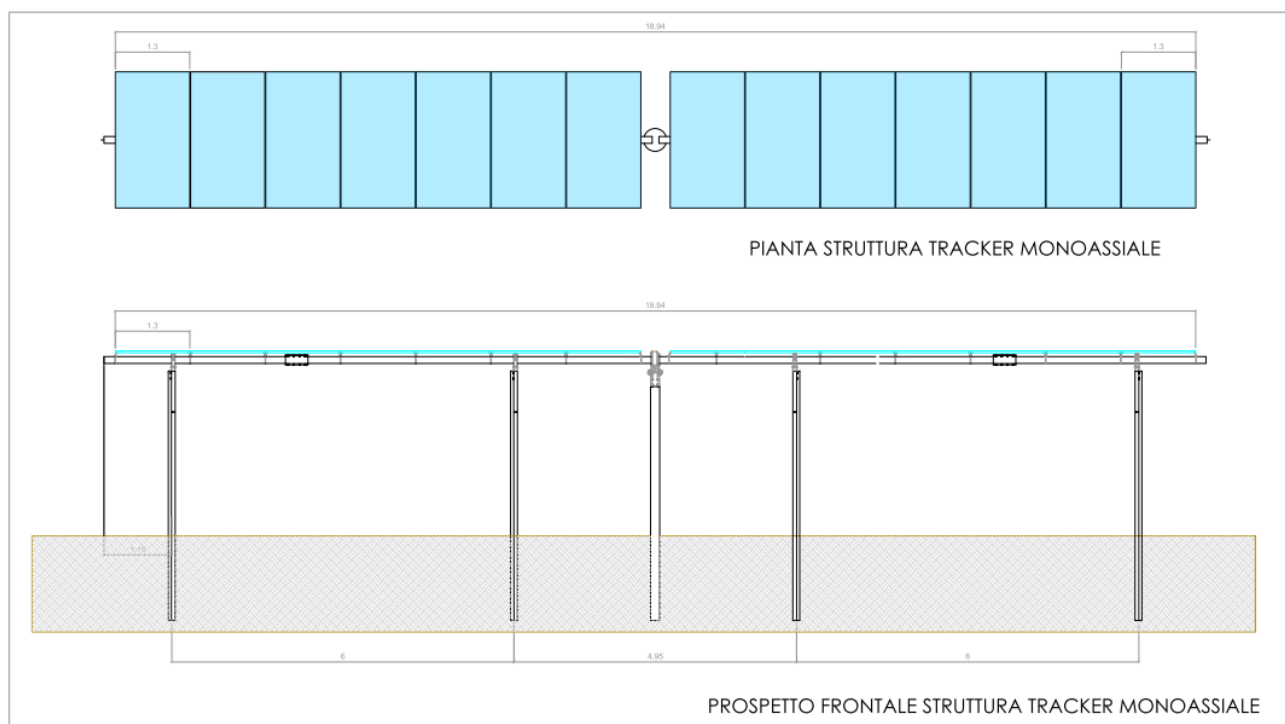


Figura 3.2 – Vista frontale dei tracker da 14 moduli

Vertex N

**N-type i-TOPCon bifacial dual glass
Monocrystalline module**

PRODUCT: TSM-NEG21C20

POWER RANGE: 695-720W

720W

MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

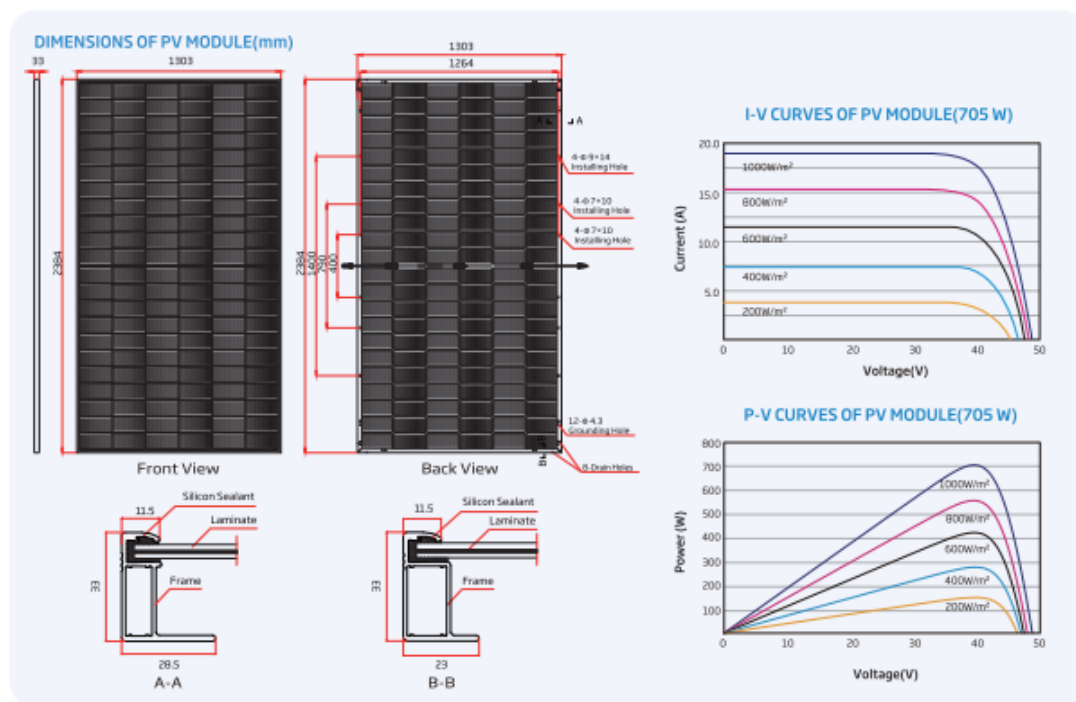
POSITIVE POWER TOLERANCE

23.2%

MAXIMUM EFFICIENCY

Vertex N

N-type i-TOPCon bifacial dual glass Monocrystalline module



MECHANICAL DATA

| | |
|----------------------|--|
| Solar Cells | N-type i-TOPCon Monocrystalline |
| No. of cells | 132 cells |
| Module Dimensions | 2384*1303*33 mm (93.86*51.30*1.30 inches) |
| Weight | 38.3 kg (84.4 lb) |
| Front Glass | 2.0 mm (0.08 inches), High Transparenc, Anti-Reflection Coated Heat Strengthened Glass |
| Encapsulant material | POE/EVA |
| Back Glass | 2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass) |

| | |
|-----------|--|
| Frame | 33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy |
| J-Box | IP 68 rated |
| Cables | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²) Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized |
| Connector | MC4 EVO2 / TS4 Plus / TS4* |

*Please refer to regional detachment for specified connector.

ELECTRICAL DATA (STC & NOCT)

| Testing Condition | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peak Power Watts- P_{max} (Wp)* | 695 | 531 | 700 | 534 | 705 | 540 | 710 | 543 | 715 | 547 | 720 | 551 |
| Power Tolerance- P_{max} (W) | 0 ~ +5 | | | | | | | | | | | |
| Maximum Power Voltage- V_{mp} (V) | 40.3 | 37.9 | 40.5 | 38.0 | 40.7 | 38.3 | 40.9 | 38.5 | 41.1 | 38.7 | 41.3 | 38.8 |
| Maximum Power Current- I_{mp} (A) | 17.25 | 14.00 | 17.29 | 14.04 | 17.33 | 14.08 | 17.36 | 14.12 | 17.40 | 14.14 | 17.44 | 14.19 |
| Open Circuit Voltage- V_{oc} (V) | 48.3 | 45.9 | 48.6 | 46.1 | 48.8 | 46.3 | 49.0 | 46.5 | 49.2 | 46.7 | 49.4 | 46.9 |
| Short Circuit Current- I_{sc} (A) | 18.28 | 14.72 | 18.32 | 14.76 | 18.36 | 14.80 | 18.40 | 14.83 | 18.44 | 14.86 | 18.49 | 14.90 |
| Module Efficiency- η (%) | 22.4 | | 22.5 | | 22.7 | | 22.9 | | 23.0 | | 23.2 | |

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)

| Backside Power Gain | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total Equivalent power- P_{max} (Wp) | 730 | 765 | 735 | 770 | 740 | 776 | 746 | 781 | 751 | 787 | 756 | 792 |
| Maximum Power Voltage- V_{mp} (V) | 40.3 | 40.3 | 40.5 | 40.5 | 40.7 | 40.7 | 40.9 | 40.9 | 41.1 | 41.1 | 41.3 | 41.3 |
| Maximum Power Current- I_{mp} (A) | 18.11 | 18.98 | 18.15 | 19.02 | 18.20 | 19.06 | 18.23 | 19.10 | 18.27 | 19.14 | 18.31 | 19.18 |
| Open Circuit Voltage- V_{oc} (V) | 48.3 | 48.3 | 48.6 | 48.6 | 48.8 | 48.8 | 49.0 | 49.0 | 49.2 | 49.2 | 49.4 | 49.4 |
| Short Circuit Current- I_{sc} (A) | 19.19 | 20.11 | 19.24 | 20.15 | 19.28 | 20.20 | 19.32 | 20.24 | 19.36 | 20.28 | 19.41 | 20.34 |

TEMPERATURE RATINGS

| | |
|---|-------------|
| NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) | 43°C (±2°C) |
| Temperature Coefficient of P_{max} | -0.29%/°C |
| Temperature Coefficient of V_{oc} | -0.24%/°C |
| Temperature Coefficient of I_{sc} | 0.04%/°C |

MAXIMUM RATINGS

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| Operational Temperature | -40~+85°C |
| Maximum System Voltage | 1500V DC (IEC) 1500V DC (UL) |
| Max Series Fuse Rating | 35A |

WARRANTY

| |
|--------------------------------------|
| 12-year Product Workmanship Warranty |
| 30-year Power Warranty |
| 1% first year degradation |
| 0.40% Annual Power Attenuation |

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

| |
|---------------------------------------|
| Modules per box: 33 pieces |
| Modules per 40' container: 594 pieces |

Figura 3.3 –Caratteristiche tecniche dei pannelli fotovoltaico installati

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche dimensionali che influiscono la conformazione del parco agrovoltaico, questi aspetti hanno ripercussioni sulla componente fotovoltaica e su gestione agronomica:

- Area catastale destinata all'impianto agrivoltaico di 174.384 mq;
- Area occupata da fossi e canali per una superficie di 487 mq;
- Area destinata alle cabine di campo e cabine di consegna che occupano in totale 348,20 mq;
- Area occupata da viabilità interna di cui parte esistente e parte di nuova realizzazione, per una superficie di 6.855 mq;
- Area destinata alla realizzazione di siepe perimetrale come mitigazione ambientale con superficie di 2.141 mq;
- Altezza Minima del modulo fotovoltaico dal terreno: 2.15 m;
- Altezza Massima del modulo fotovoltaico dal terreno: 4,12 m;
- Passo delle File: 6.5 m;
- Spazio coltivabile tra le File: 9 m.

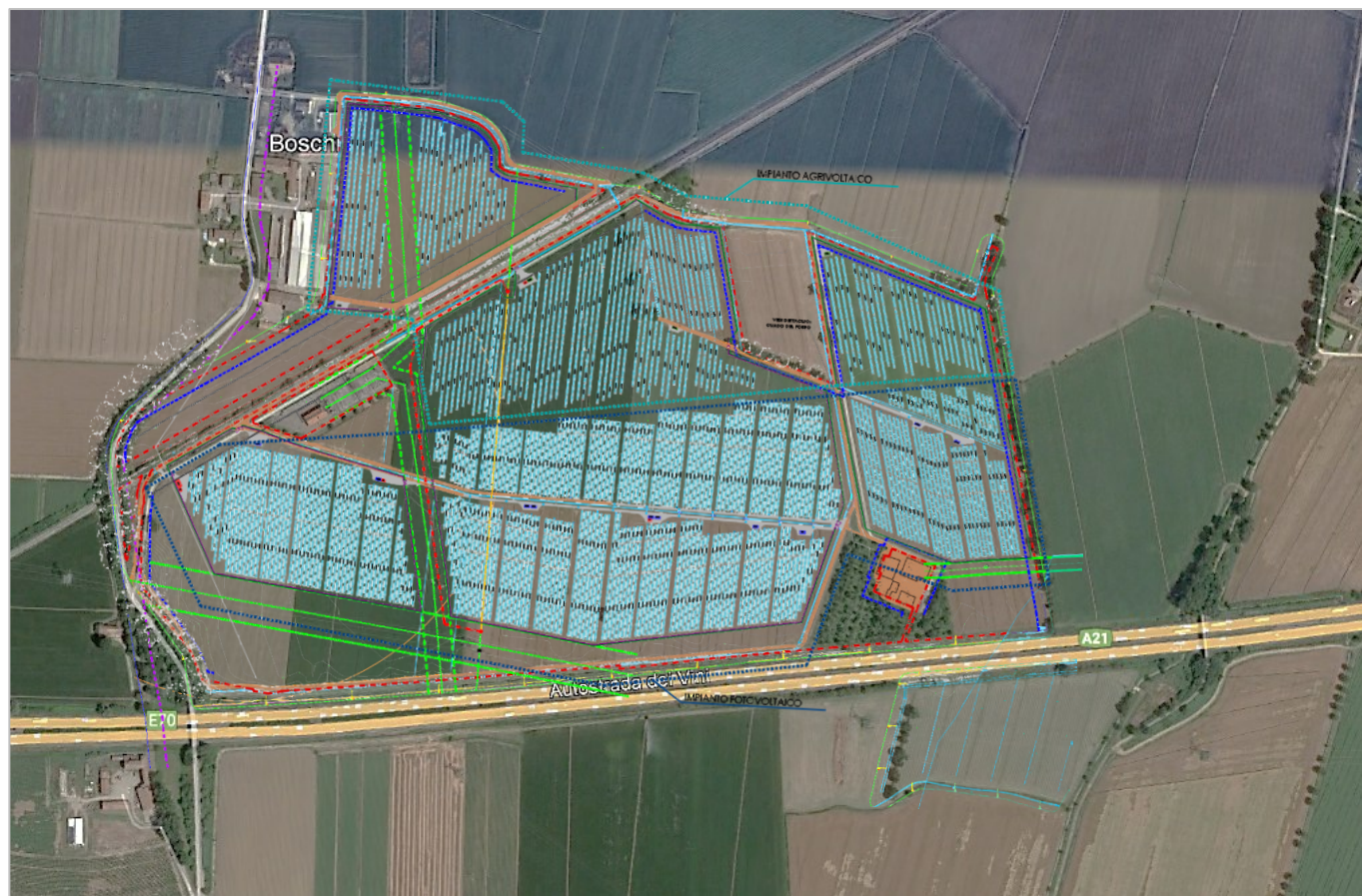


Figura 3.4 – Layout del parco FV con distinzione della parte fotovoltaica e della parte agrivoltaica

3.2 Descrizione situazione attuale

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto è ubicata nei Comuni di Monticelli d'Ongina e San Pietro in Cerro (PC) in Loc. Boschi-Casella.

Occupata catastalmente le particelle 1, 32, 36, 40 del foglio n. 2, la particella n. 24 del foglio n. 3 del N.C.T. del Comune di San Pietro in Cerro (PC), le particelle 39, 53, 54, 144, 146 del foglio n. 26 e le particelle 31, 32, 33, 34, 45, 60, 66, 69, 74, 78, 80 del foglio n. 30 del N.C.T. del Comune di Monticelli D'Ongina.

Le aree sono completamente interessate dal progetto e risultano di proprietà ad una singola partita, come di seguito riassunto:

| Nominativo o denominazione | | | | | Codice fiscale | Titolarità | Quota |
|--|--------|------------|-------------|--------|------------------|--------------------|-----------------|
| CATTADORI MARIO nato a MILANO (MI) il 24/03/1961 | | | | | CTTMRA61C24F205J | Proprieta' | 1/1 |
| Comune | Foglio | Particella | Qualità | Classe | Sup (mq) | Reddito dominicale | Reddito agrario |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 39 | SEMINATIVO | 3 | 37270 | Euro: 213,60 (*) | Euro: 356,09 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 53 | SEMINATIVO | 3 | 1200 | Euro: 6,88 (*) | Euro: 11,47 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 54 | SEMINATIVO | 3 | 650 | Euro: 3,73 (*) | Euro: 6,21 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 144 | SEMINATIVO | 3 | 3500 | Euro: 20,06 (*) | Euro: 33,44 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 146 | SEMINATIVO | 3 | 360 | Euro: 2,30 (*) | Euro: 3,44 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 31 | SEMINATIVO | 3 | 16770 | Euro: 96,23 (*) | Euro: 160,23 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 32 | SEMIN ARBOR | 3 | 16090 | Euro: 92,21 (*) | Euro: 153,73 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 33 | SEMINATIVO | 4 | 62370 | Euro: 225,33 (*) | Euro: 547,59 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 34 | SEMINATIVO | 4 | 123870 | Euro: 447,53 (*) | Euro: 1087,55 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 45 | SEMINATIVO | 4 | 49130 | Euro: 177,50 (*) | Euro: 431,35 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 60 | SEMINATIVO | 4 | 540 | Euro: 2,37 | Euro: 4,74 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 66 | SEMINATIVO | 4 | 64154 | Euro: 231,50 (*) | Euro: 563,26 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 69 | SEMINATIVO | 3 | 1024 | Euro: 5,88 (*) | Euro: 9,78 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 74 | SEMINATIVO | 3 | 7058 | Euro: 40,50 (*) | Euro: 67,44 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 78 | SEMINATIVO | 4 | 255 | Euro: 1,12 | Euro: 2,24 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 80 | SEMINATIVO | 4 | 29700 | Euro: 130,38 | Euro: 260,76 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 1 | SEMINATIVO | 3 | 84970 | Euro: 381,52 (*) | Euro: 746,02 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 32 | SEMINATIVO | 3 | 1830 | Euro: 8,22 (*) | Euro: 16,07 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 36 | SEMINATIVO | 3 | 5180 | Euro: 23,26 (*) | Euro: 45,48 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 40 | INCOLTO | | 1100 | Euro: | Euro: |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 3 | 24 | INCOLTO | | 930 | Euro: | Euro: |
| Totale | | | | | 507951 | | |

Tab. 3.1 – Proprietà e consistenza dei mappali della prima partita

I terreni sopra descritti hanno un'estensione complessiva di circa 50,79 ha. L'area, attualmente ad uso agricolo, è attraversata dall'Autostrada A21, dalla ferrovia, dalla Strada Boschi, da due elettrodotti in AT e due elettrodotti in MT, ed è delimitata da zone principalmente ad uso agricolo. L'area non è attualmente recintata e gli accessi sono situati su Strada Boschi.

Come già riportato, l'intera superficie è interessata dalla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile; questa in parte deriverà da un tradizionale impianto fotovoltaico a terra, in altra parte deriverà da un impianto agrivoltaico avanzato.

L'area interessata dall'impianto agrivoltaico occupa un'estensione di circa 17,43 ha; si trova nella parte più a nord del fondo ovvero l'area oltre i 300 m dall'Autostrada A21 Torino-Piacenza. Questo ambito è suddiviso in tre diversi blocchi che vengono a formarsi oltre lo spazio adibito dall'impianto fotovoltaico a terra; il primo più a est è delimitato da una diversa proprietà, il blocco centrale è si trova a sud della linea ferroviaria Piacenza-Cremona, mentre il blocco più ad ovest si trova al nord della ferrovia.

| Comune | Foglio | Particella | Qualità | Classe | Sup (mq) | Reddito dominicale (€) | Reddito agrario (€) | Sup pannelli AGFV (mq) | Sup pannelli FV (mq) |
|-------------------------|--------|------------|-------------|--------|---------------|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 39 | SEMINATVO | 3 | 37270 | 213,60 (*) | 356,09 | | 6000,79 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 53 | SEMINATVO | 3 | 1200 | 6,88 (*) | 11,47 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 54 | SEMINATVO | 3 | 650 | 3,73 (*) | 6,21 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 144 | SEMINATVO | 3 | 3500 | 20,06 (*) | 33,44 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 146 | SEMINATVO | 3 | 360 | 2,30 (*) | 3,44 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 31 | SEMINATVO | 3 | 16770 | 96,23 (*) | 160,23 | 3423,09 | 867,73 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 32 | SEMIN ARBOR | 3 | 16090 | 92,21 (*) | 153,73 | 4100,56 | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 33 | SEMINATVO | 4 | 62370 | 225,33 (*) | 547,59 | | 21385,3 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 34 | SEMINATVO | 4 | 123870 | 447,53 (*) | 1087,55 | 7843,84 | 22526,61 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 45 | SEMINATVO | 4 | 49130 | 177,50 (*) | 431,35 | 6957,44 | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 60 | SEMINATVO | 4 | 540 | 2,37 | 4,74 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 66 | SEMINATVO | 4 | 64154 | 231,50 (*) | 563,26 | 8055,33 | 5667,56 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 69 | SEMINATVO | 3 | 1024 | 5,88 (*) | 9,78 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 74 | SEMINATVO | 3 | 7058 | 40,50 (*) | 67,44 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 78 | SEMINATVO | 4 | 255 | 1,12 | 2,24 | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 80 | SEMINATVO | 4 | 29700 | 130,38 | 260,76 | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 1 | SEMINATVO | 3 | 84970 | 381,52 (*) | 746,02 | | 20366,53 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 32 | SEMINATVO | 3 | 1830 | 8,22 (*) | 16,07 | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 36 | SEMINATVO | 3 | 5180 | 23,26 (*) | 45,48 | | 630,02 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 40 | INCOLTO | | 1100 | 0,0 | 0,0 | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 3 | 24 | INCOLTO | | 930 | 0,0 | 0,0 | | |
| Totale | | | | | 507951 | | | 30380,26 | 77444,54 |

Tab. 3.2 – Specifica dei mappali interessati dalla parte fotovoltaica e dalla parte agrivoltaica

A livello agricolo queste aree sono gestite con una rotazione triennale a base di colture cerealicole (mais, frumento, medica, soia e pomodoro da industria).

Al momento i terreni interessati del progetto risultano in gestione a tre diversi soggetti uno dei quali è il proprietario del fondo:

- CUAA: CTTMRA61C24F205J - CATTADORI MARIO;
- CUAA: FCCSMN77L70D611U - CASCINA ROSSA DI FACCIOLI SIMONA;
- CUAA: 01391860333 - AZIENDA FACCIOLI S.S. SOCIETA' AGRICOLA.

Il fondo agricolo su cui si intende realizzare l'impianto agrivoltaico è costituito da un corpo unico di forma trapezoidale o quadrangolare, posto ad una altitudine media di circa 38 m s.l.m., presenta una giacitura pianeggiante con pendenze minime inferiori al 1%, l'esposizione prevalente è a sud, gli appezzamenti orientati secondo le vie di deflusso delle acque superficiali.

I poderi Boschi e Casella confinano a sud con l'autostrada A21, ad ovest si trova una Strada Boschi e il ponte che attraversa la ferrovia, a nord da Loc. Boschi si trova una strada secondaria sterrata che circonda il fondo, mentre ad est si trova un filare alberato.

Le vie di accesso sono situate in prossimità di Strada Boschi: la parte nord oltre la ferrovia è servita da una strada sterrata che si dirama da Loc. Boschi, mentre l'accesso della parte a sud della ferrovia è situato in prossimità del cavalcavia dell'autostrada, procede verso ovest lungo la linea ferroviaria e in prossimità di una stazione elettrica si divide in due tronconi; il primo percorre il margine della linea ferroviaria fino a raggiungere la cascina Casella mentre secondo attraversa longitudinalmente il fondo fino a raggiungere la cascina.

Lungo questa carrareccia centrale scorre anche un canale che presenta diversi attraversamenti costituiti da piccoli ponti e opere di presa per attaccare le pompe e gli idranti ai corpi idrici superficiali e permettere l'irrigazione dei lotti.

Le sistemazioni agrarie presenti sono quelle tipiche della zona piacentina i cosiddetti "prosoni". Queste parcelle sono orientate perlopiù in direzione nord e sud; hanno una larghezza media di circa 40 m e una lunghezza variabile da 100 a 350 m. I prosoni presentano una baulatura nella parte centrale ovvero una schiena

d'asino che permette lo sgrondo delle acque superficiali all'interno di piccoli fossi poco profondi (30-50 cm), che convogliano le acque nei capifossi.

Lo sgrondo delle acque avviene in direzione nord-sud, il fosso principale circonda il fondo a nord della ferrovia, la attraversa per poi scorrere a lato della viabilità di accesso alla cascina. Considerando lo stato dei luoghi, le sistemazioni agrarie presenti sono organizzate e realizzate in modo adeguato in quanto non si denotano particolari zone di ristagno idrico superficiale.

Lo sviluppo del progetto agrovoltico (come anche il fotovoltaico a terra) prevede di mantenere inalterate le sistemazioni agrarie presenti, in quanto elementi chiave per garantire l'invarianza idraulica della proposta progettuale. Si prosegue inserendo a profondità variabile i pali porta pannelli fotovoltaici per ottenere una quota costante della superficie di intercettazione solare

Il sistema agro-fotovoltaico proposto prevede la realizzazione delle seguenti operazioni necessarie all'installazione delle varie unità tecnologiche:

- Preparazione del terreno, con la rimozione di asperità naturali affioranti e livellamento superficiale dove necessario, sempre in nell'ottica di mantenere le sistemazioni agrarie esistenti;
- Formazione della viabilità con carreggiata da 4 m e piazzali interni per le esigenze di sicurezza e manutenzione; al netto della viabilità esistente, previo scavo e posa di geo tessuto che ha la funzione di contenere il materiale riciclato di sottofondo dallo spessore di 40 cm;
- Realizzazione di recinzione infissa con pali alti 2,00 m lungo tutto il perimetro con n. 14 punti di accesso, definiti da cancellate a due ante larghe 8,00m;
- Realizzazione delle platee per cabine di campo e cabina di consegna;
- Scavi a sezione obbligata e rinterri per i cavidotti d'impianto e trincee per la posa di condutture interrate, da realizzare prevalentemente su viabilità di servizio interna all'area;
- Infissione dei pali di sostegno e delle strutture tracker monoassiali;
- Montaggio moduli e collegamenti elettrici;
- Piantumazione di essenze arbustive per mitigare l'inserimento visivo.

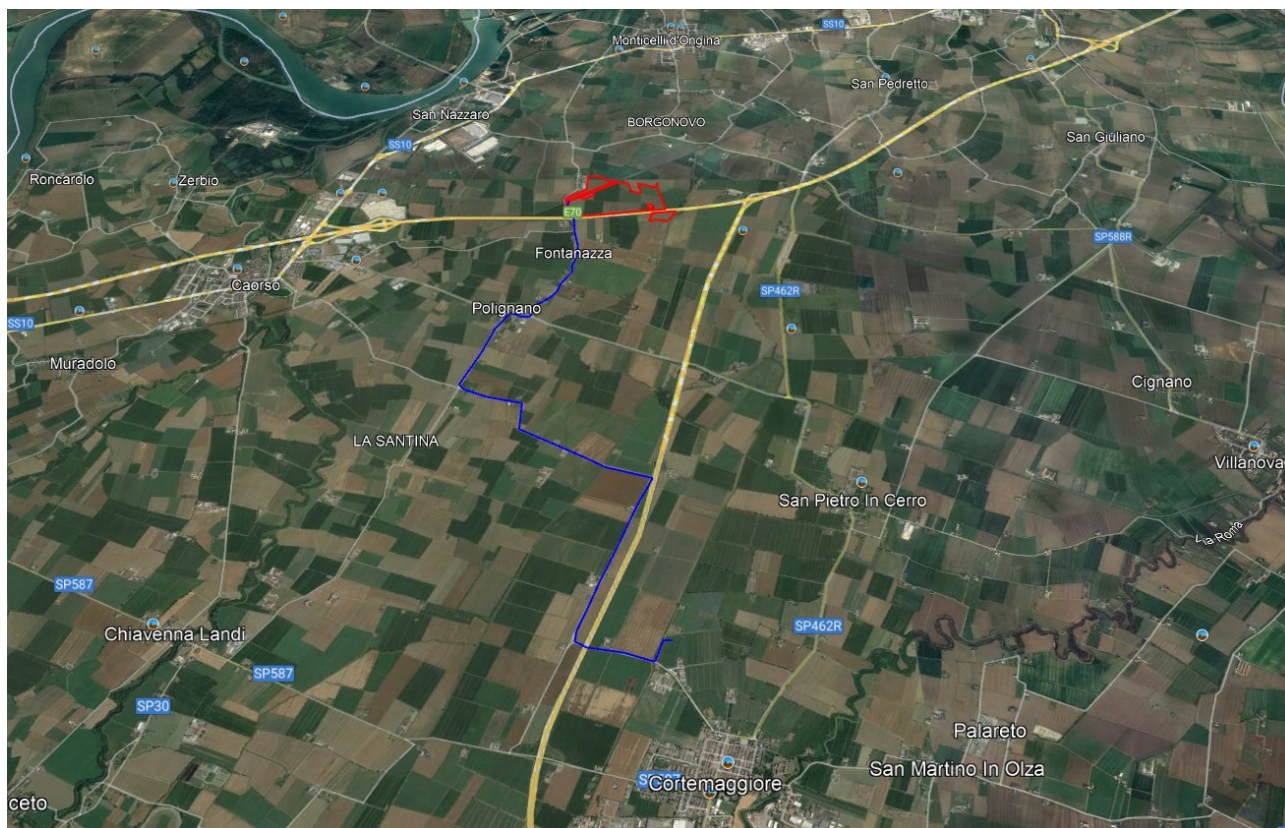


Figura 3.5 –Vista panoramica da Google Earth dell'area interessata dall'impianto e dell'elettrodotto

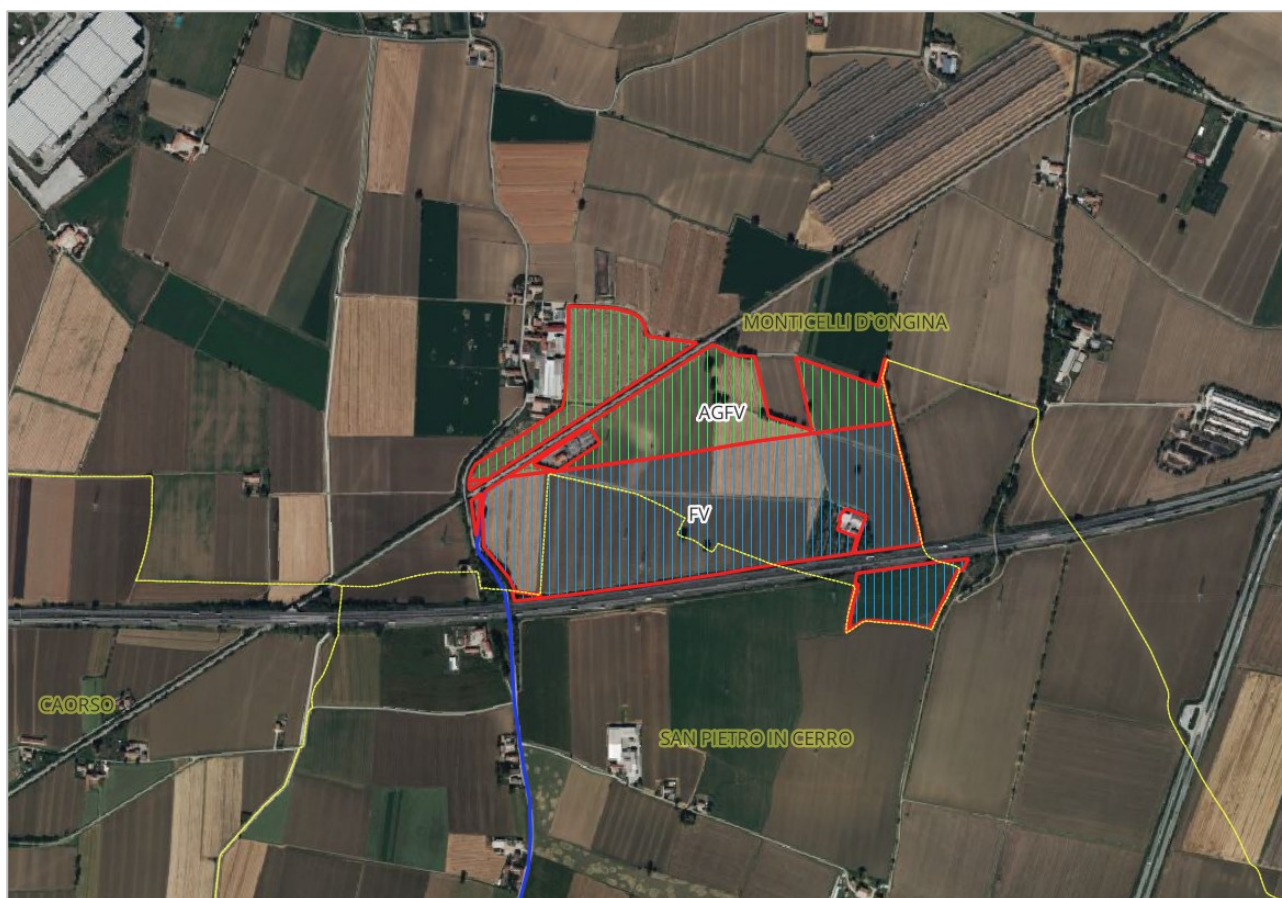


Figura 3.6 –Sovrapposizione dell'area interessata dall'impianto e ortofoto panoramico anno 2021

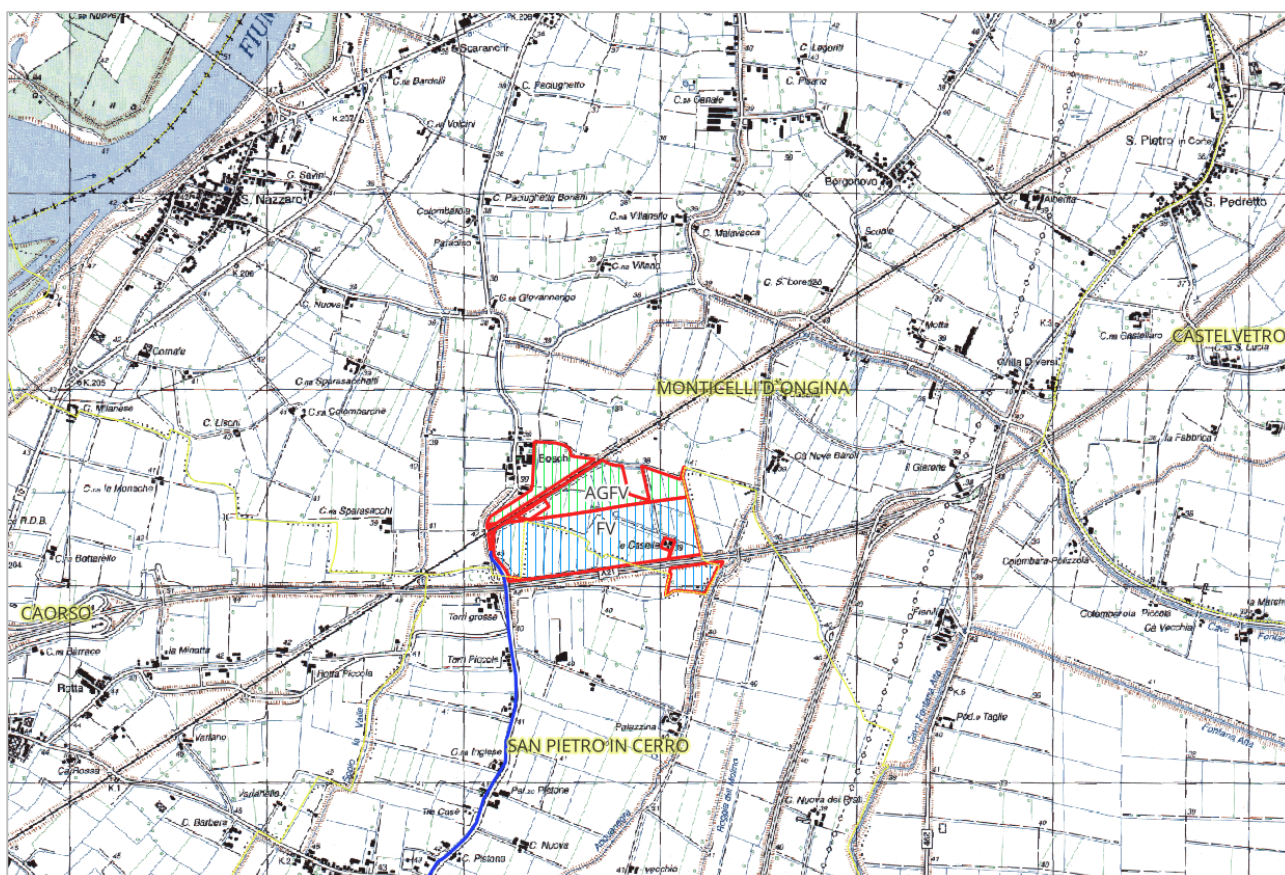


Figura 3.7 – Sovrapposizione dell'area interessata dall'impianto e cartografia IGM 1: 25.000

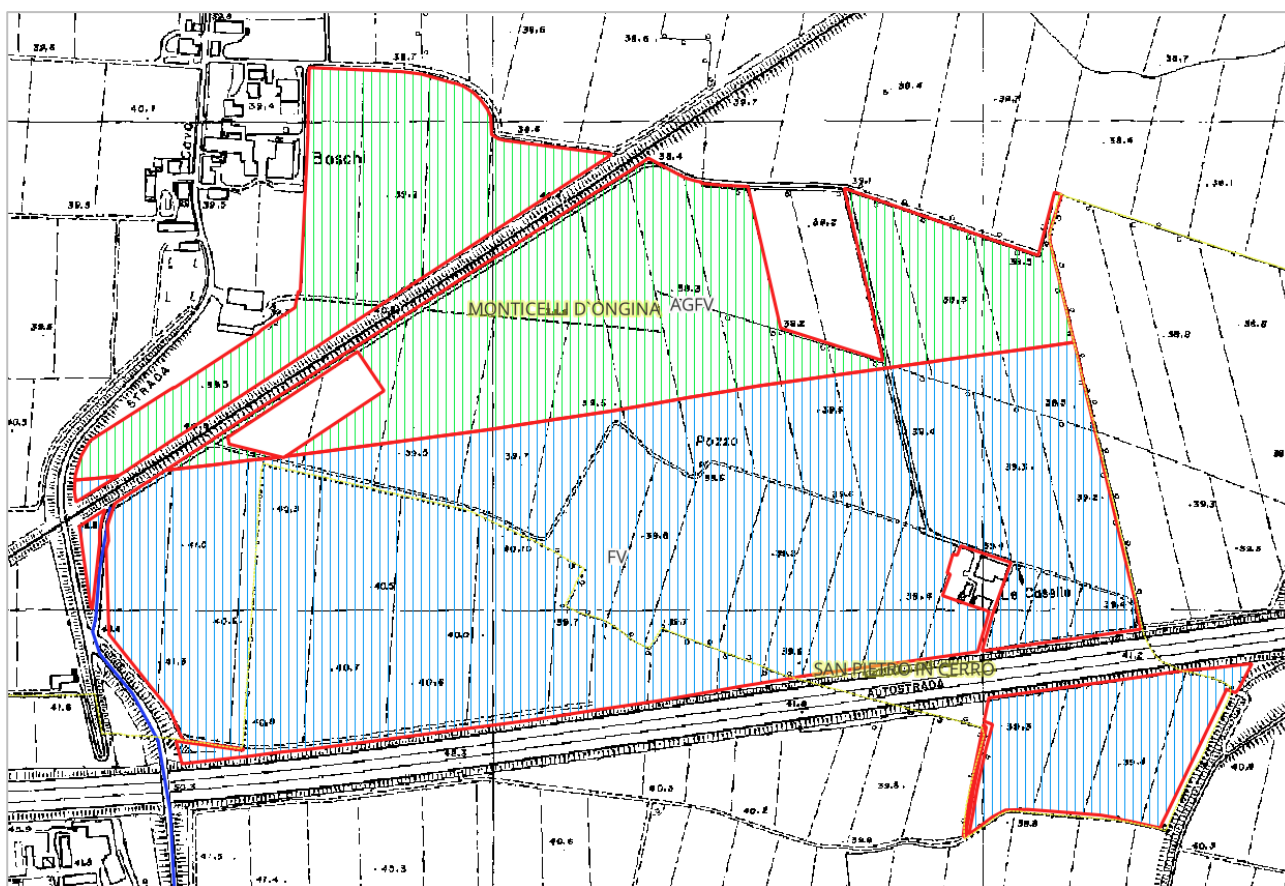


Figura 3.8 – Sovrapposizione dell'area interessata dall'impianto e cartografia CTR 1: 10.000

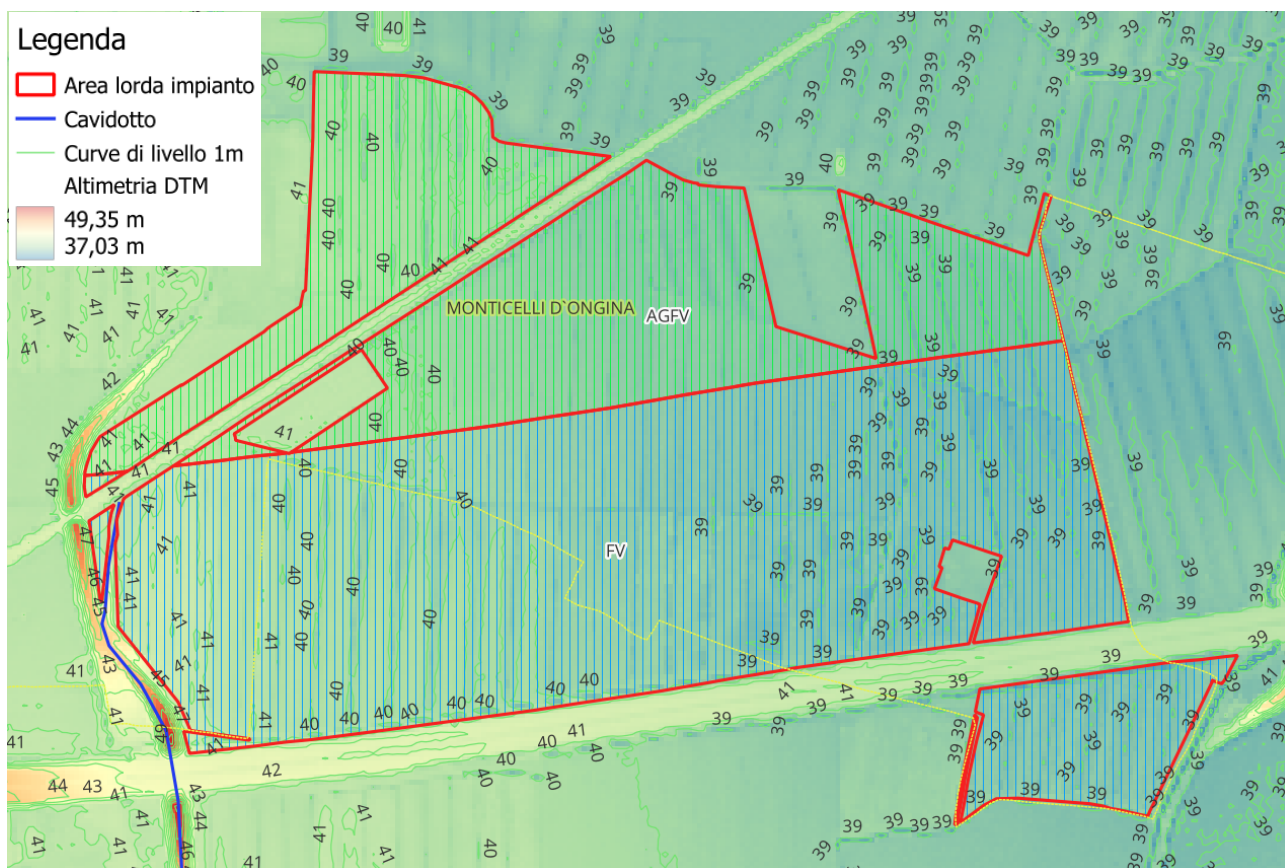


Figura 3.9 – Sovrapposizione dell'area interessata dall'impianto e analisi curve di livello puntuale con definizione classi di quota

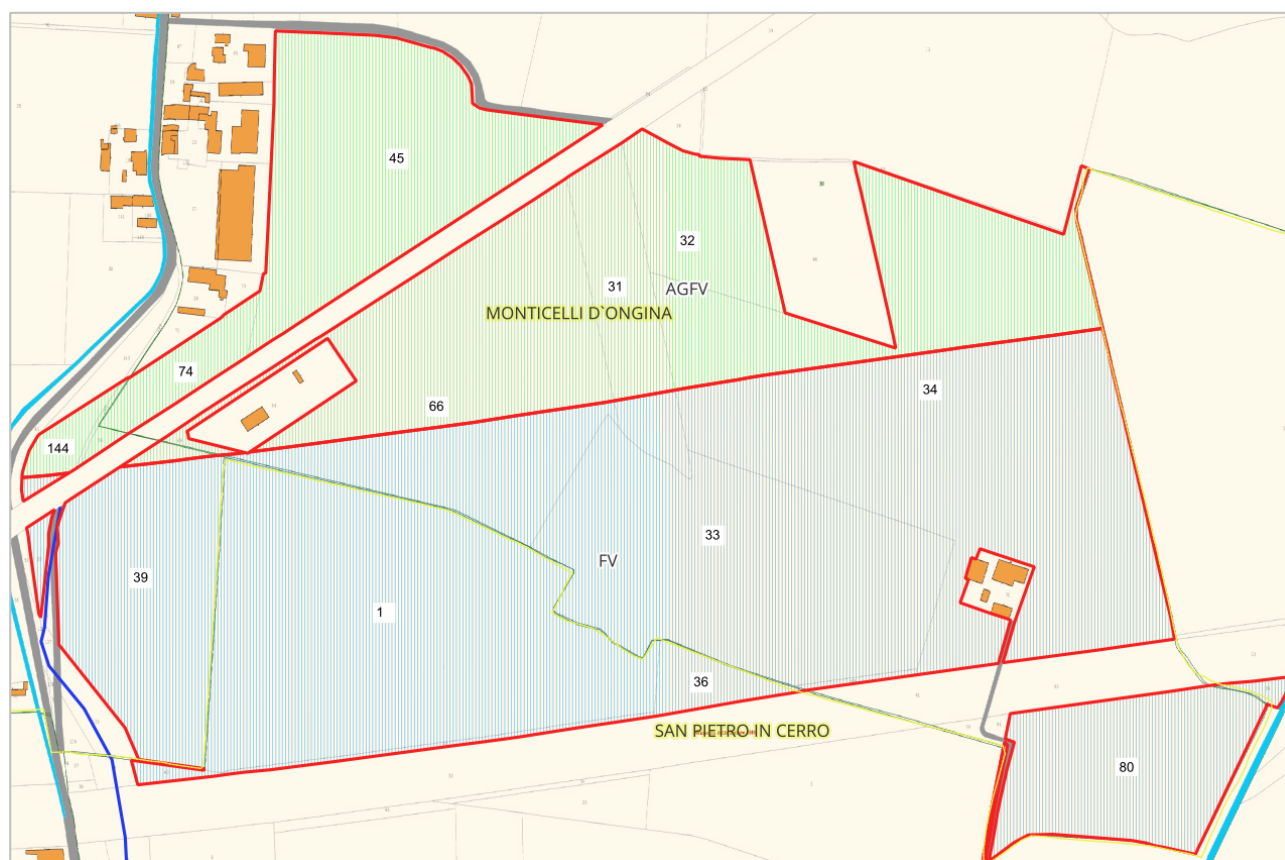


Figura 3.10 – Sovrapposizione dell'area interessata dall'impianto e reticolo catastale



Figura 3.11 -Vista panoramica da Via Boschi, in corrispondenza dell'accesso al fondo - Google Maps



Figura 3.12 - Vista panoramica da autostrada A21 sul lato est del fondo - Google Maps

3.3 Inquadramento dell'area d'intervento

La recente legislazione statale, con l'obiettivo di promuovere uno sviluppo più rapido degli impianti fotovoltaici, con D. lgs 199/2021 ha individuato in via preliminare e transitoria talune aree da considerarsi idonee alla installazione di impianti fotovoltaici, demandando l'individuazione in via generale delle zone reputate idonee e non idonee all'installazione di tali impianti ad un decreto interministeriale da approvare, previa intesa con le Regioni in sede di Conferenza unificata, demandando poi alle stesse Regioni l'adozione di strumenti volti ad individuare le aree non idonee.

La Regione Emilia-Romagna, da sempre molto attiva e in prima linea nella promozione di politiche di sviluppo e massima diffusione degli impianti fotovoltaici sul proprio territorio, di seguito si riportano i principali atti che normano i criteri regionali di localizzazione ed ammissibilità degli impianti fotovoltaici.

D.A.L. n.28 del 6 dicembre 2010

Il 6 dicembre 2010 l'Assemblea Legislativa dell'Emilia - Romagna ha emanato la Delibera n. 28 (D.A.L. 28/2010) avente come oggetto la "Prima individuazione delle aree e dei siti per l'installazione di impianti di produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo della fonte energetica rinnovabile solare fotovoltaica", successivamente modificata con la Deliberazione dell'Assemblea Legislativa dell'Emilia-Romagna n.125 del 23 maggio 2023. Nell'Allegato 1 della Delibera sono elencati e descritti i criteri generali di localizzazione degli impianti fotovoltaici nell'ambito della Regione Emilia-Romagna; per l'individuazione e la localizzazione delle aree e dei siti disciplinati dall'Allegato "occorre fare riferimento alle leggi, ai piani territoriali e urbanistici (regionali, provinciali e comunali) e ai piani settoriali, adottati o approvati, nonché agli atti amministrativi e agli atti di organismi di controllo, i quali stabiliscono le perimetrazioni e gli elenchi degli stessi."

Al punto A) di tale Allegato sono elencate le aree considerate non idonee all'installazione di impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo, che sono:

1. le zone di particolare tutela paesaggistica di seguito elencate, come perimetrare nel piano territoriale paesistico regionale (PTPR) ovvero nei piani provinciali e comunali che abbiano provveduto a darne attuazione:
 - zone di tutela naturalistica (art. 25 del PTPR);
 - sistema forestale e boschivo (art. 10 del PTPR);
 - zona di tutela della costa e dell'arenile (art. 15 del PTPR);
 - invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (art. 18 del PTPR)
 - crinali, individuati dai PTCP come oggetto di particolare tutela, ai sensi dell'art. 20, commi 1, lettera a, del PTPR;
 - calanchi (art. 20, comma 3 del PTPR);
 - complessi archeologici ed aree di accertata e rilevante consistenza archeologica (art. 21, comma 2, lettere a. e b.1. del PTPR);
 - gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 del D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, fino alla determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso degli stessi, ai sensi dell'art. 141-bis del medesimo decreto legislativo;
 - le aree percorse dal fuoco o che lo siano state negli ultimi 10 anni individuate ai sensi della Legge 21 novembre 2000, n. 353 "Legge-quadro in materia di incendi boschivi".
2. le zone A e B dei Parchi nazionali, interregionali e regionali istituiti ai sensi della L. 394/91 nonché della L.R. n. 6/2005;
3. le aree incluse nelle Riserve Naturali istituite ai sensi della L. 394/91 nonché della L.R. n. 6/2005;
4. le aree forestali, così come definite dall'art. 63 della L.R. n. 6/2009, incluse nella Rete Natura 2000

- designata in base alla Direttiva 92/43/CEE (Siti di Importanza Comunitaria) e alla Direttiva 79/409/CEE (Zone di Protezione Speciale) nonché nelle zone C, D e nelle aree contigue dei Parchi nazionali, interregionali e regionali istituiti ai sensi della L. 394/91 nonché della L.R. n. 6/2005;
5. le aree umide incluse nella Rete Natura 2000 designate in base alla Direttiva 79/409/CE (Zone di Protezione Speciale) in cui sono presenti acque lentiche e zone costiere così come individuate con le deliberazioni di Giunta regionale n. 1224/08;

L'area di impianto non è interessata da alcuno degli elementi di tutela in oggetto.

Al punto B) dell'Allegato sono elencate le aree considerate idonee all'installazione di impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo, a determinate condizioni:

1. le zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua (art. 17 del PTPR), qualora l'impianto fotovoltaico sia realizzato da un'impresa agricola e comunque fino ad una potenza nominale complessiva non superiore a 200 Kw;
2. le zone sotto elencate, qualora l'impianto fotovoltaico sia realizzato da un'impresa agricola, la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10% della superficie agricola disponibile, la potenza nominale complessiva dell'impianto sia pari a 200 Kw più 10 Kw di potenza installata eccedente il limite dei 200 Kw per ogni ettaro di terreno posseduto, con un massimo di 1 Mw per impresa e l'impianto risulti coerente con le caratteristiche essenziali e gli elementi di interesse paesaggistico ambientale, storico testimoniale e archeologico che caratterizzano le medesime zone, alla luce delle possibili alternative localizzative nell'ambito delle aree nella disponibilità del richiedente (...);
3. le aree del sistema dei crinali e del sistema collinare ad altezze superiori ai 1.200 metri (art. 9, comma 5, del PTPR), qualora l'impianto fotovoltaico sia destinato all'autoconsumo;
4. le aree agricole, non rientranti nella lettera A, nelle quali sono in essere coltivazioni certificate come agricole biologiche, a denominazione di origine controllata (DOC), a denominazione di origine controllata e garantita (DOCG), a denominazione di origine protetta (DOP), a indicazione geografica protetta (IGP) e a indicazione geografica tipica (IGT) qualora la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10% della superficie agricola in disponibilità dell'azienda agricola e la potenza nominale complessiva dell'impianto sia pari a 200 Kw più 10 Kw di potenza installata eccedente il limite dei 200 Kw per ogni ettaro di terreno nella disponibilità, con un massimo di 1 Mw per azienda;
5. le zone C dei Parchi nazionali, interregionali e regionali, istituiti ai sensi della L. n. 394/91 nonché della L.R. n. 6 del 2005, e le aree incluse nella Rete Natura 2000 designate in base alla Direttiva 92/43/CE (Siti di Importanza Comunitaria) ed alla Direttiva 79/409/CE (Zone di Protezione Speciale) non rientranti nella lettera A punti 4 e 5 qualora la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10% della superficie in disponibilità del richiedente e la potenza nominale complessiva dell'impianto non sia superiore a 200 KW;
6. le aree agricole incluse nelle zone D e nelle aree contigue dei Parchi nazionali, interregionali e regionali istituite ai sensi della L. 394/91 nonché della L.R. n. 6/2005 qualora la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10% della superficie agricola in disponibilità del richiedente e la potenza nominale complessiva dell'impianto sia pari a 200 Kw più 10 Kw di potenza installata eccedente il limite dei 200 Kw per ogni ettaro di terreno nella disponibilità, con un massimo di 1 Mw per richiedente;
7. le aree in zona agricola non rientranti nella lettera A) e nei punti precedenti della presente lettera B), qualora l'impianto occupi una superficie non superiore al 10% delle particelle catastali contigue nella disponibilità del richiedente. Non costituiscono fattori di discontinuità i corsi d'acqua, le strade e le altre infrastrutture lineari. Per i Comuni montani, l'impianto non può superare la quota del 10% delle particelle

catastali anche non contigue nella disponibilità del richiedente.

D.A.L. n.125 del 23 maggio 2023

La D.A.L. 125/2023 Specificazione dei criteri localizzativi per garantire la massima diffusione degli impianti fotovoltaici e per tutelare i suoli agricoli e il valore paesaggistico e ambientale del territorio. (Delibera di Giunta n. 214 del 13 febbraio 2023) trova applicazione dalla data della sua pubblicazione sul BURERT (bollettino n.149 del 07/06/2023 contenente la versione errata del documento e bollettino n.152 del 08/06/2023 contenente la versione corretta). La delibera approva i seguenti criteri localizzativi degli impianti fotovoltaici:

1. nella lettera A) dell'Allegato I della delibera assembleare n. 28 del 2010 sono aggiunte le fasce di tutela fluviale di cui all'articolo 17 del Piano Territoriale Paesaggistico regionale (PTPR), fermo restando la disciplina circa l'idoneità alla localizzazione degli impianti fotovoltaici nelle discariche e nelle infrastrutture del Servizio Idrico Integrato (SII) collocate nei medesimi ambiti, nonché nelle cave dismesse nei limiti di cui al successivo punto 4;
2. nella lettera B) dell'Allegato I della delibera assembleare n. 28 del 2010:
 - 2.1. è soppresso il punto B.2. e nei restanti punti sono eliminati i requisiti soggettivi, nonché quelli di potenza massima degli impianti fotovoltaici installabili, ad esclusione del requisito dell'autoconsumo;
 - 2.2. fatto salvo quanto previsto al successivo punto 2.3, si specifica che nelle aree agricole considerate idonee *ope legis* di cui all'art. 20, comma 8, lett. c-ter del d.lgs. n.199 del 2021 gli impianti possono interessare il 100% delle aree agricole, evitando qualsiasi intervento che non consenta il pieno ripristino agricolo dello stato dei luoghi. La medesima specificazione opera per le aree agricole elencate nella lettera C), punto 1 dell'Allegato I della delibera assembleare n. 28 del 2010.

Nelle aree agricole interessate da coltivazioni certificate, sono ammessi esclusivamente impianti agrivoltaici avanzati rispondenti alla normativa tecnica di riferimento, ivi compresi gli impianti agrivoltaici con tecnologia di tipo verticale. Per coltivazioni certificate si intendono le produzioni a qualità regolamentata ed in particolare le produzioni biologiche ai sensi del reg. (UE)848/2018, il sistema di qualità nazionale produzione integrata (art. 2, legge n. 4 del 2011), le denominazioni d'origine e le indicazioni geografiche ai sensi del reg. (UE)1151/2012, del reg. (UE)1308/2013, nonché le superfici con coltivazioni che rispettano disciplinari di produzione. Con apposita delibera di Giunta sono specificati i criteri per l'individuazione delle aree interessate dalle coltivazioni sopra richiamate. Trascorsi 3 anni dal momento in cui sia dismessa la coltivazione certificata, l'area agricola interessata diviene idonea all'installazione di impianti fotovoltaici a terra;
 - 2.3. nelle aree agricole di cui all'art. 20, comma 8, lett. c-quater, del d.lgs. n. 199 del 2021, nonché in quelle non dichiarate idonee dalla legislazione statale vigente, continua a trovare applicazione quanto previsto dalla lettera B), punto 7, dell'Allegato I della delibera assembleare n. 28 del 2010. Si conferma, inoltre, che le aree coltivate non occupate dall'impianto fotovoltaico devono essere contigue allo stesso, con la precisazione che tra le aree asservite all'impianto possono essere computate anche le aree non idonee di cui alla lettera A) dell'Allegato I della delibera assembleare n. 28 del 2010, che siano destinate all'attività agricola, nonché aree con coltivazioni certificate;
3. fuori dai casi di cui al precedente punto 2.2., nelle aree agricole interessate da coltivazioni certificate sono ammessi esclusivamente impianti agrivoltaici avanzati, rispondenti alla normativa tecnica di riferimento, ivi compresi gli impianti agrivoltaici con tecnologia di tipo verticale purché, in entrambi i casi, la proiezione a terra dei pannelli e delle strutture di sostegno, nella loro maggiore estensione, non superi la misura massima del 10% delle aree nella disponibilità del richiedente. La Giunta regionale, con

apposita delibera, sentita la Commissione assembleare competente, può individuare i casi nei quali siano ammesse quote più elevate di aree interessate da impianti agrivoltaici, a seguito del monitoraggio dell'impatto degli impianti realizzati sulle colture, sul risparmio idrico, sulla produttività agricola per le diverse tipologie di colture e sulla continuità delle attività agricole e pastorali delle aziende agricole interessate. Si precisa inoltre, che, ai fini dell'installazione degli impianti, è necessaria l'elaborazione di una dichiarazione asseverata di un tecnico abilitato avente i contenuti del Programma di Riconversione o Ammodernamento dell'attività agricola (PRA), in conformità alla disciplina regionale vigente. Trascorsi 3 anni dal momento in cui sia dismessa la coltivazione certificata, l'area agricola interessata diviene idonea all'installazione di impianti fotovoltaici a terra, sempre nel limite del 10% delle aree nella disponibilità del richiedente.

Di seguito si riporta il calcolo delle diverse superficie con l'obiettivo di verificare la superficie pannellata dell'impianto Agrivoltaico nel rispetto della misura massima del 10% delle aree nella disponibilità del richiedente. **Come emerge dai calcoli della Tab3.3 il parametro richiesto è verificato.**



Figura 3.13 – In giallo la superficie in disponibilità dell'impianto agrivoltaico

| Tipologia di Superficie | | mq |
|-------------------------|---|-----------|
| A | Sup. Totale in disponibilità | 507951,00 |
| B | Sup. occupata aree recintate da impianto FV | 199480,00 |
| C | Sup. Netta disponibile (C=A-B) | 308471,00 |
| D | Sup. occupata da pannelli della parte AGFV Proiezione a terra sup. pannelli con max estensione | 30007,36 |
| E | % Sup occupata da Agrivoltaico Avanzato (E=D/C) | 10% |

Tab. 3.3 – Dettaglio del calcolo della superficie max del 10% occupata dall'impianto AGFV

D.A.L. 22 APRILE 2024, N. 693

La Deliberazione Della Giunta Regionale 22 Aprile 2024, N. 693 Criteri per l'individuazione delle aree interessate da coltivazioni certificate e procedure di controllo ai fini dell'installazione di impianti fotovoltaici in area agricola, redatta a seguito delle ultime normative statali settoriali, stabilisce i criteri per l'individuazione delle aree interessate dalle coltivazioni certificate, nonché le procedure atte a verificare la presenza di una o più colture certificate sulle superfici agricole interessate da impianti fotovoltaici ai fini della localizzazione degli impianti stessi, secondo quanto definito nell'Allegato 1 parte integrante e sostanziale della deliberazione.

La DAL indica le procedure di controllo inerenti all'istruttoria delle istanze relative all'installazione d'impianti fotovoltaici a terra e agrivoltaici (di base e avanzati) presentate alle Autorità competenti ed è volta ad assicurare il rispetto dei criteri di localizzazione definiti dalla deliberazione assembleare n. 125 del 23 maggio 2023. La prima verifica a cui sottoporre l'area di futuro impianto è la verifica della conduzione agricola sui terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto, mediante consultazione della banca dati dell'Anagrafe regionale delle aziende agricole e la presenza di coltivazioni certificate nei tre anni precedenti alla richiesta di realizzazione dell'impianto in esame. Qualora l'esito di tale verifica risulti negativo, la superficie sarà da considerarsi compatibile con l'installazione di impianti fotovoltaici a terra nella misura e alle condizioni di occupazione percentuale del suolo previste al paragrafo 1, lettera c), punti 2.2 e 2.3 della deliberazione assembleare n. 125 del 23 maggio 2023. Qualora l'area destinata ad uso agricolo risultasse solo parzialmente interessata da coltivazioni oggetto di certificazione di qualità, verrà comunque considerata alla stregua di certificata nella sua totalità e quindi soggetta alle limitazioni disciplinate al paragrafo 1, lettera c), punto 3 della deliberazione assembleare n. 125 del 23 maggio 2023.

Le produzioni agricole certificate oggetto delle verifiche della presente DAL, sono:

- le produzioni biologiche ai sensi del Reg. (UE) n. 848/2018;
- le produzioni registrate presso il sistema di qualità nazionale produzione integrata (art. 2 della Legge n. 4 del 2011);
- le produzioni a denominazione d'origine e ad indicazione geografica, ai sensi del Reg. (UE) n. 1151/2012 e del Reg. (UE) n. 1308/2013, ottenute da produzioni vegetali realizzate nel territorio regionale e sottoposte al rispetto dei relativi disciplinari di produzione;
- i foraggi prodotti nella zona d'origine del formaggio DOP Parmigiano-Reggiano, individuati nel Disciplinare di produzione approvato con Regolamento (UE) n. 794/2011 e successive modifiche.

Alla luce dell'obiettivo che si pone la legislazione della regione Emilia-Romagna, si cercherà di approfondire gli aspetti connessi alle tutele dell'ambito agricolo che caratterizzano l'areale di riferimento circostante all'area di intervento.

In primis si è fatta una disamina delle varie denominazioni di prodotti DOP e IGP della Emilia-Romagna e in particolare nella provincia di Piacenza e sono emersi i seguenti elementi di tutela:

Vini con denominazione DOCG:

- Nessuna denominazione;

Vini con denominazione DOC:

- Gutturio DOC;
- Colli Piacentini DOC
- Ortrugo DOC;

Vini con denominazione IGT:

- Terre di Veleja IGT;

- Val Tidone IGT;

Prodotti con denominazione DOP:

- Formaggio Grana Padano;
- Formaggio Provolone Valpadana;
- Coppa piacentina;
- Salame piacentino;
- Pancetta piacentina;

Prodotti con denominazione IGP:

- Cotechino di Modena;
- Mortadella di Bologna;
- Salame di Cremona;
- Salamini italiani alla cacciatora;
- Zampone di Modena;

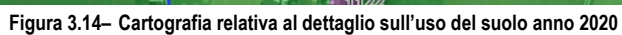
L'area interessata dal progetto non è interessata da vigneti, inoltre gli ambiti interessati dal progetto risultano al di fuori degli areali di produzione; pertanto, si esclude la presenza di tutte le denominazioni DOP, DOC e IGT legate al settore vitivinicolo.

Lo stesso dicasi per le produzioni legate all'ambito zootecnico, in quanto nessuna delle tre aziende che conducono i fondi svolge attività zootecnica bovina legata alla produzione di latte, pertanto possono essere escluse tutte le denominazioni legate alle produzioni di formaggi.

Infine, non si rilevano attività zootecniche legate alla produzione di suini da ingrasso, pertanto, possono essere escluse tutte le denominazioni IGP legate alla produzione di insaccati, sia DOP che IGP.

Consultano i fascicoli aziendali delle aziende agricole che hanno condotto e conducono le superficie oggetto di intervento non si evidenziano coltivazioni condotte in agricoltura biologica.

Si riporta ora un estratto della cartografia dell'Uso del suolo, edizione 2020, in cui si evidenzia che tutta l'area in oggetto è interessata dalla coltivazione di seminativi semplici irrigui (2121), con limitata presenza di siepi e fasce boscate.



4 POTENZIALITÀ PRODUTTIVA DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

L'impianto agrovoltaiico è stato progettato in modo che la sua installazione lasci ampio spazio alla coltivazione dell'area occupata. Considerando una distanza di 6,5 m tra le file di pannelli ad inseguimento, con i pannelli in posizione verticale, le fasce pienamente coltivabili hanno un'ampiezza di 5 m da cielo a terra. Il tracker monoassiale può raggiungere una posizione inclinata di 55°, il punto più alto raggiungere un'altezza di 4,12 m mentre il punto più basso raggiunge i 2,15 m dal suolo, con questa configurazione è possibile lavorare e coltivare anche le zone sotto il pannello e prossime al palo. Questa configurazione consente di mantenere in coltivazione di quasi tutta la superficie complessiva impegnata dall'impianto, anche se ovviamente i filari fotovoltaici rappresentano un ostacolo che può essere gestito agevolmente con l'adozione di adeguate soluzioni tecnologiche che rientrano nell'agricoltura di precisione. La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo, che possono avere effetti positivi, nulli o negativi, in funzione delle specifiche esigenze della specie coltivata.

4.1 Radiazione solare e ombreggiamento

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013 a). La radiazione solare, insieme all'acqua e all'anidride carbonica, è uno dei reagenti alla base della fotosintesi clorofilliana e pertanto è un fattore essenziale per l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli.

Le piante, tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (radiazione fotosinteticamente attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione globale. Le piante peraltro riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR. Va sottolineato che, in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunge la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta, e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente. La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa.

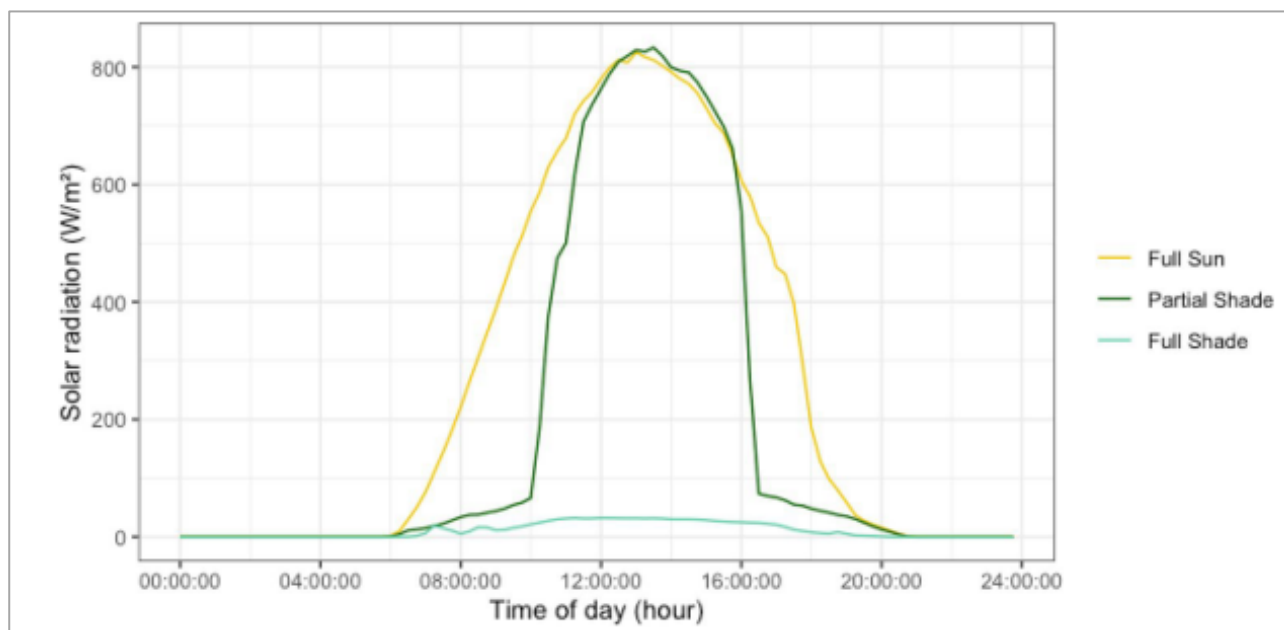


Fig. 4.1 – Flusso medio giornaliero di irraggiamento solare in sistema agri voltaico con tracker monoassiale (Graham, 2021)

Nel presente impianto si stima che la riduzione **media annua** della **radiazione diretta** sia del 75-80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1.42 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 20-25 %. In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile-estivo durante il quale si realizza lo sviluppo della maggior parte delle piante coltivate essendone soddisfatte le esigenze termiche, per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile dei pannelli fotovoltaici adottata in progetto, per effetto di riflessione consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

Per quanto riguarda il livello di saturazione per l'intensità luminosa, le piante vengono classificate in eliofile e sciafile. Le prime richiedono un'elevata quantità di radiazione, mentre le sciafile soffrono per un eccesso di illuminazione, anche se la maggior parte delle piante coltivate devono essere considerate sciafile facoltative in quanto nelle normali condizioni di coltivazione l'elevata fittezza di semina comporta sempre l'instaurarsi di un ambiente sub-ottimale per l'illuminazione.

Alcuni studi, condotti in Germania, hanno riportato una prima valutazione del comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa. Di seguito viene descritta una sintetica classificazione bibliografica delle colture in base alla loro tolleranza alla copertura da parte di pannelli fotovoltaici (Oberfell, 2013):

- **colture non adatte:** piante con un elevato fabbisogno di luce, come ad es. frumento, farro, mais, alberi da frutto, girasole, cavolo rosso, cavolo cappuccio, miglio, zucca. In queste colture anche modeste densità di copertura determinano una forte riduzione della resa;
- **colture poco adatte:** cavolfiore, barbabietola da zucchero, barbabietola rossa;
- **colture adatte:** segale, orzo, avena, cavolo verde, colza, piselli, asparago, carota, ravanella, porro, sedano, finocchio, tabacco. Per queste specie un'ombreggiatura moderata non ha quasi alcun effetto sulle rese;
- **colture mediamente adatte:** cipolle, fagioli, cetrioli, zucchine;
- **colture molto adatte:** colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese quantitative (patata, luppolo, spinaci, insalata, fave).

In generale, si considerano piante con elevate esigenze di intensità di radiazione i cereali, le piante da zucchero, le specie oleaginose, da fiore e da frutto. Sono invece considerate sciafile, con basse esigenze luminose, le specie da fibra, le piante foraggere e alcune piante orticole, nelle quali l'elevata fittezza di semina e l'ombreggiamento sono realizzati agronomicamente per accentuare l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra, foraggio e foglie, per effetto della maggiore presenza dell'ormone della crescita (auxina) che è foto-labile. Nell'insalata, ad esempio, un leggero ombreggiamento aumenta lo sviluppo fogliare e riduce lo spessore delle foglie, rendendo il prodotto anche di migliore qualità commerciale.

4.2 Temperatura

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare. Sebbene sia lecito attendersi una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera, e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale (Panozzo et al., 2019).

Al di sotto dell'impianto fotovoltaico, inoltre è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino, e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole.

L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento) o pannelli

fotovoltaici; l'ombreggiamento riduce la percentuale di nicotina nel tabacco e, nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate.

Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agri-voltaico.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente a ciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate. I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di topo, etc.), che hanno zero di vegetazione molto bassi, vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agrovoltivo (Mercier et al., 2020). Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale.

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16° C in molti cereali autunno- primaverili); in tali condizioni le radici possono accrescersi maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse (raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

4.3 Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è definita dalla somma delle perdite di acqua per evaporazione dal terreno e di traspirazione fogliare. Delle due, solo la perdita dalla pianta è utile all'accrescimento delle piante poiché mantiene gli stomi aperti, e quindi consente gli scambi gassosi utili alla fotosintesi (ingresso di anidride carbonica nella foglia). In condizioni di ombreggiamento è lecito attendersi una riduzione della traspirazione fogliare, e in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo.

Nel frumento è stato stimato che al 50% di ombreggiamento si verifichi una riduzione del 30-35% dell'evapotraspirazione (Marrou et al., 2013a), con un risparmio di circa 200 mm di acqua rispetto ai 600 mm normalmente richiesti dalla coltura in pieno sole nei territori della Pianura Padana. Poiché in Italia, la carenza idrica in fase di riempimento della granella ha conseguenze negative marcate sulla resa e sulla qualità ("stretta del grano"), il parziale ombreggiamento che si realizza nel sistema agri-voltaico deve essere considerato positivamente per questa coltura.

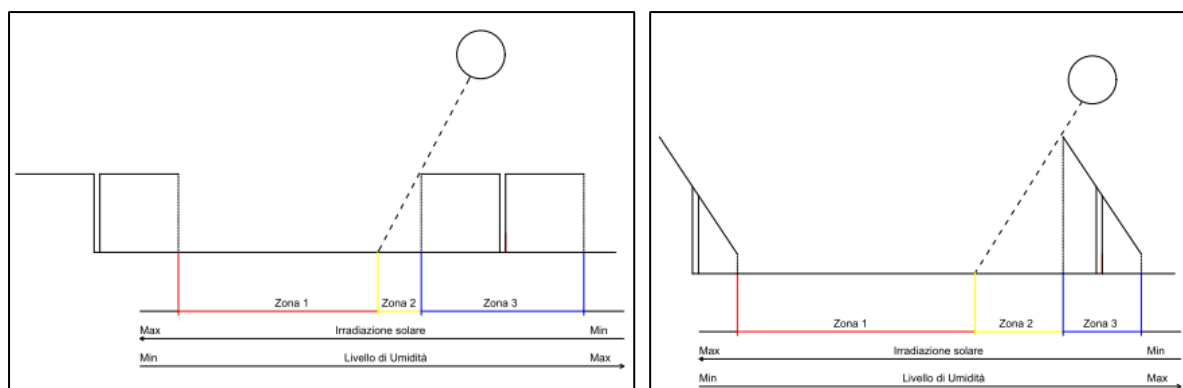


Fig. 4.2 – Simulazione delle caratteristiche microclimatiche locali in funzione dell'inclinazione

Nella Zona 2 e 3, ai fini agronomici, è invece apprezzabile l'influenza che i pannelli fotovoltaici ha sui fattori connessi alla componente acqua. Sperimentazioni in pieno campo su impianti agrovoltai (Elnaz Hassanpour Adeg et al. 2018) hanno rilevato una minore potenziale evapotraspirazione a causa della diminuzione della radiazione solare in tutto il periodo di osservazione che ha comportato un più lento prosciugamento dell'acqua del suolo immagazzinata. Il minor tasso di prosciugamento nelle Zona 2 e 3 ha lasciato anche riserve d'acqua nel suolo disponibili in tutto il periodo (soprattutto a partire da 40 cm di profondità) e ha consentito alle foraggere coltivate un accumulo di biomassa maggiore, rispetto alla Zona 1.

4.4 Potenziali effetti microclimatici del sistema in esame

La tipologia di impianto proposto ha, dal punto di vista micrometeorologico, un impatto molto più limitato di quello di impianti fotovoltaici senza inseguimento. (Marrou et al. 2013) e (Elamri et al. 2018) hanno infatti evidenziato una sostanziale invarianza dei parametri microclimatici in impianti agro-voltai ad inseguimento, ad eccezione della radiazione incidente.

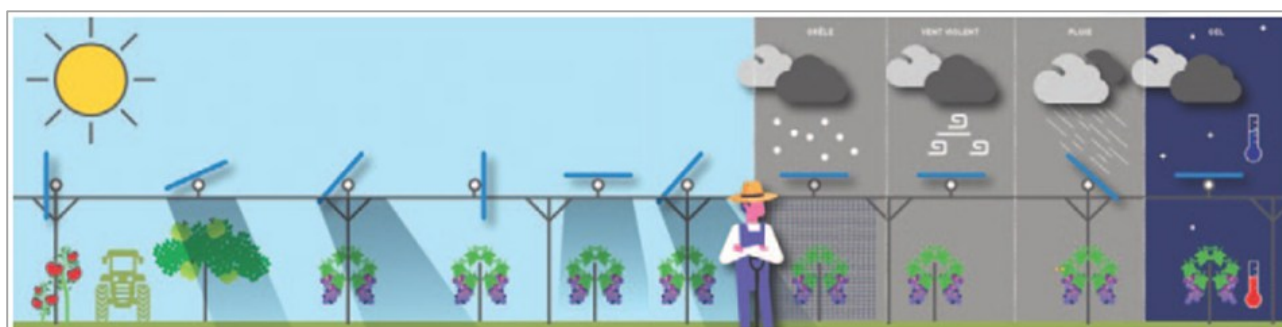


Fig. 4.3 – Simulazione dell'interazione tra cultura e impianto FV in varie condizioni microclimatiche

In condizioni di lavoro dell'impianto, nel caso di vento forte i pannelli vengono posti in posizione orizzontale. In questa posizione, l'impatto sulla ventosità al suolo è minimo, se non addirittura di limitazione della velocità del vento a livello del terreno. Si ricorda inoltre che l'impianto sul lato sud verrà contornato da una siepe boscata perimetrale, che svolgerà anche una rilevante funzione frangivento. Un filare di alberi riduce la ventosità sotto al 50% del valore iniziale fino a una distanza pari a 10-12 volte la sua altezza. Nel caso del presente impianto, ciò limita notevolmente la possibilità che si crei un flusso preferenziale al di sotto dei pannelli, proteggendo di fatto le colture dagli eccessi di ventosità.

Nelle normali condizioni operative, la presenza dei pannelli inclinati riduce la ventosità proveniente da tutti i punti cardinali, salvo che nel caso di vento con direzione allineata con le file dell'impianto, caso in cui l'impianto non influisce in maniera rilevante, dato che la dimensione dei pannelli non è tale da determinare variazioni significative della ventosità, secondo il cosiddetto effetto canyon.

La presenza dei pannelli potrebbe inoltre determinare una concentrazione dell'acqua di precipitazione nelle zone di terreno immediatamente sottostanti ai bordi dei pannelli. L'effetto è, comunque, da considerare trascurabile: in caso di precipitazioni di particolare intensità, i pannelli si pongono in posizione prossima alla verticale, per ridurre il rischio di danni ai pannelli stessi ma, di fatto, limitando al minimo il loro impatto sulla distribuzione della piovosità alla micro-scala. Nel caso di piovosità non particolarmente intense, i pannelli possono rimanere in posizione di lavoro e ciò potrebbe determinare una concentrazione dell'acqua nella zona sottostante. Si fa però notare che:

1. I pannelli si muovono nel corso della giornata e ciò ripartisce la caduta di acqua dai pannelli su una zona più ampia di quella che si avrebbe con pannelli fissi;
2. I pannelli hanno una larghezza di circa 5,00 m. Considerando un fronte di 1 m di lunghezza, la quantità di acqua che arriva al suolo per scorrimento sul pannello è pari a 5,00 l/mm di piovosità, ripartiti lungo tutta la durata dell'evento piovoso.

Tenendo conto che i pannelli si muovono nel corso della giornata da una posizione prossima alla verticale fino ad un'angolazione dipendente dalla stagione, in relazione all'altezza massima del sole sull'orizzonte, l'acqua di scorrimento sui pannelli ricadrà all'interno dell'area sottostante, su una superficie che varia tra 0,82 m² e 1,93 m² per m lineare di pannello, a seconda del momento dell'anno e, quindi, della massima altezza sull'orizzonte del sole.

Assumendo una ripartizione dell'acqua su una superficie media di 1.4 m², la quantità di acqua che arriva al suolo nell'area sottostante al bordo dei pannelli è circa pari a 3.57 l/m² per mm di acqua caduta, corrispondenti ad un'altezza d'acqua di 3,57 mm. Anche considerando una permeabilità mediocre del terreno (circa 10 mm/h), la quantità di acqua di caduta dai pannelli può essere assorbita dal terreno senza determinare alcun fenomeno di ristagno fino a intensità di pioggia di 3- 4 mm/h. Anche, oltre a questa intensità, l'acqua in eccesso può essere smaltita in breve tempo, senza determinare ristagni idrici. Si sottolinea inoltre che il mantenimento di un cotico erboso nell'area sottostante ai pannelli permette un miglioramento della struttura del terreno e, soprattutto, ostacola la formazione di strati superficiali a bassa permeabilità. Per quanto riguarda la potenzialità produttiva delle colture sotto l'impianto agrovoltico, si ricorda ancora che le stime della radiazione disponibile al suolo considerano la radiazione solare diretta incidente sull'impianto e che, in condizioni reali, la radiazione diffusa (anche per effetto dei pannelli, suolo, ecc) può incrementare in maniera rilevante la disponibilità di energia al suolo.

Gli studi attualmente disponibili sullo sviluppo di colture al di sotto di impianti agri-voltaici indicano comunque effetti molto limitati sulla morfologia delle piante, e, in particolare, l'assenza di fenomeni di eziolatura delle piante. Va sottolineato che, in ambienti caldi e con elevata radiazione come quelli del Sud-Europa, molte colture vengono comunemente realizzate con apprestamenti protettivi che riducono la radiazione al suolo, ottenendo comunque produzioni di elevato valore, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Per le colture orticole, come ad esempio pomodori, lattughe ed altre specie da taglio, la produzione in ambienti semi-controllati (es. tunnel) o la schermatura con reti ombreggianti è una pratica comune, che non solo non determina problemi alle piante, ma, anzi, consente di evitare eccessi radiativi con danni alle produzioni e limita le richieste idriche delle colture stesse (Ravishankar et al., 2021, Ezzaeri et al., 2018).

5 GESTIONE DELLA COMPONENTE AGRICOLA

5.1 Normative e Linee guida in materia di impianti Agrivoltaici

Le normative di riferimento in materia di agrivoltaico sono:

- Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici pubblicate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica;
- Decreto Ministeriale 436/2023 – “Decreto agrivoltaico”;
- DM Agrivoltaico – Regole operative – Allegato 1 al Decreto di approvazione;
- UNI/PdR 148/2023 – Sistemi agrivoltaici – Integrazione di attività agricole e impianti fotovoltaici;
- Norma CEI PAS 82-93 del 2023-12 – Impianti agrivoltaici.

5.2 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

Di seguito vengono riportati i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi, come indicati nelle linee guida 2022 (Fig. 5.1):

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

In funzione del rispetto di tali requisiti, come mostrato nella seguente figura, gli impianti agrivoltaici possono avvalersi delle seguenti definizioni:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “agrivoltaico”. Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2.
- Il rispetto dei requisiti A, B e C è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “agrivoltaico elevato”. Tale
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di “impianto agrivoltaico avanzato” e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.
- Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR “impianto agrivoltaico avanzato e innovativo”, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico”, come previsto

dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.



Fig. 5.1 – Definizione impianto agrivoltaico in funzione del rispetto dei requisiti Fonte: Norma CEI PAS 82-93 del 2023-12

5.3 Valutazione del Requisito A) occupazione del suolo e definizione di Agrovoltaco

Ai fini di una corretta gestione dell'impianto agro fotovoltaico, uno dei principali elementi da approfondire è quello inerente all'utilizzo del suolo e alla sua destinazione funzionale secondo la classificazione prevista dalla Norma CEI PAS 82-93 del 2023-1, che recepisce e chiarifica le Linee Guida del MITE.

A tal scopo è necessario distinguere e definire le varie porzioni del sistema agrivoltaico (Fig. 5.2):

- La superficie agricola utilizzata (SAU);
- La superficie del sistema agrivoltaico (S_{tot});
- La superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici (S_{pv});

Superficie agricola utilizzata (SAU) = È la superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo. Essa include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti altri terreni agricoli utilizzati, incluse le superfici in fase di impianto. La SAU esclude le coltivazioni da legno (pioppeti, noceti e specie forestali) e le superfici a bosco naturale;

Superficie del sistema agrivoltaico (S_{tot}) = È una parte della superficie agricola utilizzata (SAU) che comprende sia la superficie utilizzata correlata all'impianto agrivoltaico che la superficie totale su cui insiste. Non fanno parte della S_{tot} le Tare agricole (ad es. fossi, strade, canali, ecc), mentre ne fanno parte le opere di mitigazione perimetrali anche se esterna alla recinzione purché si tratti di aree coltivate e comprese nel piano agronomico;

Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici (S_{pv}) = Porzione dell'appezzamento che si ricava dalla somma delle superfici individuate dalla proiezione al suolo del profilo esterno di massimo ingombro di tutti e soli moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (compresa la loro cornice).

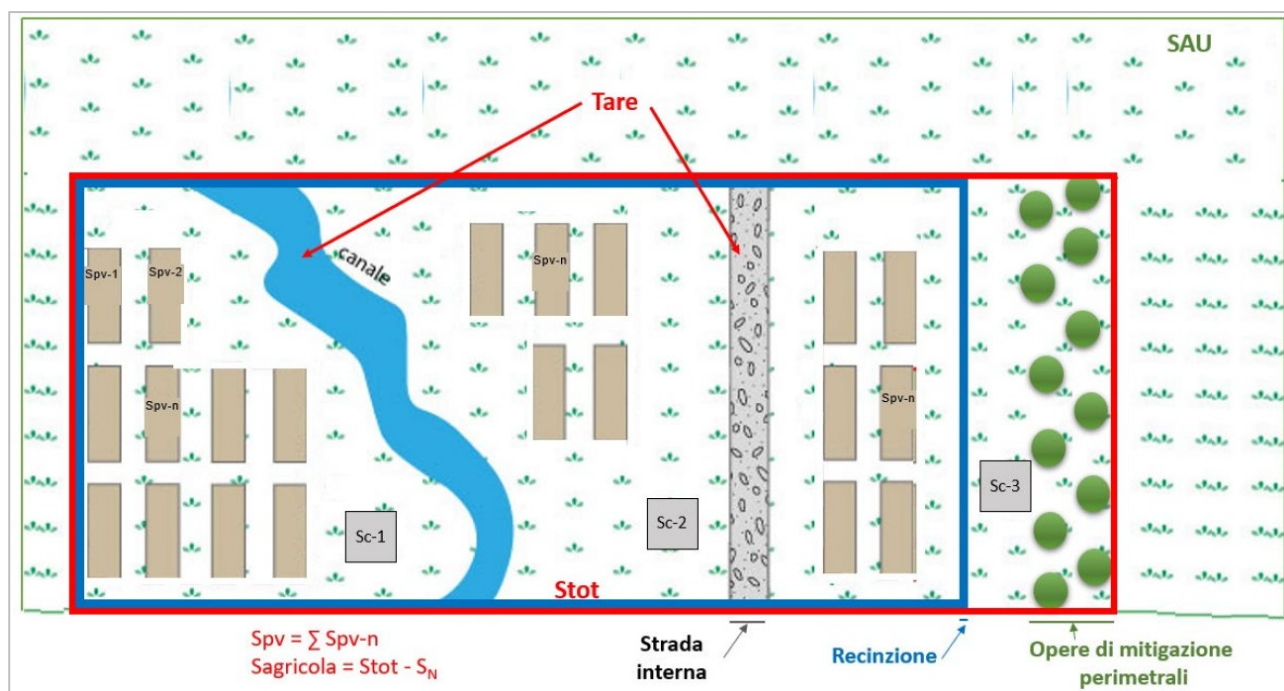


Fig. 5.2 – Identificazione delle varie superfici che vengono utilizzate per calcolare i parametri alla base del sistema agrivoltaico

Con il fine ultimo di valutare successivamente alcuni requisiti dell'impianto agrivoltaico, è necessario fare una un ulteriore approfondimento sulle superfici utilizzate dal sistema agrivoltaico:

- Superficie del sistema agrivoltaico destinata all'attività agricola ($S_{agricola}$),
- Superficie non utilizzata per attività agricola (S_N).

$$S_{agricola} = S_{tot} - S_N$$

La superficie non utilizzata per l'attività agricola i quanto impedita dall'installazione e dall'esercizio delle varie componenti dell'impianto agrivoltaico (Fig. 5.2). La valutazione di questo parametro va in funzione della tipologia di impianto agrivoltaico installato.

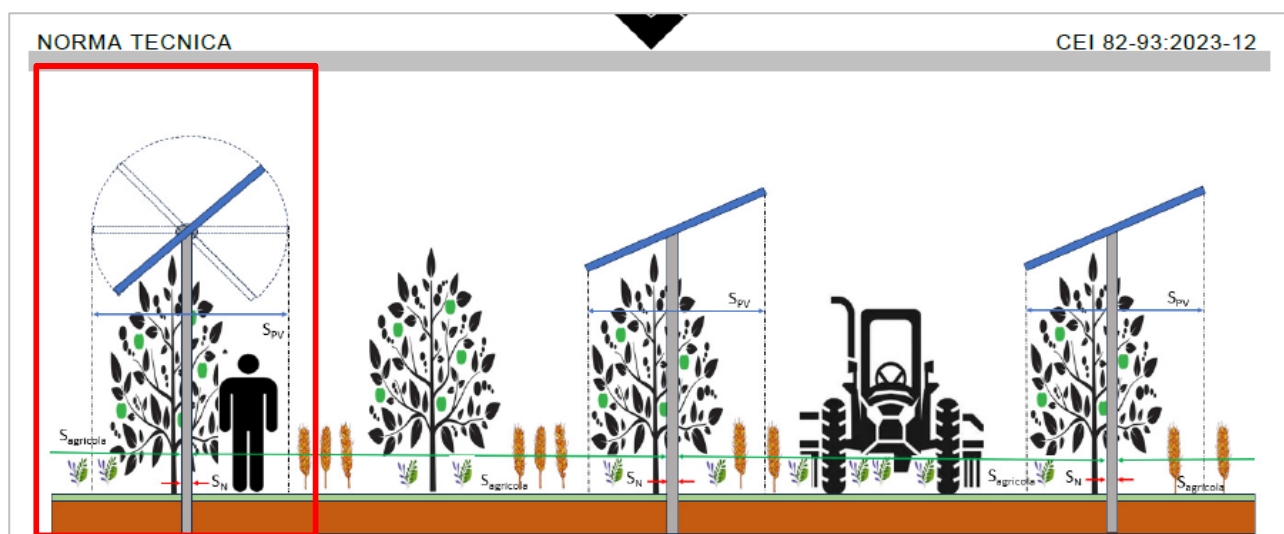


Fig. 5.3– Configurazioni dell'Agro-Fv interfilare, moduli fotovoltaici su struttura di inseguimento solare (Tracker)

La configurazione il sistema agrivoltaico scelta per il seguente progetto fa parte degli impianti di tipo elevato ad interfila nello specifico si utilizzeranno strutture con inseguimento solare a singolo asse.

Questo tipo di configurazione e volta ad ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli; questa tipologia di impianto consente di far transitare sotto i moduli, indipendentemente dalla loro inclinazione, l'operatore umano, i mezzi meccanici di lavorazione agricola o gli animali allevati.

In funzione della scelta progettuale di carattere geometrico e dimensionale, una parte della superficie sotto i moduli è utilizzabile ai fini agricoli; in questo caso la S_N comprende la superficie sottostante i moduli fotovoltaici calcolata con i moduli collocati fino alla massima inclinazione operativa (da progetto 55°) raggiungibile dell'inseguitore solare.

In questo caso quindi la superficie sotto i moduli e tra i filari di moduli è coltivabile e la Superficie S_N consiste nella superficie occupata dai pali della struttura. La Superficie S_{pv} nella configurazione con inseguitore monoassiale corrisponde alla superficie dei pannelli proiettata nella posizione orizzontale di massimo ingombro. Questa tipologia di impianti agrivoltaici soddisfa, oltre i requisiti A e B, anche il requisito C, qualora presenti un'altezza minima da terra dei moduli fotovoltaici (sia su strutture fisse che su sistemi di inseguimento solare), non inferiore ai valori dell'altezza minima ammessa pari a:

- 1,3 m nel caso di attività zootecnica (altezza minima per garantire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 m nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

| Superficie sistema agrivoltaico (Stot) | | | |
|--|--|----|------------------|
| A | Superficie agricola Utilizzata (SAU) | mq | 308471,00 |
| B | TARE Agricole: Strade Interne | mq | 8141,00 |
| C | S tot = SAU - TARE Agricole (C = A-B) | mq | 300330,00 |
| Superficie non agricolo (Sn) | | | |
| D | Cabine (Sc) | mq | 348,20 |
| E | Area non utilizzabile sotto Tracker (Sn) | mq | 1554,15 |
| F | Area piazzali di progetto (Sn) | mq | 906,38 |
| G | S agricola = Stot - Sn (G = C-D-E-F) | mq | 297521,27 |
| H | Superficie totale di ingombro pannelli (Spv) | mq | 30007,36 |

Tab. 5.1 – Calcolo delle varie superficie utili per valutare i requisiti dell'impianto agrivoltaico

Analizzando in quest'ottica i dati dimensionali dell'impianto è possibile valutare con precisione se la proposta progettuale rispetta i requisiti in riferimento alle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", pubblicati nel giugno 2022 dal Ministero della Transizione Ecologica" che sono state riprese dalla Norma CEI PAS 82-93 del 2023-12.

REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di agrivoltaico o agrivoltaico avanzato

In fase di istruttoria per il rilascio dell'autorizzazione alla costruzione ed esercizio dell'impianto è verificato che esistano le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una efficiente produzione energetica.

La messa a sistema di tali condizioni dovrebbe garantire che:

1. non più del 40% della superficie agricola utilizzata (SAU) nella disponibilità del proponente sia occupata da sistemi agrivoltaici;
2. almeno il 70% della superficie di cui al punto precedente sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

5.3.1 A.1) Superficie minima coltivata

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrovoltico, (richiamato anche nel DL n. 77 del 31 maggio 2021, anche noto come Decreto Semplificazioni che introduce *La Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure*), è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrovoltico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021).

Pertanto, si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrovoltico, S tot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{\text{agricola}} / S_{\text{tot}} > 70\%$$

| Sup. Agr. | | | |
|--------------|------------|----|--------|
| G | S agricola | mq | 297521 |
| C | S tot | mq | 300330 |
| Rapporto G/C | | % | 99,06% |

5.3.2 A.2) LAOR: Land Area Occupation Ratio

Un sistema agrovoltico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m²/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrovoltici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia. Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrovoltico.

Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$Spv - Stot = LAOR \leq 40\%$$

| LAOR% | | | |
|--------------|-------|----|--------|
| H | Spv | mq | 30007 |
| C | S tot | mq | 300330 |
| Rapporto H/C | | % | 9,99% |

L'impianto agrovoltico proposto soddisfa i parametri minimi A1 e A2 previsti dalle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicati a giugno 2022 dal Ministero della Transizione Ecologica e dalla Norma CEI PAS 82-93 del 2023-12.

5.4 Valutazione del REQUISITO B: garantire la produzione di energia elettrica e prodotti agricoli

Analizzando in quest'ottica i dati economici legati al ciclo colturale proposto è possibile valutare se la proposta progettuale rispetta il **REQUISITO B** in riferimento alle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", pubblicati nel giugno 2022 dal Ministero della Transizione Ecologica".

Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

- B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;
 - a) L'esistenza e la resa della coltivazione;
 - b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo
- B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrovoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

5.4.1 Requisito B.1) - Continuità dell'attività agricola

5.4.1.1 Situazione ante-intervento

L'area in esame dal punto di vista generale è utilizzata per la coltivazione delle classiche colture cerealicolo-industriali soggette a rotazione breve (frumento, mais, soia, pomodoro da industria), facendo ricorso alle tecniche convenzionali di coltivazione estensiva di pieno campo.

La conduzione dei fondi, come evidenziano i dati depositati presso il Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN) desumibili dal Sistema informativo AGREA (SIAG), per il triennio 2022-2023-2024 è affidata a tre diversi soggetti uno dei quali è il proprietario del fondo:

- CUAA: CTTMRA61C24F205J - CATTADORI MARIO;
- CUAA: FCCSMN77L70D611U - CASCINA ROSSA DI FACCIOLI SIMONA;
- CUAA: 01391860333 - AZIENDA FACCIOLI S.S. SOCIETA' AGRICOLA.

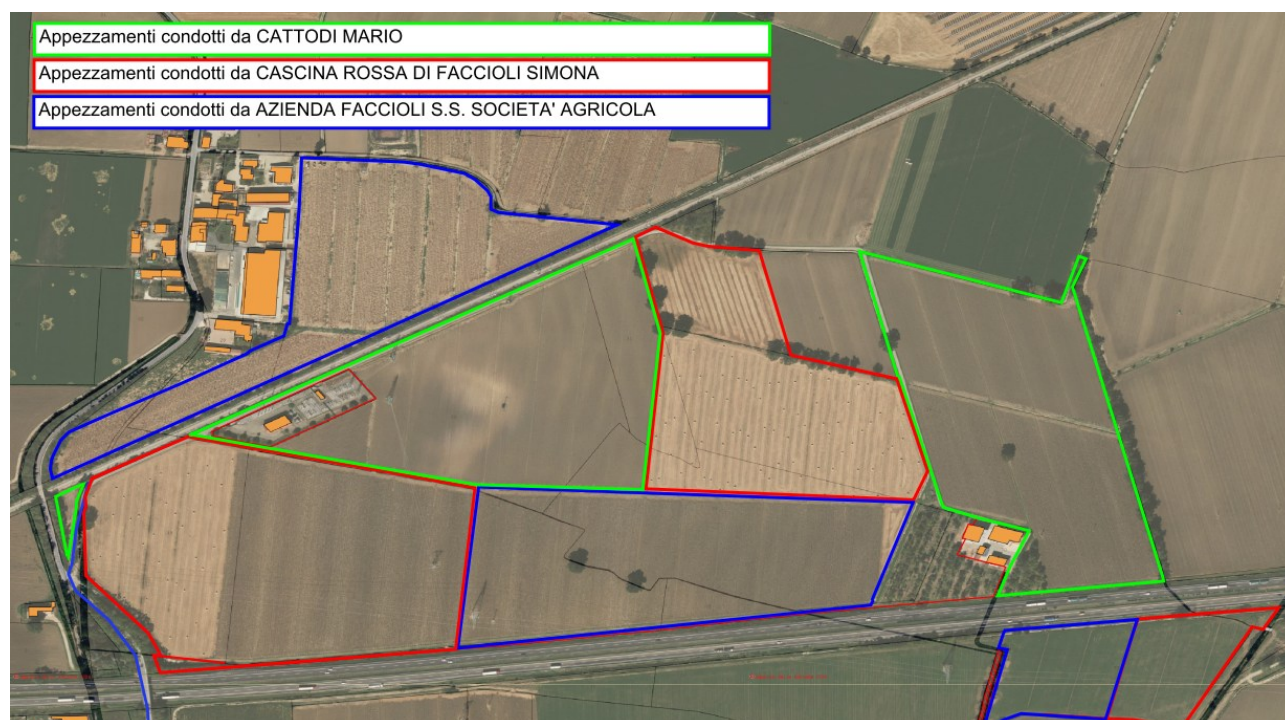


Fig. 5.4 – Esempio di ripartizione dei vari appezzamenti funzionali a viabilità, sistemazioni agrarie e irrigazione

AZIENDA

| | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
| Cuaa CTTMRA61C24F205J | Partita IVA 01178680334 | Provincia PIACENZA | Numero REA 136368 |
| Forma Giuridica Ragione sociale | IMPRESA INDIVIDUALE CATTADORI MARIO | | |
| DOMICILIO O SEDE LEGALE (Il domicilio e la sede legale avranno effetto per tutti gli atti inerenti le pratiche in corso con AGREA) | | | |
| C.A.P. 29010 | Frazione | | |
| Indirizzo VIA EDISON 3 | Comune MONTICELLI D'ONGINA | Provincia Registro Imprese PC | |
| | PEC MARIOCATTADORI@LEGALMAIL.IT | Caa Denominazione CONFAGRICOLTURA MONTICELLI D'ONGINA | |

AZIENDA

| | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
| Cuaa FCCSMN77L70D611U | Partita IVA 01640900336 | Provincia PIACENZA | Numero REA 179676 |
| Forma Giuridica Ragione sociale | IMPRESA INDIVIDUALE CASCINA ROSSA DI FACCIOLO SIMONA | | |
| DOMICILIO O SEDE LEGALE (Il domicilio e la sede legale avranno effetto per tutti gli atti inerenti le pratiche in corso con AGREA) | | | |
| C.A.P. 29010 | Frazione | | |
| Indirizzo VIA ARGINE S.GIORGIO 5 | Comune MONTICELLI D'ONGINA | Provincia Registro Imprese PC | |
| | PEC FACCIOLOSIMONA@PEC.IT | Caa Denominazione CONFAGRICOLTURA MONTICELLI D'ONGINA | |

AZIENDA

| | | | |
|---|--|---|-----------------------------|
| Cuaa 01391860333 | Partita IVA 01391860333 | Provincia PIACENZA | Numero REA 158551 |
| Forma Giuridica Ragione sociale | SOCIETA' SEMPLICE AZIENDA FACCIOLO S.S. SOCIETA' AGRICOLA | | |
| DOMICILIO O SEDE LEGALE (Il domicilio e la sede legale avranno effetto per tutti gli atti inerenti le pratiche in corso con AGREA) | | | |
| C.A.P. 29010 | Frazione SAN NAZZARO | | |
| Indirizzo VIA BOSCHI 29/2 | Comune MONTICELLI D'ONGINA | Provincia Registro Imprese PC | |
| | PEC AZIENDAFACCIOLO@PEC.IT | Caa Denominazione CONFAGRICOLTURA MONTICELLI D'ONGINA | |

Tab. 5.2 – Soggetti che hanno condotto e conducono i mappali oggetto di intervento

Si specifica che il proprietario del fondo concede in affitto con contratti stagionali parte dei suoi fondi; pertanto, le culture principali che per una parte dell'anno sono inserite in un fascicolo aziendale, sono riportate anche quell'altro fascicolo aziendale come cultura secondaria per la restante parte dell'anno. Di seguito si riposta un quadro riassuntivo dei piani agronomici delle tre aziende per il 2021-2022-2023-2024 (Tab. 5.3-5.4-5.5-5.6), che in contemporanea hanno coltivato i mappali interessati dalla proposta di piano agrivoltaico; la suddivisione dei mappali catastali è stata eseguita seguendo una logica legata a garantire appezzamenti indipendenti sulla base delle sistemazioni agrarie presenti, delle vie di movimentazione e delle infrastrutture irrigue (Fig. 5.3).

| DATI CATASTALI | | | | CATTODI MARIO | | | CASCINA ROSSA DI FACCIOLI SIMONA | | | AZIENDA FACCIOLI S.S. SOCIETA' AGRICOLA | | |
|-------------------------|----|------|----------|------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|---|-------------------------------|---------------|
| Comune | F | Part | Sup (mq) | Princ | Piano colture 2021 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2021 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2021 | Sup Dich (mq) |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 39 | 37270 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | S | 21/05/2021 - 15/09/2021 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0407 | S | AGLIO DA ORTO | 1,8289 | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 3,6522 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 1,8232 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0049 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0049 | | | |
| | | | | N | MARGINI DEI CAMPI | 0,0087 | S | 21/05/2021 - 15/09/2021 | | | | |
| | | | | | | | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 1,8289 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 53 | 1200 | S | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | | | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,1173 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 54 | 650 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,0631 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,0631 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 144 | 3500 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0073 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,3373 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 146 | 360 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0073 |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,3373 | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 31 | 16770 | | | | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,0344 |
| | | | | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | | | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 1,2109 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,4352 | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0504 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 32 | 16090 | | | | | | | | | |
| | | | | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 1,5734 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0143 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 33 | 62370 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0026 | | | | | | |
| | | | | S | 11/11/2021 - 10/11/2022 | | | | | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,4506 | | | | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,7520 | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 3,4005 | | | | SEMINATIVI | 0,0031 | |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,5252 | | | | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0480 | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0305 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 34 | 123870 | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| | | | | S | SOIA | 1,1679 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 3,1913 | S | SOIA | 2,0507 |
| | | | | S | SEMINATIVI | 0,0335 | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,4054 | S | SEMINATIVI | 0,0054 |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 3,9213 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0363 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,2374 |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,6538 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1066 | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,4475 | | | | | | |
| | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1826 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 45 | 49130 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0078 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 4,8750 |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0158 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0078 |
| | | | | N | SEMINATIVI | 4,8750 | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0158 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 60 | 540 | N | 11/11/2020 - 10/11/2021 | | | | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - TARE | 0,0540 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 66 | 64154 | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 5,7419 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,1340 |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,3794 | | | | | | |
| | | | | S | MARGINI DEI CAMPI | 0,0926 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 69 | 1024 | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | | | | | | | |
| | | | | S | SEMINATIVI | 0,1024 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 74 | 7058 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,7094 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,7095 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 78 | 255 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,0343 | S | ERBA MEDICA | 0,0343 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 80 | 29700 | N | 11/11/2020 - 14/03/2021 | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0036 | S | ERBA MEDICA | 2,8822 | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 2,8822 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1027 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1028 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0035 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 1 | 84970 | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | | S | 15/03/2021 - 20/05/2021 | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| | | | | S | SEMINATIVI | 0,1787 | S | AGLIO DA ORTO | 0,5600 | S | SEMINATIVI | 0,1769 |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0117 | N | 21/05/2021 - 15/09/2021 | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 2,0559 |
| | | | | | | | N | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,6596 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0719 |
| | | | | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | | | | |
| | | | | | | | S | GRANTURCO (MAIS) FORAGGIO | 4,9888 | | | |
| | | | | | | | S | MARGINI DEI CAMPI | 0,0073 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 32 | 1830 | | | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | | | | |
| | | | | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | | S | 15/03/2021 - 15/09/2021 | | | 15/03/2021 - 15/09/2021 | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 36 | 5180 | S | 15/03/2021 - 10/11/2021 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,4165 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0929 | | | | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 40 | 1100 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2021 - 20/05/2021 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0620 | S | AGLIO DA ORTO | 0,0244 | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,0242 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0622 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0204 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0204 | | | |
| | | | | | | | N | 21/05/2021 - 15/09/2021 | | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 3 | 24 | 930 | | | | N | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,0244 | | | |
| | | | | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0066 | S | ERBA MEDICA | 0,0707 | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,0707 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0066 | | | |
| | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0178 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0178 | | | | |
| COLTURA PRINCIPALE | | | | | | | | | | | | |

Tab. 5.3 – Piani culturali del periodo 2021 delle superfici interessate anche parzialmente dall'impianto Agrivoltaico

| DATI CATASTALI | | | | CATTODI MARIO | | | CASCINA ROSSA DI FACCIOLI SIMONA | | | AZIENDA FACCIOLI S.S. SOCIETA' AGRICOLA | | |
|-------------------------|----|------|----------|---------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|---|------------------------------------|---------------|
| Comune | F | Part | Sup (mq) | Princ | Piano colture 2022 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2022 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2022 | Sup Dich (mq) |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 39 | 37270 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0410 | S | GRANTURCO (MAIS) | 3,6101 | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 3,6307 | S | SEMINATIVI | 0,0002 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0049 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0197 | | | |
| | | | | N | MARGINI DEI CAMPI | 0,0081 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0414 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 53 | 1200 | S | 11/11/2021 - 10/11/2022 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,1063 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0111 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 54 | 650 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,0631 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,0632 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 144 | 3500 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0073 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,3374 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 146 | 360 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,0345 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,0344 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 31 | 16770 | S | 11/11/2021 - 10/11/2022 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,4857 | | | | | | |
| | | | | S | SEMINATIVI | 0,0007 | | | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 1,1562 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0504 | | | | | | |
| | | | | S | MARGINI DEI CAMPI | 0,0016 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 32 | 16090 | S | 15/03/2022 - 10/11/2022 | | | | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | |
| | | | | S | SOIA | 0,9729 | | | | S | SOIA | 0,6038 |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0142 | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0021 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 33 | 62370 | S | 11/11/2021 - 10/11/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,9267 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,7719 | S | SOIA | 0,2001 |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,4766 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0195 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 3,2044 |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,5252 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0122 | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,0104 |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0476 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0126 |
| | | | | | | | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0027 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 34 | 123870 | S | 15/03/2022 - 10/11/2022 | | | | | | 15/03/2022 - 15/09/2022 | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 3,5485 | | | | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 4,0290 |
| | | | | S | SOIA | 0,0006 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0290 |
| | | | | S | SEMINATIVI | 0,0133 | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0956 |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,6538 | | | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 3,3311 | | | | | | |
| | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,2142 | | | | | | |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0893 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,4418 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 45 | 49130 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0078 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 4,8879 | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 4,8755 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0025 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0158 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0089 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 60 | 540 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | | | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - TARE | 0,0540 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0540 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 66 | 64154 | S | 11/11/2021 - 10/11/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | S | SEMINATIVI | 0,0009 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,1181 | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,0084 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0005 | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 5,7336 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0199 | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,3778 | | | | | | |
| | | | | S | MARGINI DEI CAMPI | 0,0937 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 69 | 1024 | S | 11/11/2021 - 10/11/2022 | | | | | | | |
| | | | | S | SEMINATIVI | 0,0375 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0634 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 74 | 7058 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,7094 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,7095 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 78 | 255 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 0,0343 | S | ERBA MEDICA | 0,0343 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 80 | 29700 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0036 | S | ERBA MEDICA | 2,8822 | | | |
| | | | | N | SEMINATIVI | 2,8822 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1027 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1028 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0035 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 1 | 84970 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0683 | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,5600 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,1771 |
| | | | | N | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,0009 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 7,5238 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0131 |
| | | | | N | SEMINATIVI | 8,1426 | S | FOSSATI E CANALI | 0,001 | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0554 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,1744 | | | |
| | | | | N | MARGINI DEI CAMPI | 0,0005 | S | MARGINI DEI CAMPI | 0,0079 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 32 | 1830 | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0140 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,1587 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0075 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 36 | 5180 | | | | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0052 |
| | | | | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | | | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0927 | | | | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,3901 |
| | | | | N | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,3887 | | | | S | SEMINATIVI | 0,0011 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 40 | 1100 | | | | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0722 |
| | | | | | | | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0205 |
| | | | | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0619 | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,0284 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 3 | 24 | 930 | N | SEMINATIVI | 0,0242 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0622 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0204 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0204 | | | |
| | | | | N | 11/11/2021 - 14/03/2022 | | S | 15/03/2022 - 15/09/2022 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0066 | S | ERBA MEDICA | 0,0707 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 3 | 24 | 930 | N | SEMINATIVI | 0,0707 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0066 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0178 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0178 | | | |
| COLTURA PRINCIPALE | | | | | | | | | | | | |

Tab. 5.4 – Piani colturali del periodo 2022 delle superfici interessate anche parzialmente dall'impianto Agrivoltaico

| DATI CATASTALI | | | | CATTODI MARIO | | | CASCINA ROSSA DI FACCIOLI SIMONA | | | AZIENDA FACCIOLI S.S. SOCIETA' AGRICOLA | | |
|-------------------------|----|------|----------|---------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|---|-------------------------------|---------------|
| Comune | F | Part | Sup (mq) | Princ | Piano colture 2023 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2023 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2023 | Sup Dich (ma) |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 39 | 37270 | S | 11/11/2022 - 10/11/2023 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 3,6199 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0601 | | | | | | |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0040 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 53 | 1200 | S | 11/11/2022 - 10/11/2023 | | | | | | | |
| | | | | S | SEMINATI | 0,1063 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0111 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 54 | 650 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | |
| | | | | N | SEMINATI | 0,0632 | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,0632 | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 144 | 3500 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0074 | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,3374 | |
| | | | | N | SEMINATI | 0,3374 | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0074 | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 146 | 360 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | |
| | | | | N | SEMINATI | 0,0344 | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,0345 | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 31 | 16770 | S | 11/11/2022 - 10/11/2023 | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,4345 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 1,2093 | | | |
| | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0005 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0504 | | | |
| | | | | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0005 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 32 | 16090 | S | 11/11/2022 - 10/11/2023 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 1,5561 | | | | | | |
| | | | | S | SEMINATI | 0,0228 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0090 | | | | | | |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0024 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 33 | 62370 | S | 11/11/2022 - 10/11/2023 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 2,5259 | | | | | | |
| | | | | S | SEMINATI | 0,0083 | | | | | | |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,5098 | | | | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,9269 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0245 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 34 | 123870 | S | 15/03/2023 - 10/11/2023 | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | | | |
| | | | | S | SEMINATI | 0,0132 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 3,3277 | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 4,0026 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0851 | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 3,5808 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0730 | | | |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,6777 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1093 | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,3812 | | | | | | |
| | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,2000 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 45 | 49130 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0025 | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 4,2709 |
| | | | | N | SEMINATI | 4,8879 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,6169 |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0089 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0025 |
| | | | | | | | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0089 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 60 | 540 | S | 15/03/2023 - 10/11/2023 | | | | | | | |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,0104 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0407 | | | | | | |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0107 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 66 | 64154 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,3847 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 5,8236 | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,0005 |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0209 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,3845 | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,1364 |
| | | | | N | SEMINATI | 5,9417 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0002 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 69 | 1024 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | | | |
| | | | | N | SEMINATI | 0,0384 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0634 | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0635 | S | MARGINI (BORDI) DEI CAMPI | 0,0384 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 74 | 7058 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | |
| | | | | N | SEMINATI | 0,7095 | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,7094 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 78 | 255 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | | | |
| | | | | N | SEMINATI | 0,0343 | S | MARGINI (BORDI) DEI CAMPI | 0,0343 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 80 | 29700 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| | | | | N | SEMINATI | 2,8823 | S | ERBA MEDICA | 2,8823 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1028 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0036 | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0036 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1028 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 1 | 84970 | S | 15/03/2023 - 10/11/2023 | | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 1,6960 | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 1,0542 |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0336 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 5,4770 |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0202 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0999 |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 32 | 1830 | S | 15/03/2023 - 10/11/2023 | | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0003 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0369 |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0137 | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,1171 |
| | | | | S | 15/03/2023 - 10/11/2023 | | | | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 36 | 5180 | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,1548 | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,2399 |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0481 | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0101 |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0092 | | | | | | |
| | | | | S | 15/03/2023 - 10/11/2023 | | | | | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 40 | 1100 | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,0080 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0241 | | | | | | |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0543 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - TARE | 0,0204 | | | | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 3 | 24 | 930 | N | 11/11/2022 - 14/03/2023 | | S | 15/03/2023 - 15/09/2023 | | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0053 | S | ERBA MEDICA | 0,0707 | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0013 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0178 | | | |
| | | | | N | SEMINATI | 0,0707 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0013 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0178 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0053 | | | |
| CULTURA PRINCIPALE | | | | | | | | | | | | |

Tab. 5.5 – Piani culturali del periodo 2023 delle superfici interessate anche parzialmente dall'impianto Agrivoltaico

| DATI CATASTALI | | | | CATTODI MARIO | | | CASCINA ROSSA DI FACCIOLI SIMONA | | | AZIENDA FACCIOLI S.S. SOCIETA' AGRICOLA | | |
|-------------------------|----|------|----------|---------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|---|-------------------------------|---------------|
| Comune | F | Part | Sup (mq) | Princ | Piano colture 2024 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2024 | Sup Dich (mq) | Princ | Piano colture 2024 | Sup Dich (mq) |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 39 | 37270 | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| | | | | N | SEMINATI M | 3,6241 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 3,6156 | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0604 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0602 | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0040 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0083 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 53 | 1200 | S | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | | | |
| | | | | S | SUP RITIRATE DALLA PRODUZIONE | 0,1063 | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0110 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 54 | 650 | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| | | | | N | SEMINATI M | 0,0631 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,0631 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 144 | 3500 | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0073 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,3374 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 26 | 146 | 360 | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0073 |
| | | | | N | SEMINATI M | 0,3373 | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| | | | | N | SEMINATI M | 0,0344 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,0345 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 31 | 16770 | S | 15/03/2024 - 10/11/2024 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 1,1476 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,4249 | | | |
| | | | | S | MARGINI (BORDI) DEI CAMPI | 0,0701 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0014 | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0504 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 32 | 16090 | S | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| | | | | S | SEMINATI M | 1,5790 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 1,5789 | | | |
| | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0024 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0090 | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0090 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0024 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 33 | 62370 | S | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | | | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 0,4520 | | | | | | |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,5077 | | | | | | |
| | | | | S | SEMINATI M | 0,0092 | | | | | | |
| | | | | S | MARGINI (BORDI) DEI CAMPI | 0,0118 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 34 | 123870 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0487 | | | | | | |
| | | | | S | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| | | | | S | MARGINI (BORDI) DEI CAMPI | 0,0128 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 3,1657 | | | |
| | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 7,3167 | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,3828 | | | |
| | | | | S | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,6775 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0516 | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,4380 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1149 | | | |
| | | | | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1971 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0273 | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 45 | 49130 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0665 | | | | | | |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| | | | | N | SEMINATI M | 4,8876 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 4,8876 |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0024 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0089 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 60 | 540 | N | FOSSATI E CANALI | 0,0089 | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0024 |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| | | | | N | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 0,0104 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0511 |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0406 | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0107 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 66 | 64154 | N | FOSSATI E CANALI | 0,0107 | | | | | | |
| | | | | S | 15/03/2024 - 10/11/2024 | | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| | | | | S | GRANTURCO (MAIS) | 5,8236 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,1181 |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,3860 | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0180 |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 69 | 1024 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0030 | | | | | | |
| | | | | S | 11/11/2023 - 10/11/2024 | | | | | | | |
| | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0633 | | | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 74 | 7058 | S | USO NON AGRICOLO - ALTRO | 0,0377 | | | | | | |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 78 | 255 | N | SEMINATI M | 0,7095 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,7094 |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| MONTICELLI D'ONGINA(PC) | 30 | 80 | 29700 | N | SEMINATI M | 0,0343 | S | SEMINATI M | 0,0343 | | | |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| | | | | N | SEMINATI M | 2,8822 | S | ERBA MEDICA | 1,4383 | | | |
| | | | | N | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,1028 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0030 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 1 | 84970 | N | FOSSATI E CANALI | 0,0036 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0340 | | | |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| | | | | N | SEMINATI M | 8,1986 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 5,5724 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 32 | 1830 | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,2479 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0553 | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0560 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,1219 | | | |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 36 | 5180 | N | FOSSATI E CANALI | 0,1383 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0317 | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0325 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0540 | | | |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | | S | 15/03/2024 - 15/09/2024 | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 40 | 1100 | N | SEMINATI M | 0,3887 | | | | S | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 0,3887 |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0723 | | | | S | FOSSATI E CANALI | 0,0205 |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0205 | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0724 |
| | | | | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 2 | 40 | 1100 | N | SEMINATI M | 0,0080 | S | POMODORO - DA INDUSTRIA | 0,008 | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0241 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0187 | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0543 | S | USO NON AGRICOLO - TARE | 0,0204 | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - TARE | 0,0204 | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0598 | | | |
| SAN PIETRO IN CERRO(PC) | 3 | 24 | 930 | N | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | S | 11/11/2023 - 14/03/2024 | | | | |
| | | | | N | SEMINATI M | 0,0707 | S | ERBA MEDICA | 0,0707 | | | |
| | | | | N | FOSSATI E CANALI | 0,0013 | S | SIEPI E FASCE ALBERATE | 0,0178 | | | |
| | | | | N | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0053 | S | FOSSATI E CANALI | 0,0013 | | | |
| CULTURA PRINCIPALE | | | | | | | S | USO NON AGRICOLO - FABBRICATI | 0,0053 | | | |

Tab. 5.6 – Piani culturali del periodo 2024 delle superfici interessate anche parzialmente dall'impianto Agrivoltaico

Nel sistema agricolo produttivo attualmente in uso, i principali fattori limitanti consistono nel rischio di ristagno superficiale e sotto-superficiale, in relazione al tipo di tessitura e alla giacitura degli appezzamenti e la scarsa fertilità del suolo presente nel territorio di riferimento. Al contrario, le sistemazioni agrarie presenti e la conformazione del fondo rappresentano un vantaggio operativo, unito alla limitata profondità della falda, che in periodi di scarsità idrica può rappresentare un vantaggio.

In linea generale il modello di coltivazione intensiva convenzionale è caratterizzato da:

- Elevata potenzialità produttiva con buoni parametri nutrizionali;
- Elevato livello di meccanizzazione e limitato utilizzo di manodopera;
- Spiccato livello di meccanizzazione con utilizzo di mezzi e attrezzature con elevata capacità di lavoro, che richiedono appezzamenti razionali e semplificati; inoltre provocano il compattamento dei suoli e l'insorgere di altre problematiche (deflusso acque, scambi gassosi, struttura del terreno, ecc.);
- Lavorazioni profonde che pur se utili a massimizzare la produttività, causano un impoverimento progressivo della sostanza organica del terreno per effetto dell'ossigenazione del terreno;
- Elevato impiego di concimi, ammendanti e antiparassitari che, dilavati parzialmente o lisciviati dalle piogge, contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda, e alla contaminazione dei prodotti alimentari;
- Utilizzo di carburanti fossili per il funzionamento delle trattrici agricole convenzionali;
- Impoverimento della biodiversità animale e vegetale (in suolo, acqua, aria), dovuto alla semplificazione dell'ecosistema e alle esternalità negative;
- Scarsa propensione a fornire servizi ecosistemici ovvero le funzioni e i processi ecologici vitali, (come la produzione di ossigeno atmosferico, il ciclo o il filtraggio dell'acqua dolce, la sintesi di carboidrati da parte delle piante il mantenimento di condizioni climatiche stabili, ecc.) che costituiscono il capitale naturale.

Aggregando le varie colture eseguite sui soli mappali interessati anche in parte dall'impianto agrivoltaico emerge il seguente quadro complessivo, in cui sostanzialmente si applica un ciclo triennale basato su colture cerealicole destinate all'alimentazione umana e/o colture foraggere da destinare all'utilizzo zootecnico.

Consultando i dati dell'intero fondo agricolo emergono altre colture di tipo foraggero, come l'erba medica che vengono inserite nei vari piani colturali per raggiungere i vari obiettivi di Greening imposti dalla PAC o per migliorare i terreni che soffrono di stanchezza.

| Anno | Prima coltura | Superficie produttiva (Ha) |
|------|----------------------------|----------------------------|
| 2021 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 17,1049 |
| | GRANTURCO (MAIS) | 8,9768 |
| | GRANTURCO (MAIS)- FORAGGIO | 4,9888 |
| | SOIA | 3,2186 |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 7,9626 |
| | AGLIO DA ORTO | 2,4133 |
| | Totale | 44,665 |
| 2022 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 11,1934 |
| | GRANTURCO (MAIS) | 9,1678 |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 22,2468 |
| | SOIA | 1,7774 |
| | ERBA MEDICA | 2,9872 |
| | Totale | 44,3854 |
| 2023 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 18,0525 |
| | GRANTURCO (MAIS) | 13,3933 |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 10,3606 |
| | ERBA MEDICA | 2,953 |
| | Totale | 41,8064 |
| 2024 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 14,2383 |
| | GRANTURCO (MAIS) | 7,4232 |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 14,3655 |
| | ERBA MEDICA | 1,509 |
| | Totale | 36,027 |

Tab. 5.7 – Quadro riassuntivo delle colture eseguite nel quadriennio 2021- 2022-2023-2024

5.4.1.2 Previsione post-intervento

La coltivazione proposta all'interno del parco agrovoltico è in linea con le colture di pieno campo coltivate precedentemente, in particolare segue una rotazione sessennale **frumento– soia - frumento -medica- medica- medica**, adottando la tecnica della minima lavorazione del terreno.

La scelta delle colture è stata effettuata considerando delle specie di taglia limitata, per non interferire con la funzionalità della parte fotovoltaica del sistema e, per le colture a ciclo di crescita primaverile estivo, per l'elevata capacità di recupero dell'acqua disponibile nel suolo.

Nella rotazione colturale, le colture si suddividono in tre gruppi principali: **Culture da rinnovo** che richiedono cure colturali specifiche, come l'ottima preparazione del terreno ed equilibrate concimazioni organiche che a fine ciclo incidono positivamente sulla struttura del terreno. Le specie che rientrano in questa categoria sono, per esempio, il mais, la barbabietola da zucchero, la patata, il pomodoro, il girasole, ecc. **Culture miglioratrici** che aumentano la fertilità del terreno, arricchendolo di elementi nutritivi. Le protagoniste di questa tipologia sono le leguminose, quali ad esempio l'erba medica o il trifoglio, che naturalmente sono in grado di fissare l'azoto atmosferico. **Culture depauperanti** che sfruttano gli elementi nutritivi presenti nel terreno e lo impoveriscono. Tra queste si possono citare i cereali autunno-vernini, come il frumento, l'orzo, la segale, il sorgo e generalmente tutti i cereali da granella.

Il mantenimento dell'indirizzo produttivo impone la necessità di impostare una rotazione poliennale che consideri l'alternanza tra colture depauperanti e (graminacea da granella) e coltura miglioratrice (leguminose da foraggio). Si prevede pertanto di adottare la rotazione delle seguenti colture:

- Frumento tenero da granella ovvero un cereale autunno vernino, alla chiusura del ciclo si lascia il terreno a riposo con inerbimento spontaneo (senza utilizzo di acqua e consumo di risorsa) o di una cover crop da sovescio; questa pratica è in grado di migliorare la struttura del suolo e interrare sostanza organica;
- Soia da granella di primo raccolto, con semina primaverile, leguminosa in grado di lasciare una buona struttura del terreno e di aumentarne la fertilità;
- Erba medica, semina autunnale e mantenimento per 3 anni;

Nel nuovo piano colturale, si è scelto di sostituire il pomodoro da industria con la soia, entrambe colture da rinnovo, in quanto le macchine da raccolta del pomodoro non si adattano al pitch dell'impianto a agrivoltaico; trattasi nella fattispecie di grandi macchine semoventi che necessitano di avanzare accompagnati a lato da carri di raccolta.

La coltura depauperante in questo avvicendamento colturale è il frumento tenero (*Triticum aestivum*) mentre le miglioratrici sono la soia (*Glicine max*) e l'erba medica (*Medicago sativa*).

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Anno 0 | | | | | | | | | F | F | F | F |
| Anno 1 | F | F | F | F | F | F | CC | CC | CC | CC | CC | CC |
| Anno 2 | CC | CC | CC | CC | SO | SO | SO | SO | SO | F | F | F |
| Anno 3 | F | F | F | F | F | F | CC | CC | CC | EM | EM | EM |
| Anno 4 | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM |
| Anno 5 | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM |
| Anno 6 | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | EM | F | F | F | F |
| F = Frumento tenero CC= Cover Crop da sovescio SO = Soia EM= Erba medica | | | | | | | | | | | | |

Tab. 5.8- Ciclo colturale a partire dal secondo quinquennio

Nell'ambiente considerato è presumibile un apprezzabile apporto dalla falda per la coltura di medica e, in misura leggermente minore, per la soia. In presenza di irrigazione, comunque, è prevedibile un sensibile aumento delle rese medie delle colture estive. Per colture sarchiate come la soia, l'irrigazione potrebbe essere realizzata con un impianto localizzato a manichette, che non interferisce con la funzionalità del sistema fotovoltaico e consente un notevole risparmio idrico rispetto a sistemi irrigui a pioggia.

La produzione foraggera può essere realizzata in vario modo, con prati monofiti (formati da una sola essenza foraggera), prati oligofiti (formati da due o tre foraggere) e prati polifiti, che prevedono la coltivazione contemporanea di molte specie foraggere. In base alla durata si distinguono: erbai, di durata inferiore all'anno; prati avvicendati, di durata pluriennale, solitamente fino ad un massimo di 5 anni; permanenti, di durata di alcuni decenni o illimitata. Per garantirne una durata prolungata, la stabilità della composizione floristica e un'elevata produttività, i prati permanenti possono essere periodicamente traseminati nel periodo autunnale senza alcun intervento di lavorazione del terreno (semina diretta).

I suoli inerbiti negli impianti agri voltaici rappresentano un'opportunità per aumentare l'attuale scarsità e il previsto declino dell'habitat degli impollinatori. Vicino a terreni agricoli, questo ha anche il potenziale per avvantaggiare le comunità agricole circostanti (Graham, 2021).

Il medicaio non deve essere annualmente lavorato come avviene negli altri seminativi, condizione che favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno, e allo stesso tempo la produzione e la raccolta del foraggio. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso con conseguente arricchimento sia in termini di biodiversità che di quantità della biofase del terreno. Il cotico erboso permanente consente anche un

agevole passaggio dei mezzi meccanici utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche con terreno in condizioni di elevata umidità.

I prati di erba medica di pianura gestiti in regime non irriguo possono fornire 2-3 sfalci all'anno con produzioni medie pari a 8-10 tonnellate per ettaro di fieno e fino a 4-5 sfalci, con una produzione complessiva di 12-14 tonnellate, in irriguo. Tradizionalmente gli sfalci vengono denominati, in ordine cronologico, maggengo, agostano, terzuolo e quartiolo. Il maggengo, come detto, è il primo e viene ottenuto nella prima metà del mese di maggio. Gli altri cadono a intervallo variabile dai 35-40 giorni per i prati irrigui e fino a 50-60 giorni per quelli asciutti, anche in funzione dell'andamento pluviometrico.

Dal punto di vista produttivo i quantitativi maggiori di foraggio si raccolgono per la maggior parte nel primo taglio circa il 50%, minori e a scalare sono i quantitativi raccolti con i 2-3 tagli successivi, i principali fattori sono l'andamento climatico della stagione estiva e l'apporto irriguo. L'apporto irriguo può essere eseguito se necessario con macchine semoventi per l'irrigazione (rotoloni), in grado di distribuire a pioggia il volume pescato da un corpo idrico superficiale.

Va sottolineato che questo sistema può avere un significativo impatto sul bilancio di gas clima-alteranti come l'anidride carbonica: da una parte la produzione di energia fotovoltaica permette di contenere l'uso di fonti non rinnovabili, dall'altra il sistema, con un'opportuna gestione agronomica può sequestrare significative quantità di C atmosferico. Le fasce inerbite non lavorate attorno alle file dei pannelli possono accumulare significative quantità di sostanza organica. Le sperimentazioni in atto presso l'Università di Padova indicano infatti un potenziale di sequestro di carbonio di 0,4 t/ha di C (equivalenti a 1,47 t/ha/anno di CO₂) con la conversione da terreno lavorato ad inerbito (Morari et al., 2006). Tale tasso sequestro si può mantenere per lunghi periodi di tempo (10-15 anni), compatibili con la vita produttiva del sistema agri-voltaico.

La meccanizzazione delle colture, infine, può essere effettuata con macchine ampiamente compatibili con l'impianto agrovoltaico. Nella fase di passaggio delle macchine operatrici i pannelli sono posti ad un'altezza minima tale da non interferire con il passaggio delle attrezzature, lasciando completamente libera l'area coltivabile nell'interfila. Si ricorda che la fascia coltivabile ha un'ampiezza minima di circa 6,50 m, ciò consente il movimento agevole di trattori di elevata potenza, che hanno comunque larghezze limitate entro i 2,5 m, anche a fronte dell'utilizzo delle varie attrezzature portate o trainate che saranno necessarie nello sviluppo del ciclo colturale. Anche le capezzagne di testa ai filari hanno ampiezza sufficiente per permettere le manovre in testata (minimo 7-8 m dalla recinzione), garantendo quindi la mobilità di tutte le macchine necessarie per la coltivazione dell'area.

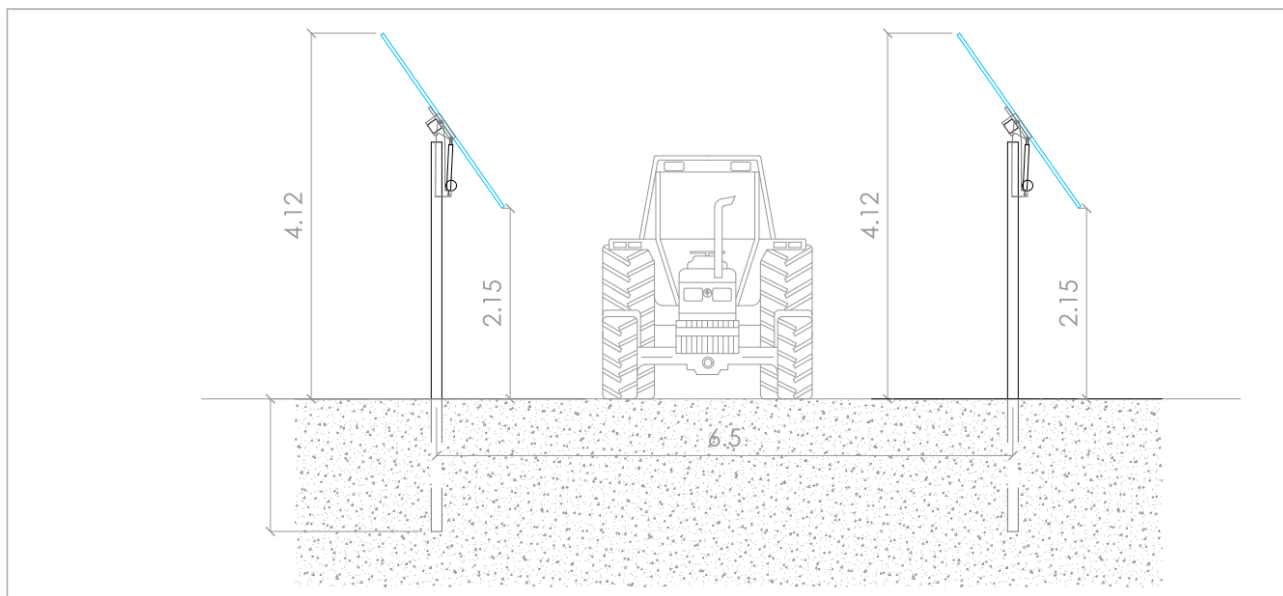


Fig. 5.5 – Sezione tipo dell'interfila coltivabile con una trattrice agricola di media potenza con larghezza 2,5 m

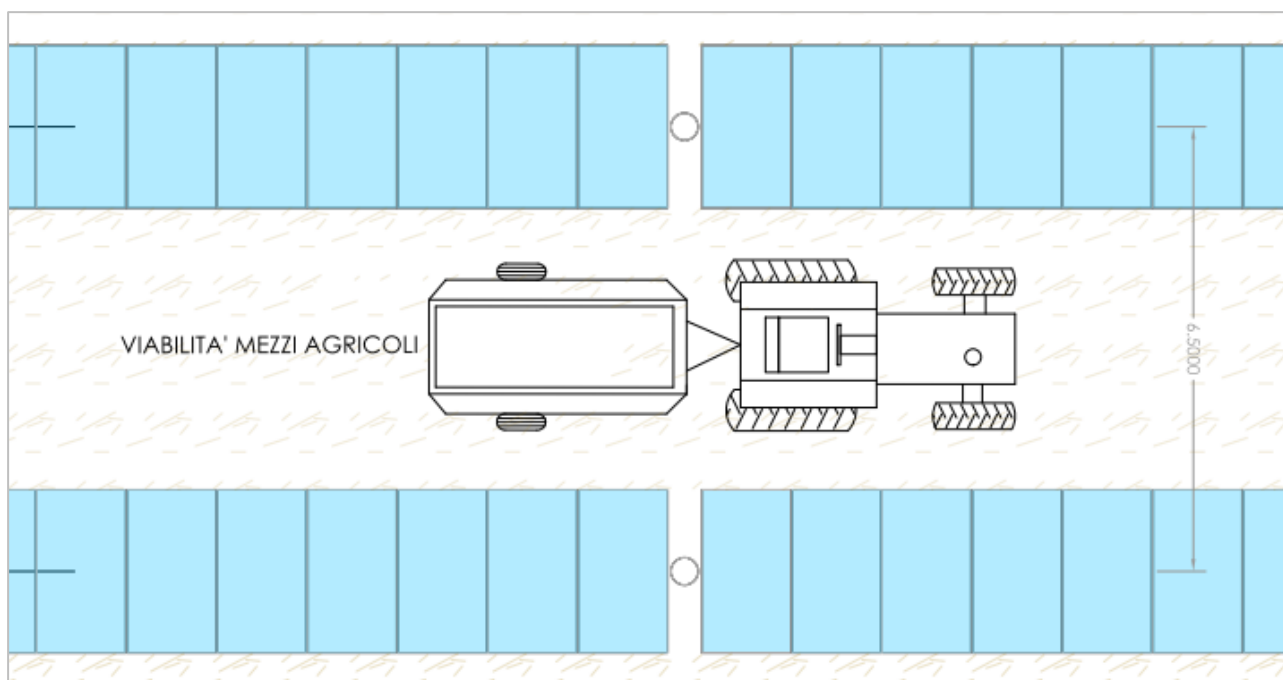


Fig. 5.6 – Planimetria dell'interfila coltivabile con una trattrice agricola di media potenza con larghezza 2,5

5.4.1.3 Valutazione economica post-intervento

Il piano culturale proposto, valutando la produttività di un cereale autunno vernino, alternato da una leguminosa da granella estiva, coltivate con la tecnica del *minimum tillage*, seguito da una coltura foraggera in purezza, da eseguire all'interno del parco agrivoltaico, sono in linea con quanto ottenibile in campo aperto applicando il modello della coltivazione estensiva tradizionale.

Si sottolinea che le stime sono state effettuate al netto dell'eventuale contributo PAC, che può essere riconosciuto ove la coltivazione venga realizzata da un agricoltore attivo avente diritto sul terreno e rispetti gli impegni prefissati dai singoli premi o impegni presi.

Per quanto riguarda il foraggio, se consideriamo l'area agricola interna al parco indicativamente si hanno circa 16 ha di SAU, ipotizzando 2-3 sfalci, si può stimare produzioni compresa tra le 8 e le 10 tonnellate annue; si valuta plausibile non raggiungere il limite massimo, per la variabilità del clima, anche se l'ombreggiamento garantisce la conservazione della riserva idrica del suolo.

| Rotazione colturale sessennale | | | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| Lavorazione e costi standard | Frumento tenero | Soia | Frumento tenero | Erba medica | Erba medica | Erba medica |
| Lavorazioni terreno (€/ha) | 150,0 € | 150,0 € | 150,0 € | 150,0 € | - € | - € |
| Concimazione di fondo (€/ha) | 230,0 € | 200,0 € | 230,0 € | 150,0 € | - € | - € |
| Seme e semina (€/ha) | 250,0 € | 300,0 € | 250,0 € | 210,0 € | - € | - € |
| Fitosanitari (€/ha) | 170,0 € | 150,0 € | 170,0 € | - € | - € | - € |
| Raccolta e trasporto (€/ha) | 250,0 € | 180,0 € | 250,0 € | 250,0 € | 480,0 € | 480,0 € |
| Costi totali (€/ha) | 1 050,0 € | 980,0 € | 1 050,0 € | 760,0 € | 480,0 € | 480,0 € |
| Produzione (t/ha) | 8 | 4 | 8 | 5 | 9 | 10 |
| Prezzo medio ultimi 5 anni (€/t) | 285,0 € | 511,0 € | 285,0 € | 203 € | 203 € | 203 € |
| Produzione Lorda Vendibile (PLV) (€/ha) | 2 280,0 € | 2 044,0 € | 2 280,0 € | 1 013,9 € | 1 825,1 € | 2 027,9 € |
| Reddito Operativo (€/ha) | 1 230,0 € | 1 064,0 € | 1 230,0 € | 253,9 € | 1 345,1 € | 1 547,9 € |
| Media rotazione (€/ha) | 1 111,8 € | | | | | |

Tab. 5.9 – Stima dei costi e ricavi del ciclo colturale sessennale proposto

Solitamente il foraggio viene tagliato con falcianti o falciacondizionatrici, frontali e/o laterali e/o combinate, poi viene movimentato per facilitare l'essiccazione con attrezzi voltaspandiforaggio, successivamente viene raccolto in grosse file/andane con attrezzi giro-andanatori, infine avviene raccolto e pressato con rotoimballatrici, che producono solitamente balle cilindriche con diametro variabile in media compreso tra 1,2 m e 1,6 m, con un peso in media compreso tra 300 e 400 kg.

Si può pertanto ipotizzare una seguente produzione media di 30 ha x 90 q/ha = 2.700 q/anno che corrispondono a circa 900 balle da 3 q di foraggio essiccato.

Il prezzo medio del foraggio di medica sulle principali piazze di riferimento del Nord-Italia (CCIAA di Venezia e Rovigo, CCIAA di Verona, CCIAA di Mantova, CCIAA di Milano) può essere stimato intorno ai **20 €/q**, considerando la media degli ultimi 5 anni. Il valore della Produzione Lorda Vendibile (PLV) del foraggio, può essere stimato intorno a circa **54.000 €/anno**.

I prezzi medi dei prodotti sono stati desunti dai listini delle principali piazze di riferimento del Nord-Italia (CCIAA di Milano), facendo la media dell'ultimo quinquennio. Dopo l'impennata dei prezzi dovuti alla guerra in Ucraina partita all'inizio del 2022, nei primi mesi del 2024 si segnala un generalizzato calo dei prezzi di tutte le derrate, alcuni sono più marcati di altri, ma la tendenza vede un allineamento dei prezzi sui livelli ante crisi.

La buona redditività dell'erba medica risiede nella facile commerciabilità del prodotto, che si può posizionare in ogni ambito zootecnico anche livello locale e nei bassi costi di produzione (Tab. 5.12).

In merito al grano tenero si segnala una maggiore volatilità dei prezzi (Tab. 5.10), per diversi mesi si è assistito a un notevole calo rispetto ai livelli raggiunti all'indomani dello scoppio della guerra tra Russia e Ucraina, che si è acuito ulteriormente con l'arrivo dei nuovi raccolti. In questo contesto, comunque, il mercato europeo sta attraversando una fase di maggiore sostegno rispetto a quello statunitense.

La situazione produttiva in Italia vede nell'ultimo biennio una crescita delle superfici e dei raccolti ma allo stesso tempo, diversi operatori del settore esprimono preoccupazioni sul profilo qualitativo, soprattutto per effetto delle abbondanti piogge che si sono manifestate nel periodo primaverile estivo.

Fermo restando che l'Italia è strutturalmente deficitaria di frumento tenero e importa circa il 60% del proprio fabbisogno, lo scarso livello qualitativo può provocare un aumento degli acquisti all'estero, ciò nonostante, i prezzi medi principali piazze italiane restano a livelli maggiori rispetto allora scoppio della crisi Ucraina. Il prezzo medio del foraggio di medica sulle principali piazze di riferimento del Nord può essere stimato intorno ai **28,5 €/q.**, considerando la media degli ultimi 5 anni.

Per quanto riguarda la soia (Tab. 5.11), è una coltura importante per il ciclo colturale, anche se una buona resa colturale è influenzata da diversi fattori, come le cure colturali adottate, l'andamento climatico e i corretti apporti idrici nelle fasi sensibili della pianta (fioritura). La corretta gestione di questi fattori può portare a risultati economici soddisfacenti.

Per quanto riguarda i prezzi di mercato, nell'ultimo decennio il trend è di continuo aumento, sia a livello globale che locale; l'Italia è un importatore netto, la produzione nazionale di semi oleosi riesce a garantire a malapena il 30% del fabbisogno. Questa materia prima è strategica per l'industria mangimistica legata al settore zootecnico, il suo prezzo è legato prevalentemente alle dinamiche internazionali, anche se il prezzo dei semi di soia nazionale è sostenuto da un *premium price* che viene riconosciuto a livello europeo in quanto esenti da OGM; inoltre, ai produttori sono riconosciuti da premi accoppiati che sono stati confermati dalla PAC.

| €/ton | Italia, Milano - Prezzi Medi Mensili | | | | | | | | |
|------------------------|--|-------|--------|--------|--------|---------|------|---------------------|------------|
| | Frumento tenero panificabile superiore | | | | | | | | |
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | % su mese prec. | % sul 2023 |
| Gennaio | 199 | 228 | 217 | 230 | 334 | 368 | 275 | 0,00% | -25,19% |
| Febbraio | 197 | 229 | 219 | 242 | 333 | 350 | 273 | -0,91% | -22,20% |
| Marzo | 196 | 225 | 219 | 241 | 396 | 322 | 266 | -2,39% | -17,39% |
| Aprile | 197 | 224 | 221 | 240 | 410 | 306 | 264 | -0,60% | -13,59% |
| Maggio | 199 | 224 | 215 | 248 | 416 | 296 | 269 | 1,18% | -8,98% |
| Giugno | n.q. | 224 | 209 | n.q. | 419 | 289 | 272 | 1,02% | -5,88% |
| Luglio | 201 | 210 | 198 | 235 | 384 | 257 | 260 | 4,41% | 1,04% |
| Agosto | 218 | 210 | 200 | 257 | 383 | 264 | | | |
| Settembre | 220 | 209 | 202 | 270 | 385 | 269 | | | |
| Ottobre | 220 | 209 | 210 | 297 | 394 | 270 | | | |
| Novembre | 222 | 210 | 217 | 328 | 390 | 275 | | | |
| Dicembre | 223 | 214 | 219 | 334 | 376 | 275 | | | |
| Gen-Dic | 208 | 218 | 212 | 266 | 385 | 295 | 268 | Media ultimi 5 anni | |
| Variazione % anno prec | | 5,07% | -2,61% | 24,92% | 44,45% | -22,33% | | 285 | |

Fonte: CCIAA Milano

Tab. 5.10 – Prezzi medi mensili alla Borsa merci di Milano del grano tenero

| €/Ton | Italia, Bologna - Prezzi medi mensili | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------------------|--------|---------|---------|--------|---------|-------|---------------------|-----------|
| | Semi di soia nazionale | | | | | | | | |
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | % su mese | % su 2023 |
| Gennaio | 372,1 | 342,8 | 357,6 | 491 | 600,2 | 545,8 | 460,2 | -1,15% | -15,69% |
| Febbraio | 373 | 340 | 361 | 504 | 627 | 547,0 | 444,7 | -3,36% | -18,70% |
| Marzo | 379,6 | 336 | 365,3 | 557,5 | 691,3 | 530,9 | 442,3 | -0,55% | -16,70% |
| Aprile | 381,3 | 334,2 | 378 | 673 | 699,8 | 498,3 | 467,8 | 5,78% | -6,10% |
| Maggio | 378,2 | 328,5 | 377,5 | 691 | 681,5 | 456,5 | 487,9 | 4,29% | 6,88% |
| Giugno | 357,3 | 336 | 382 | 611,3 | 650,5 | 459,5 | 506,5 | 3,81% | 10,23% |
| Luglio | 340 | 336 | - | 570,5 | 642 | 480,8 | | | |
| Agosto | 348 | - | n.q. | n.q. | n.q. | n.q. | | | |
| Settembre | 332,5 | - | 374 | 540,8 | 616 | n.q. | | | |
| Ottobre | 333,5 | 336,7 | 387,8 | 607,5 | 613,8 | 411,5 | | | |
| Novembre | 337,3 | 341 | 416 | 618,5 | 592,3 | 449,5 | | | |
| Dicembre | 342,5 | 345,2 | 430,7 | 602,3 | 539 | 465,5 | | | |
| Gen - Dic | 356,3 | 337,6 | 383,0 | 587,9 | 632,1 | 484,5 | 468,2 | Media ultimi 5 anni | |
| Variazione % | - | -5,23% | +13,43% | +53,52% | +7,51% | -23,35% | | 511 | |

Fonte: CCIAA Bologna.

Tab. 5.11 – Prezzi medi mensili alla Borsa merci di Bologna della soia nazionale

| €/ton | Italia, Milano - Prezzi Medi Mensili | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------|--------|-------|--------|--------|------|------|---------------------|------------|
| | Fieno di erba medica pressato | | | | | | | | |
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | % su mese prec. | % sul 2023 |
| Gennaio | 203 | 185 | 156 | 154 | 199 | 343 | 197 | -1,20% | -42,45% |
| Febbraio | 213 | 181 | 158 | 156 | 207 | 343 | 192 | -2,59% | -43,94% |
| Marzo | 218 | 165 | 158 | 154 | 225 | 343 | 175 | 9,11% | -49,05% |
| Aprile | 216 | 157 | 157 | 152 | 230 | 341 | 157 | -10,09% | -54,02% |
| Maggio | n.q. | 152 | 150 | 150 | 238 | n.q. | 145 | -7,35% | - |
| Giugno | 150 | 143 | 143 | 146 | 315 | n.q. | 146 | 0,43% | - |
| Luglio | 157 | 140 | 140 | 148 | 243 | 223 | 153 | 4,79% | -31,49% |
| Agosto | 178 | 153 | 140 | 152 | 298 | 228 | | | |
| Settembre | 180 | 155 | 140 | 154 | 330 | 220 | | | |
| Ottobre | 184 | 155 | 140 | 163 | 333 | 209 | | | |
| Novembre | 185 | 155 | 148 | 180 | 343 | 200 | | | |
| Dicembre | 185 | 155 | 151 | 196 | 343 | 200 | | Media ultimi 5 anni | |
| Gen-Dic | 189 | 158 | 148 | 159 | 275 | 265 | 166 | 203 | |
| Variazione % anno prec | -16,61% | -5,84% | 6,45% | 73,63% | -3,41% | | | | |

Fonte: CCIAA Milano

Tab. 5.12 – Prezzi medi mensili alla Borsa merci di Milano del fieno di medica pressato

5.4.1.4 Confronto tra resa agronomica ante-intervento e post-intervento

La continuità dell'attività agricola potrà essere dimostrata attraverso le relazioni agronomiche periodiche previste al fine di verificare l'attività agricola e la produttività delle colture in atto.

A questo riguardo, è auspicabile l'adozione di sistema di monitoraggio e di mappatura satellitare delle produzioni (Protocollo ISOBUS), articolato in osservazioni in campo ed esame della documentazione aziendale; questo accorgimento potrà essere utile in fase di coltivazione per la gestione e programmazione dei piani culturali, per il monitoraggio degli input da destinare alle varie colture, per la valutazione delle rese agricole, per la corretta impostazione delle lavorazioni culturali mediante guida satellitare, nonché potrà soddisfare pienamente anche il requisito D.2 richiamato dalle Linee Guida.

La continuità dell'attività agricola è altresì assicurata dall'adozione di indirizzi produttivi pari o superiori in valore standard rispetto a quelli precedenti all'intervento. Tale confronto, ai sensi delle Linee Guida si baserà sui dati annuali per regione statisticamente elaborati dalla Rete di Informazione Contabile Agricola (RICA), gestita in Italia dal Centro Politiche e Bioeconomia del CREA. La RICA è uno strumento comunitario finalizzato a conoscere la situazione economica dell'agricoltura europea e a programmare e valutare la Politica Agricola Comunitaria (PAC).

| ANNO: 2022 - TERRITORIO: Emilia Romagna | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------|--|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Coltura | UM | Pomodoro da industria In pieno campo | Frumento tenero In pieno campo | Mais ibrido In pieno campo | Soia In pieno campo | Mais a maturazione cerosa In pieno campo | Altre ortive In pieno campo - Aglio | Erba medica In pieno campo | Frumento tenero In pieno campo | Soia In pieno campo |
| DIMENSIONI DEL PROCESSO | | | | | | | | | | |
| Osservazioni | nr | 37 | 352 | 140 | 83 | 21 | 20 | 414 | 352 | 83 |
| Superficie coltura | ha | 951 | 4 419 | 2 183 | 921 | 388 | 20 | 7 882 | 4 419 | 921 |
| Incidenza Superficie irrigata | % | 99,97 | 6,79 | 70,76 | 67,92 | 13,92 | 97,60 | 26,93 | 6,79 | 67,92 |
| INDICI | | | | | | | | | | |
| Resa prodotto principale | q.li/ha | 654 | 56 | 82 | 31 | 231 | 96 | 108 | 56 | 31 |
| Prezzo prodotto principale | €/q.le | 11 | 35 | 31 | 50 | 7 | 108 | 13 | 35 | 50 |
| PLT - Produzione Lorda Totale | €/ha | 7227 | 1979 | 2550 | 1558 | 1577 | 10089 | 1432 | 1979 | 1558 |
| PLV - Produzione Lorda Vendibile | €/ha | 7227 | 1943 | 2476 | 1558 | 1367 | 10085 | 858 | 1943 | 1558 |
| PRT - Produzione Reimpiegata/Trasformata | €/ha | 0 | 35 | 73 | 0 | 210 | 4 | 574 | 35 | 0 |
| CS - Costi Specifici | €/ha | 2776 | 774 | 1053 | 762 | 693 | 2885 | 430 | 774 | 762 |
| ML - Margine Lordo | €/ha | 4451 | 1205 | 1497 | 796 | 885 | 7203 | 1002 | 1205 | 796 |
| Colture ante-intervento | | | | | | | | | | |
| Colture post-intervento | | | | | | | | | | |

Tab. 5.13 – Dati CREA-RICA sui principali risultati economici degli indirizzi produttivi connessi al presente progetto \

In accordo con le definizioni date dalle Linee Guida, secondo la RICA le colture successive o intercalari “posizionate in un certo momento della rotazione colturale, non vanno considerate ai fini della classificazione tipologica”. Tale concordanza tra la RICA e le Linee Guida nel trattamento delle produzioni delle colture

intercalari consente una elaborazione più agevole anche nel caso di specie ove, in ossequio alle buone prassi e per ragioni economiche, alle colture principali si prevede e si raccomanda la successione con colture intercalari per secondi raccolti e come cover crops.

La rete di monitoraggio del RICA esegue annualmente a livello regionale per comparto agricolo, rilievi statistici secondo i principi dell'economia agraria, su un campione significativo di aziende ordinarie, che restituiscono una panoramica sull'andamento del mercato reale.

Analizzando i Piani Colturali del periodo compreso tra il 2021 e il 2024 (Tab. 5.14) delle aziende che hanno condotti i fondi interessati dal presente progetto, dichiarati nel fascicolo aziendale depositato presso Regione Lombardia, è emersa la seguente situazione:

| Dati produttività estrapolati da rete di monitoraggio CREA-RICA per REGIONE EMILIA ROMAGNA anno 2022 REPORT: Cereali e leguminose da granella [In pieno campo] e Fiori e ortaggi [In pieno campo] | | | | |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
| Anno | Prima coltura | Superficie produttiva (Ha) | Margine lordo (€/Ha) | Totale |
| 2021 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 17,1049 | 1 205 € | 20 608,70 € |
| | GRANTURCO (MAIS) | 8,9768 | 1 497 € | 13 437,77 € |
| | GRANTURCO (MAIS)- FORAGGIO | 4,9888 | 885 € | 4 413,31 € |
| | SOIA | 3,2186 | 796 € | 2 562,60 € |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 7,9626 | 4 451 € | 35 439,58 € |
| | AGLIO DA ORTO | 2,4133 | 7 203 € | 17 384,15 € |
| | Totale | 44,665 | | 93 846,10 € |
| 2022 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 11,1934 | 1 205 € | 13 486,28 € |
| | GRANTURCO (MAIS) | 9,1678 | 1 497 € | 13 723,68 € |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 22,2468 | 4 451 € | 99 015,05 € |
| | SOIA | 1,7774 | 796 € | 1 415,14 € |
| | ERBA MEDICA | 2,9872 | 1 002 € | 2 994,05 € |
| | Totale | 44,3854 | | 130 634,20 € |
| 2023 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 18,0525 | 1 205 € | 21 750,41 € |
| | GRANTURCO (MAIS) | 13,3933 | 1 497 € | 20 049,02 € |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 10,3606 | 4 451 € | 46 112,49 € |
| | ERBA MEDICA | 2,953 | 1 002 € | 2 959,77 € |
| | Totale | 41,8064 | | 90 871,69 € |
| 2024 | GRANO (FRUMENTO) TENERO | 14,2383 | 1 205 € | 17 154,90 € |
| | GRANTURCO (MAIS) | 7,4232 | 1 497 € | 11 112,12 € |
| | POMODORO - DA INDUSTRIA | 14,3655 | 4 451 € | 63 937,32 € |
| | ERBA MEDICA | 1,509 | 1 002 € | 1 512,46 € |
| | Totale | 36,027 | | 93 716,79 € |

Tab 5.14 – Calcolo delle Margine Lordo complessiva dei terreni oggetto dell'agrigvoltaico

| Anno | Margine Lordo Medio (€/Ha) |
|--------------------------|----------------------------|
| 2021 | 2 101,11 € |
| 2022 | 2 943,18 € |
| 2023 | 2 173,63 € |
| 2024 | 2 601,29 € |
| Media quadriennio | 2 454,80 € |

Tab. 5.15 – Calcolo delle Margine Lordo media €/ha dei terreni ante intervento

Dall'analisi dati dichiarati per le sole colture da reddito effettuate esclusivamente sui terreni oggetto del presente progetto si è risaliti ad una **Margine Lordo totale media di 2.454,80 €/ha**. Si è scelto di utilizzare il Margine Lordo in questo dato non viene influenzato dai reimpieghi aziendali, che per alcune colture in specifici assetti aziendali appiattiscono il Margine Operativo.

Utilizzando gli stessi dati per valutare le colture proposte per il piano colturale, emerge una situazione dove il **Margine Lordo medio è di 1.035 €/ha**.

| Coltura | Mergine Lordo (€/Ha) |
|------------------------|----------------------|
| Grano tenero | 1 204,84 € |
| Soia | 796,18 € |
| Grano tenero | 1 204,84 € |
| Erba medica | 1 002,29 € |
| Erba medica | 1 002,29 € |
| Erba medica | 1 002,29 € |
| Media sestennio | 1 035,46 € |

Tab. 5.16 – Calcolo delle Margine Lordo medio Post intervento

Analizzando i dati disponibili al fine di valutare il requisito della continuità dell'attività agricola è possibile dichiarare che il progetto proposto risponde alle linee guida in quanto viene mantenuto l'indirizzo produttivo di colture in pieno campo e **Margine Lordo post-intervento è in linea di quello ante-intervento**.

5.4.2 Requisito B.2) - Producibilità elettrica minima

È necessario che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico avanzato, *FVagri*, risulti non inferiore al 60% della producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento, *FVstandard* ubicato nello stesso sito.

$$FVagri \geq 0,6 \cdot FVstandard$$

Con l'emanazione del Decreto Ministeriale 436/2023 – “Decreto agrivoltaico” e le successive regole operative; Allegato 1 - Decreto di approvazione è stata chiarita la corretta metodologia di calcolo di questo parametro.

La producibilità dell'impianto di riferimento è da calcolare considerando un impianto fotovoltaico di riferimento, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico, caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi.

In fase di presentazione della richiesta di ammissione alle procedure competitive per la selezione delle iniziative è pertanto necessario fornire documentazione idonea a dimostrare il rispetto del requisito progettuale. Con l'obiettivo di rendere verificabili le informazioni fornite nell'ambito delle procedure di selezione, è necessario fornire sia il dimensionamento dell'impianto agrivoltaico sia il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico di riferimento effettuati tramite lo strumento denominato PVGIS del Joint Research Centre – JRC della Commissione Europea, disponibile al link *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission (europa.eu)*.

I dati che devono essere inseriti nella procedura di calcolo della producibilità attesa sia per l'impianto agrivoltaico sia per l'impianto fotovoltaico di riferimento sono riportati nel seguito. Per tenere conto di opzioni di montaggio non previste dal PVGIS per il calcolo della producibilità dell'impianto agrivoltaico si applicano i fattori correttivi riportati alla pagina seguente.

1. IMPIANTO AGRIVOLTAICO Dati da inserire nel software PVGIS:

- *Posizione*: coordinate geografiche del sito di installazione dell'impianto agrivoltaico;
- *Database di radiazione solare*: SARAH 2;
- *Tecnologia FV*: tecnologia adottata per l'impianto agrivoltaico;
- *Potenza di picco (kW)*: somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici dell'impianto agrivoltaico, calcolate alle Standard Test Conditions;
- *Perdite di sistema*: 14%;
- *Posizione di montaggio*: a terra;
- *Opzioni di montaggio*: struttura fissa o mobile come prescelta per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico;
- *Orientamento*: orientamento dei moduli dell'impianto agrivoltaico;
- *Inclinazione*: inclinazione dei moduli dell'impianto agrivoltaico.

2. IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI RIFERIMENTO Dati da inserire nel PVGIS:

- *Posizione*: coordinate geografiche del sito di installazione dell'impianto agrivoltaico
- *Database di radiazione solare*: SARAH 2
- *Tecnologia FV*: tecnologia adottata per l'impianto agrivoltaico;
- *Potenza di picco (kW)*: somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici dell'impianto

agrivoltaico, calcolate alle Standard Test Conditions;

- *Perdite di sistema:* 14%;
- *Posizione di montaggio:* a terra;
- *Opzioni di montaggio:* struttura fissa;
- *Orientamento:* sud;
- *Inclinazione:* angolo pari alla latitudine meno dieci gradi.

Nel caso di moduli bifacciali, per determinare il valore di producibilità si applicherà, al risultato ottenuto dal PVGIS per il calcolo della producibilità relativo all'impianto agrivoltaico, un fattore correttivo pari a +15%.

Nel caso di moduli installati su strutture di sostegno a inseguimento biassiale, per calcolare il valore di producibilità si applicherà, al risultato ottenuto dal PVGIS per il calcolo della producibilità relativo all'impianto agrivoltaico, un fattore correttivo del +15%.

In caso di moduli bifacciali installati su strutture di sostegno a inseguimento biassiale, per calcolare il valore di producibilità, al risultato ottenuto dal PVGIS per il calcolo della producibilità relativo all'impianto agrivoltaico, andrà applicato un fattore correttivo quale somma dei fattori sopra indicati pari al + 30%.

| Verifica Requisito B2 | FV _{Standard} | FV _{Agri} |
|---|-----------------------------------|--------------------------|
| | Simulazione fotovoltaico standard | Simulazione Agrivoltaico |
| Yearly PV energy production (kWh) | 9 272 888,00 | 10 964 882,00 |
| Fattore correttivo secondo requisito 2.B.3. Producibilità elettrica minima | 10 663 821,20 | 12 609 614,30 |
| 0,6*FV standard | 6 398 292,72 | OK |

Tab. 5.17 – Calcolo della produttività dei due sistemi per valutazione parametro B2

$$12.609.614 \text{ kWh} \geq 0.6 * 10.663.821 \text{ kWh}$$

$$12.609.614 \text{ kWh} \geq 6.398.292 \text{ kWh}$$

Alla produttività energia elettrica di entrambe le configurazioni è stato applicato un fattore correttivo del più 15% in quanto il sistema installerà dei pannelli bifacciali.

Sulla base della configurazione di progetto, la simulazione della produttività del sistema agrivoltaico è superiore al 60% della produttività di un sistema fotovoltaico standard, pertanto il requisito producibilità elettrica minima è verificato.

FV IN RETE

INSEGUITORI

FV AUTONOMA

DATI MENSILI

DATI GIORNALIERI

DATI ORARI

TMY

Database di radiazione solare*

PVGIS-SARAH2

Tecnologia FV*

Silicio cristallino

Potenza FV di picco [kWp]*

6955.20

Perdite di sistema [%]*

14

Opzioni per l'inseguimento

☐ Asse verticale

Inclinazione [°]

(0-90)

☐ Ottimizzare

☒ Asse inclinata

Inclinazione [°]*

0

☐ Ottimizzare

☐ Due assi

Valori inseriti:

Luogo [Lat/Lon]: 45.061,9.921
 Orizzonte: Calcolato
 Database solare: PVGIS-SARAH2
 Tecnologia FV: Silicio cristallino
 FV installato [kWp]: 6955.2
 Perdite di sistema [%]: 14

Output del calcolo

Asse inclinata

Slope angle [°]: 0 W
 Produzione annuale FV [kWh]: 10964881.98
 Irraggiamento annuale [kWh/m²]: 2022.07
 Variazione interannuale [kWh]: 479884.8
 Variazione di produzione a causa di:
 Angolo d'incidenza [%]: -1.82
 Effetti spettrali [%]: 1.03
 Temperatura e irradianza bassa [%]: -8.6
 Perdite totali [%]: -22.04

Grafico dell'orizzonte

(C) PVGIS, 2024

Energia mensile da sistemi FV ad inseguimento

(C) PVGIS, 2024

Opzioni inseguimento
 (Click on series to hide)
 ● Asse inclinata

Fig. 5.7 – Dati producibilità impianto agrivoltaico

cogev
 progettazioni
 ricerche
 consulenze

RELAZIONE AGRONOMICA

pag. 67 di 94

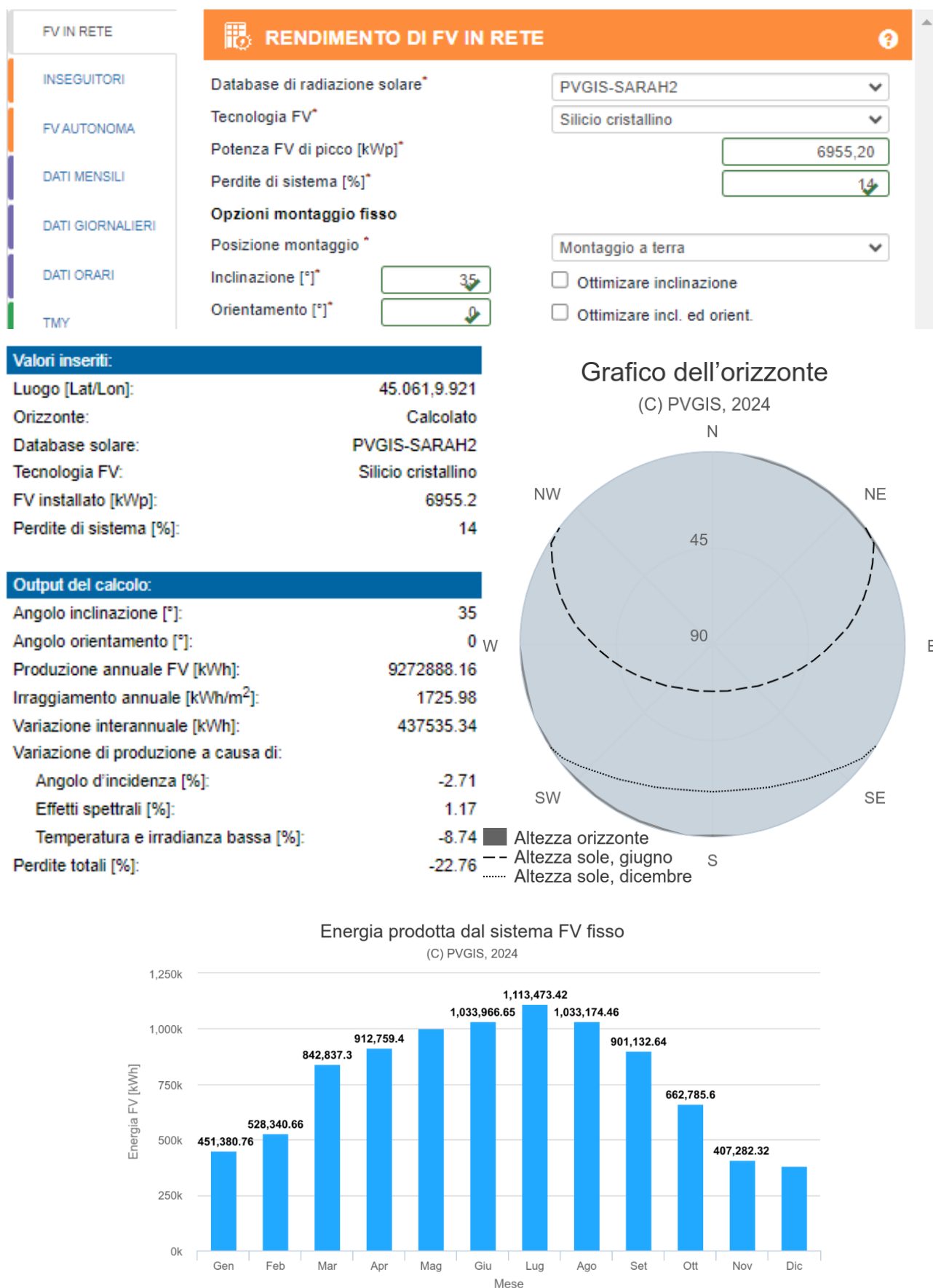


Fig. 5.8 – Dati producibilità impianto fotovoltaico di riferimento

5.5 Valutazione del REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici. Nel caso delle colture agricole, l'altezza minima dei moduli da terra condiziona la dimensione delle colture che possono essere impiegate (in termini di altezza), la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l'ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto. Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall'altezza dei moduli da terra (connettività).

In sintesi, l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico.

In via teorica, determinare una soglia minima in termini di altezza dei moduli da terra permette infatti di assicurare che vi sia lo spazio sufficiente per lo svolgimento dell'attività agricola al di sotto dei moduli, e di limitare il consumo di suolo. Tuttavia, come già analizzato, vi possono essere configurazioni tridimensionali, nonché tecnologie e attività agricole adatte anche a impianti con moduli installati a distanze variabili da terra.

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

I particolari costruttivi relativi all'impianto proposto dimostrano che l'altezza dei moduli da terra raggiunge un'altezza minima superiore a quella minima prevista per superare il Requisito C.

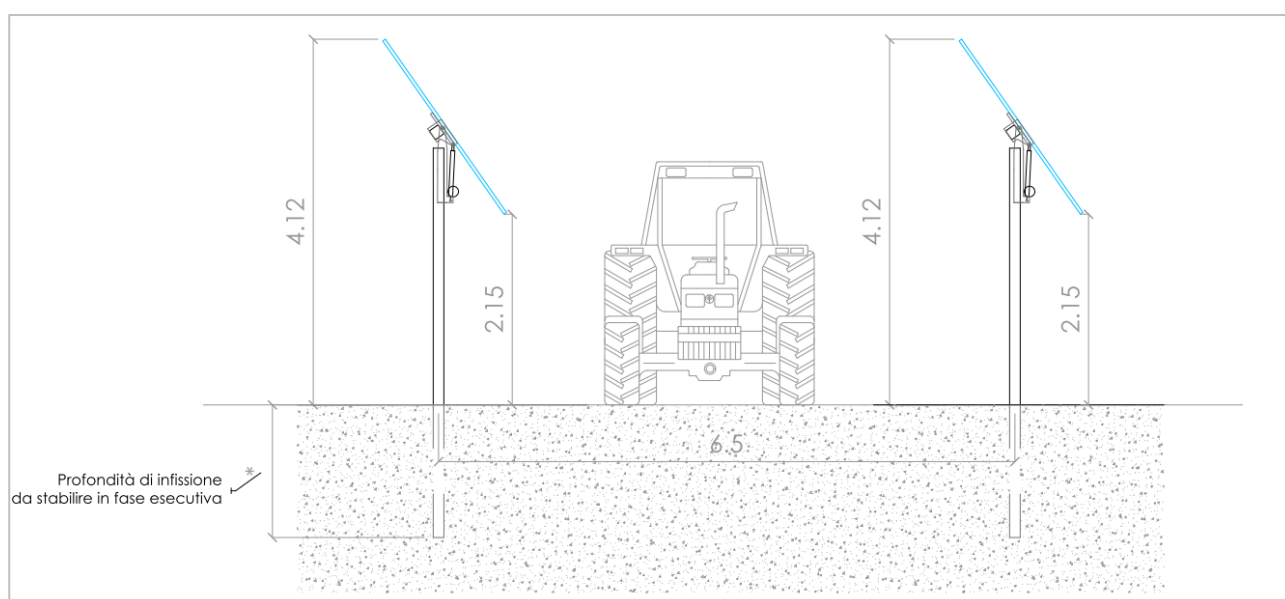


Fig. 5.9 – Particolare della sezione trasversale del tracker per dimostrare altezza minima

5.6 Valutazione del REQUISITO D: sistemi di monitoraggio

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi citate in premessa, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

- D.1) il risparmio idrico;
- D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

5.6.1 D1) Il risparmio idrico

Allo stato attuale sul fondo agricolo è presente l'impianto di irrigazione strutturato con bocchettoni e prese con dei bocchettoni a cui è possibile installare degli irrigatori fissi o rotolone per irrigazione a pioggia o le manichette per effettuare l'irrigazione a goccia localizzata, questo sistema viene utilizzato per il pomodoro da industria.

Per valutare al meglio esigenze idriche delle colture che verranno messe in atto è utile caratterizzare il suolo interessato dal progetto agrivoltaico per quanto riguarda la sua capacità di trattenere l'acqua.

La capacità di immagazzinamento di acqua nei suoli dipende essenzialmente dalle loro caratteristiche granulometriche, dal contenuto in materia organica e dalla loro profondità.

I suoli più argillosi e/o limosi sono quelli più inclini ad agire come serbatoio, specialmente se ricchi di sostanza organica, mentre i suoli più grossolani esplicano questa funzione in maniera minore.

Come indicatore del potenziale del suolo nell'immagazzinamento di acqua, (WAS), si considera il contenuto volumetrico di acqua alla capacità di campo (WCFC, m³ m⁻³). Il WCFC è calcolato utilizzando una PTF calibrata sui suoli dell'Emilia-Romagna (Ungaro et al., 2005), i cui input sono la struttura del terreno, il contenuto di carbonio organico e la densità apparente, per una profondità di riferimento di 100 cm. Al valore così stimato si sottrae il volume occupato dallo scheletro (sk, vol vol⁻¹). In caso di presenza di falda superficiale (WT) nel primo m di terreno, è stata presa in considerazione la sua profondità media per ulteriormente diminuire il potenziale complessivo del terreno per l'immagazzinamento dell'acqua.

L'area oggetto di intervento per le caratteristiche pedologiche è inserita in un ambito con una buona capacità di immagazzinare l'acqua. Come si evince dalla cartografia allegata (Fig. 5.10) l'area oggetto di intervento insiste sui terreni con capacità di suolo che varia da 0.45 a 0.63 ovvero suoli in grado di immagazzinare da 150 a 200 mm di acqua.

Va specificato che i cereali autunno vernini non vengono eseguiti interventi irrigui in quanto durante il ciclo culturale si dispone di adeguate risorse idriche.

Invece per la soia e per l'erba medica sono necessario apporti idrici adeguati se si vuole raggiungere un adeguato livello di resa indispensabile per raggiungere una resa economicamente adeguati per coprire i costi di produzione.

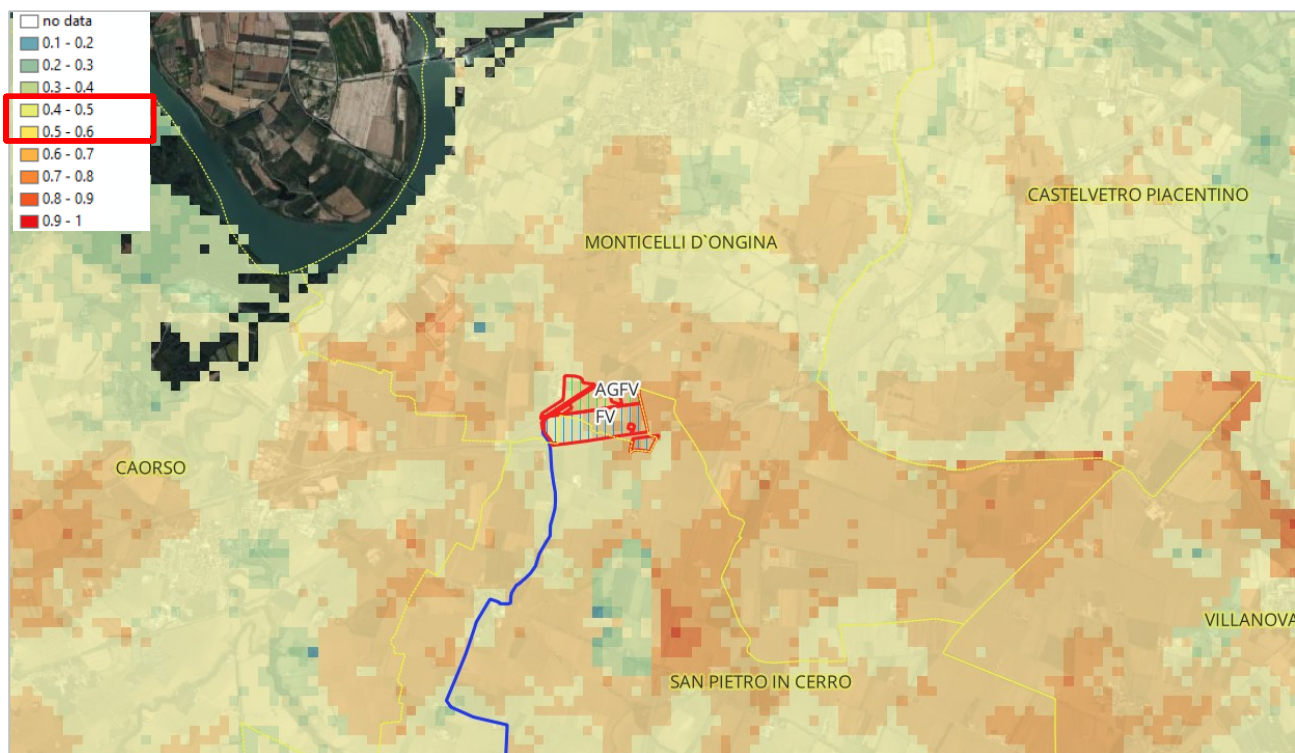


Fig. 5.10 – Indice AWC dei terreni interessati dal progetto agrivoltaico

Si specifica che con la soia è possibile adottare dell'irrigazione a goccia, questa tecnica è in grado di gestire in modo puntuale la risorsa idrica inoltre è possibile migliorare la nutrizione della pianta con la fertirrigazione, consentendo così di soddisfare la maggior parte dei fabbisogni della coltura.

Inoltre, il sistema di irrigazione a goccia raggiunge un valore di efficienza tra il 90 e il 95%, che stacca nettamente tutti gli altri sistemi di distribuzione dell'acqua. La tecnica dell'irrigazione a goccia può essere sviluppata in due soluzioni: con ala gocciolante appoggiata in superficie oppure con ala gocciolante interrata.



Fig. 5.11 – Sistema a goccia con ala gocciolante posata in superficie a file alternate su soia seminata con il sistema a strip-till.

In merito al risparmio idrico va sottolineato che i sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo. L'impianto agrivoltaico, inoltre, può costituire un efficace infrastruttura di recupero delle acque meteoriche che, se opportunamente dotato di sistemi di raccolta, possono essere riutilizzate immediatamente o successivamente a scopo irriguo, anche ad integrazione del sistema presente.

È pertanto importante tenere in considerazione se il sistema agrivoltaico prevede specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento).

Il fabbisogno irriguo per l'attività agricola può essere soddisfatto attraverso:

- auto-provvigionamento: l'utilizzo di acqua può essere misurato dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo o tramite misuratori posti su pozzi aziendali o punti di prelievo da corsi di acqua o bacini idrici, o tramite la conoscenza della portata concessa (l/s) presente sull'atto della concessione a derivare unitamente al tempo di funzionamento della pompa;
- servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola e sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema agrivoltaico, o anche tramite i dati presenti nel SIGRIAN;
- misto: il cui consumo di acqua può essere misurato attraverso la disposizione di entrambi i sistemi di misurazione suddetti

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui sarebbe, inoltre, necessario conoscere la situazione ex ante relativa ad aree limitrofe coltivate con la medesima coltura, in condizioni ordinarie di coltivazione e nel medesimo periodo, in modo da poter confrontare valori di fabbisogno irriguo di riferimento con quelli attuali e valutarne l'ottimizzazione e la valorizzazione, tramite l'utilizzo congiunto delle banche dati SIGRIAN e del database RICA. Le aziende agricole del campione RICA che ricadono nei distretti irrigui SIGRIAN possono considerarsi potenzialmente irrigate con acque consortile in quanto raggiungibili dalle infrastrutture irrigue consortili, quelle al di fuori irrigate in autoapprovvigionamento. Le miste sono individuate con un ulteriore livello di analisi dei dati RICA-SIGRIAN.

Nel caso in cui questi dati non fossero disponibili, si potrebbe effettuare nelle aziende irrigue (in presenza di impianto irriguo funzionante, in cui si ha un utilizzo di acqua potenzialmente misurabile tramite l'inserimento di contatori lungo la linea di adduzione) un confronto con gli utilizzi ottenuti in un'area adiacente priva del sistema agrivoltaico nel tempo, a parità di coltura, considerando però le difficoltà di valutazione relative alla variabile climatica (esposizione solare).

Gli utilizzi idrici a fini irrigui sono quindi funzione del tipo di coltura, della tecnica colturale, degli apporti idrici naturali e dall'evapotraspirazione così come dalla tecnica di irrigazione, per cui per monitorare l'uso di questa risorsa bisogna tener conto che le variabili in gioco sono molteplici e non sempre prevedibili.

In generale le imprese agricole non misurano l'utilizzo irriguo nel caso di disponibilità di pozzi aziendali o di punti di prelievo da corsi d'acqua o bacini idrici (auto-provvigionamento), ma hanno determinate portate concesse dalla Regione o dalla Provincia a derivare sul corpo idrico a cui si aggiungono i costi energetici per il sollevamento dai pozzi o dai punti di prelievo.

Negli ultimi anni, in relazione alle politiche sulla condizionalità, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali ha emanato, con Decreto Ministeriale del 31/07/2015, le "Linee Guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo",

contenenti indicazioni tecniche per la quantificazione dei volumi prelevati/utilizzati a scopo irriguo. Queste includono delle norme tecniche contenenti metodologie di stima dei volumi irrigui sia in auto-provvigionamento che per il servizio idrico di irrigazione laddove la misurazione non fosse tecnicamente ed economicamente possibile.

Nel citato decreto è indicato che riguardo l'obbligo di misurazione dell'auto-provvigionamento, le Regioni dovranno prevedere, in aggiunta a quanto già previsto dalle disposizioni regionali, anche in attuazione degli impegni previsti dalla eco-condizionalità (autorizzazione obbligatoria al prelievo), l'impostazione di banche dati apposite e individuare, insieme con il CREA, le modalità di registrazione e trasmissione di tali dati alla banca dati SIGRIAN.

Si ritiene quindi possibile fare riferimento a tale normativa per il monitoraggio del risparmio idrico, prevedendo aree dove sia effettuata la medesima coltura in assenza di un sistema agrivoltaico, al fine di poter effettuare una comparazione. Tali valutazioni possono essere svolte, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

5.6.2 D2) La continuità dell'attività agricola

Il monitoraggio del mantenimento della continuità dell'attività agricola passa attraverso l'apertura e gestione di un Fascicolo Aziendale ovvero il soggetto proponente gestore dell'impianto agrivoltaico autorizzato, dovrà fornire alla pubblica amministrazione le seguenti informazioni:

1. **Anagrafica:** sede legale; rappresentante legale; detentore; recapiti; identificativi dell'UTE (Unità Tecnica Economica); data apertura e data ultima validazione del FA; dimensione economica (in euro di Standard Output); OTE – Orientamento Tecnico Economico; forma giuridica; agricoltore attivo; azienda biologica; codici amministrativi (INPS; CCIAA; AUSL; ecc.).
2. **Territorio:** la consistenza territoriale a livello di particella catastale (con identificativi del proprietario e del detentore della particella), con tutti i relativi dati sull'uso del suolo (matrice prodotti, con livello di dettaglio 5 livelli, che arriva ad identificare la varietà e il tipo di utilizzo del prodotto, es.: uso EFA o uso produzione bioenergia).
3. **Piano colturale grafico:** l'uso del suolo rappresentato in modalità grafica. Senza la parte alfanumerica (particelle catastali). È un obbligo entrato in vigore a partire dalla campagna agraria 2020/2021. Va a sostituire le informazioni alfanumeriche che comunque restano a sistema e devono essere aggiornate (essenzialmente il titolo di possesso).

La rilevazione di questi dati avviene annualmente, mentre la loro verifica avviene su base triennale. Infatti, mentre occorre rilevare annualmente i dati la relazione di monitoraggio per la verifica degli impatti deve avvenire con una cadenza triennale, cercando così di ricondurre ad un andamento medio i risultati dei dati rilevati.

5.7 Valutazione del REQUISITO E: sistemi di monitoraggio

In aggiunta a requisito D, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

- E.1) il recupero della fertilità del suolo;
- E.2) il microclima;
- E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Infine, 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.

Si specifica, inoltre, che le modalità di esecuzione del monitoraggio previsto per il rispetto del requisito "E" di cui alle Linee Guida MITE (recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici), necessario per ottenere i benefici previsti dal PNRR, saranno definite all'interno di regole operative GSE - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) redatte in attuazione della relativa misura, che al momento non sono ancora disponibili.

5.7.1 E.1) Il recupero della fertilità del suolo

Il lotto in esame, come specificato nella situazione ante intervento è stato utilizzato per la coltivazione del pomodoro da industria alternato con coltivazione cerealicole e foraggere per evitare problemi di stanchezza del terreno.

La realizzazione dell'impianto agrivoltaico innovativo non limiterà la lavorazione e la gestione del fondo permettendo di adottare una rotazione sessennale con inserito un triennio di erba medica ovvero la coltura miglioratrice per eccellenza in grado di fissare azoto e portando benefici alla struttura del terreno.

Il monitoraggio del recupero del suolo passerà attraverso future analisi agronomiche che verranno inizialmente paragonate a dati di bibliografia e successivamente sulle analisi precedenti.

5.7.2 E.2) Il microclima

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

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

L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri, tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito. Tali aspetti possono essere monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.

Il monitoraggio del microclima prevede l'installazione di strumentazione necessaria (piccola stazione metro) per rilevare obbligatoriamente i seguenti parametri:

- Temperatura;
- Umidità;
- Velocità dell'aria;
- Radiazione solare;

Tale monitoraggio dovrebbe avvenire tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. Le Linee Guida prevedono di monitorare:

- la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I dati dei monitoraggi vengono solitamente organizzati da uno specifico software e possono essere utilizzati nella gestione ordinaria delle colture agrarie, all'interno di modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (funghi, batteri, virus, insetti, grandine, gelata). Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore ed inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici, e caratteristica unica dei sistemi da noi prodotti. Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.

Il sistema riesce a determinare con puntualità e precisione quando una coltivazione necessita di essere irrigata, evitando al coltivatore una inutile somministrazione di acqua. I risparmi sono consistenti e il beneficio per l'ambiente rende l'azienda realmente sostenibile.

È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti.

Come previsto dal Decreto Agrivoltaico (D.M. 436/2023, del 14 febbraio 2024 andrà installato 1 sensore in campo aperto e uno retro-modulo per ogni ettaro di Stot; pertanto, considerato che l'impianto agrivoltaico proposto ha 16,49 ha di superficie totale **andranno installati 17 sensori/ettaro in pieno campo e 17 sensori/ettaro retro-modulo.**

5.7.3 E.3) La resilienza ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri. Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante " Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)", dovrà essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea. Dunque:

- in fase di progettazione esecutiva: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- in fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).

5.8 Verifica sintetica dei requisiti dell'impianto agrivoltaico di Monticelli d'Ongina

Di seguito si riassumono le rilevanzze della verifica sintetica dei requisiti connessi alla soluzione progettuale prevista per l'impianto agrivoltaico di Monticelli d'Ongina, secondo quanto previsto dalle Linee Guida del MASE. Si specifica che l'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali. A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D).

| DESCRIZIONE | | DATI IMPIANTO | | | | CONTROLLO | |
|---|--|-------------------------------------|------------------------------|--|---|--|-----------------------------|
| REQUISITO A: il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale e opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra l'attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi; | A1) superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione (S agricola > 70%) | S_{TOT} | S_n | S Agricola | S_{agricola/S_{Tot}} | > 70% | |
| | | 30,0330 ha | 0,2809 ha | 29,7521 ha | 99,06 % | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| | A2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola (LAOR ≤ 40%) | S_{pv} | S_{TOT} | LAOR = Spv / Stot | | ≤ 40% | |
| | | 3,0007 ha | 30,0330 ha | 9,99 % | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| REQUISITO B: il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere l'attività agricola e pastorale | B1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto di intervento | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| | B2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico rispetto | F_{vagri} | F_{vstandard} | F_{vagri} / F_{vstandard} | | ≥ 60% | |
| | | 12,60 GW/anno | 6,39 GW/anno | 1,18 | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate e innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico se in termini energetici che agricoli (h min > 2,1 m per agricoltura, h min< 1,3 m per zootecnia) | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 | H min | Avanzato | | |
| | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2,15 m | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | |
| REQUISITO D: il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consente di criticare l'impatto sulle colture, | D1) il risparmio idrico; | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| | D2) 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 | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| REQUISITO RICHIESTO SOLO PER IMPIANTI AGRIVOLTAICI AVANZATI AI FINI PNRR | | | | | | | |
| REQUISITO E: il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare ulteriori parametri; | E1) il recupero della fertilità del suolo; | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| | E2) il microclima; | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| | E3) la resilienza ai cambiamenti climatici. | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |

Tab. 5.18 – Verifica requisiti impianto AGFV di Monticelli d'Ongina

6 REALIZZAZIONE E GESTIONE DELLE COLTURE PROPOSTE

6.1 Gestione del prato di erba medica

6.1.1 Caratteristiche biologiche dell'erba medica

L'erba medica (*Medicago sativa*) è considerata la foraggera poliennale per eccellenza. La sua grande capacità di adattamento a differenti condizioni pedologiche e climatiche la rende coltivabile in quasi tutti gli areali agricoli italiani, sia in pianura sia in collina, trovando comunque le condizioni ottimali di crescita e sviluppo in terreni profondi, argillosi e di medio impasto e con pH ottimale compreso tra 6,5 e 8,0. Le uniche due condizioni limitanti per lo sviluppo di un medicaio sono la presenza di ristagni idrici e la persistenza di un'acidità troppo elevata del suolo.

Si può coltivare per molteplici scopi: impiegata sia come foraggio, affienato o disidratato, sia come insilato o farina disidratata, trasformazione in farina disidratata e coltura miglioratrice. Nell'ambito degli avvicendamenti è considerata una specie miglioratrice, infatti il medicaio lascia al ciclo produttivo successivo una dotazione di 100-150 kg/ha di azoto. Non vi sono particolari controindicazioni per la precessione colturale, se non che è una pianta sensibile alla stanchezza del terreno, per cui è bene che non succeda a sé stessa.

I benefici dell'erba medica sono i seguenti: grazie ai suoi tagli frequenti e alla persistenza per 4-5 anni, riduce drasticamente il numero di infestanti normalmente presenti in un terreno coltivato a cereali con una significativa riduzione dell'uso di diserbanti; miglioramento della struttura del suolo: l'apparato radicale si sviluppa fino a 2-3 metri di profondità e, rigenerandosi per più anni senza essere disturbato dalle lavorazioni meccaniche, crea una struttura canalicolare e un reticolo nel suolo che favoriscono l'infiltrazione di acqua e stabilizzano gli aggregati; riduzione dei fenomeni erosivi grazie alla copertura vegetale; presenza di essudati radicali e la grande quantità di azoto e carbonio che si sviluppa a seguito della degradazione delle radici della medica, anno dopo anno sviluppano l'attività microbica del suolo sino a oltre 100 volte rispetto a quella osservata nei terreni a mono successione. La semina del medicaio avverrà idealmente ad inizio autunno, impiegando una seminatrice combinata (erpice + seminatrice) trainata da trattore agricolo. Il singolo passaggio apporterà benefici in termini di risparmio di risorse (carburante) e garantirà migliorie in termini di riduzione del compattamento del terreno. L'erpice sarà tarato affinché lavori ad una profondità di circa cm 20, consentendo di affinare le zolle e rendere le superfici più regolari e preparando dunque il letto di semina.

La seminatrice pneumatica apporterà una quantità di semente pari a 40-50 kg/ha, garantendo l'interramento della stessa ad una profondità di cm 1-1,5. Verranno impiegate sementi rizobiate, ovvero inoculate con colture di batteri specifici capaci di instaurare simbiosi con l'apparato radicale delle piante e avviare il processo di fissazione biologica dell'azoto atmosferico.

Il medicaio sarà gestito con sfalci annuali, lasciando in loco la biomassa tagliata. Si presume di mantenere l'intera superficie a medicaio per un periodo massimo di 5 anni, monitorando periodicamente (ogni 2 anni) lo stato chimico e fisico del terreno attraverso analisi di laboratorio per saggiare l'aumento della fertilità (contenuto di micro e macroelementi, contenuto di sostanza organica, rapporto C/N, ecc.) ed il miglioramento della struttura. Alla fine del ciclo colturale, si prevede di effettuare l'interramento delle intere piante (sovescio totale) mediante operazione di aratura leggera (cm 20/30)

6.1.2 Semina

Questa delicata fase deve essere preceduta da delle lavorazioni preparatorie. Nei terreni leggeri conviene ridurre l'intensità di lavorazione, effettuando la sola aratura superficiale per poi eseguire la semina con attrezzature combinate. La lavorazione principale deve essere effettuata durante l'estate o l'autunno precedente

l'impianto del prato; le lavorazioni secondarie deve essere effettuata nel periodo immediatamente precedente la semina, curando in particolare il livellamento del terreno per evitare il ristagno idrico. Poiché verranno distribuiti anche semi di piccole dimensioni il letto di semina deve essere ben affinato, senza tuttavia eccedere soprattutto nei terreni ricchi di limo, nei quali sono maggiori i rischi di formazione di crosta superficiale.

In base all'epoca in cui avverrà la fine lavori e la messa in opera dell'impianto fotovoltaico, unito all'andamento climatico, si potrà effettuare una semina primaverile o estiva. La **semina primaverile** deve essere eseguita alla fine dell'inverno, quando la temperatura raggiunge i 6-8°C; per sfruttare l'umidità residua rimasta nel suolo, ma non appena il terreno è abbastanza caldo e asciutto per essere meccanizzato. La **semina estiva** si esegue tra giugno e luglio (questa semina è utilizzata solitamente in successione alle colture autunno vernine), ma il periodo migliore per la germinazione delle sementi foraggiere va da fine agosto a inizio settembre. A partire da fine agosto, le leguminose fanno sempre più fatica ad affermarsi. La semina viene fatta principalmente con macchine trainate combinate che svolgono più operazioni nello stesso passaggio; questo permette di razionalizzare i costi di produzione, velocizzare le operazioni colturali all'interno di una finestra di condizioni ambientali favorevoli, minimizzare il compattamento e le lavorazioni del suolo (*minimum tillage*).

Il mercato offre svariate soluzioni e configurazioni di attrezzature che solitamente sono in grado di eseguire in un solo passaggio le seguenti fasi:

1. Fase 1 – Livellamento del terreno: può essere costituito da vari strumenti, (lame rulli, denti), l'obiettivo è quello di sminuzzare le zolle più grandi;
2. Fase 2 – Preparazione del letto di semina: solitamente la lavorazione è affidata ad uno strumento come l'erpice a dischi,
3. Fase 3 – Compattazione prima della semina: solitamente una serie di ruote *packer* metalliche o gommate completa l'operazione di preparazione di un soffice letto di semina;
4. Fase 4 – Semina meccanica o pneumatica, viene solitamente eseguita da organi assolcatori (denti e dischi) che posizionano il seme ad una profondità (1-3 cm), solitamente un doppio disco in acciaio che lavora su un'interfila variabile (10-15 cm).
5. Fase 5 – Chiusura del solco: un erpice a denti completa il lavoro per una perfetta copertura dei semi con il terreno fine.

Molte macchine specializzate oggi possono eseguire anche le operazioni di concimazione nello stesso passaggio, sia in forma solida che in forma liquida, ma solitamente per le foraggiere si eseguono concimazioni presemina di copertura e integrazioni annuali con concimi organici. Si consiglia infine di eseguire la rullatura in quanto favorisce la risalita capillare dell'acqua, fa aderire bene i semi alle particelle di suolo e interra gli eventuali sassi presenti. In condizioni umide, è meglio usare rulli più leggeri o addirittura evitare di rullare. Se, invece, ci si trova in un periodo siccitoso, è meglio utilizzare rulli pesanti (ca. 400 kg per metro lineare di larghezza del rullo).

6.1.3 Concimazione

La tecnica di concimazione è un fattore importante in quanto incide direttamente sulla produzione, in termini sia quantitativi sia qualitativi. Per determinare le dosi di nutrienti da apportare è necessario fare riferimento al metodo del bilancio.

L'erba medica è una pianta azotofissatrice. Grazie alla simbiosi con *Rhizobium melilot* è in grado di soddisfare le proprie esigenze azotate prendendo questo elemento direttamente dall'atmosfera. Questo significa che, per quanto riguarda la nutrizione azotata, l'erba medica può considerarsi autosufficiente. Maggiore importanza potranno avere invece gli apporti di altri elementi, in particolare di fosforo e di potassio.

L'erba medica è infatti avida di fosforo e potassio, per cui necessita di una presenza considerevole di questi nutrienti nel terreno. In caso di scarsa disponibilità di P e K, un concime contenente fosforo e potassio

può fare la differenza. Ancor meglio sarebbe sfruttare la concimazione naturale che deriva dall'alternanza di coltivazione tra l'erba medica e il frumento.

Le radici del frumento in decomposizione liberano infatti nel terreno fosforo e potassio in abbondanza, creando il suolo ideale per lo sviluppo delle foraggere. È opportuno che il concime fosfatico, come quello potassico, venga distribuito prima della semina o, meglio ancora, alla preparazione del letto di semina dopo l'aratura. In modo da arricchire di fosforo gli strati profondi nei quali opererà l'apparato radicale. Il letame sarebbe utilissimo al medicaio per il miglioramento delle proprietà fisiche del terreno, alle quali la medica è assai sensibile.

Come per tutte le leguminose, si può considerare la concimazione azotata come qualcosa in più, di sostegno o di compensazione a cattive condizioni ambientali e/o climatiche. Nonostante le elevate asportazioni, l'erba medica non abbisogna di somministrazioni azotate.

L'apporto di concimi azotati sul medicaio è ammesso in fase di impianto con funzione di starter nella dose massima di 30-40 kg/ha.

Una volta insediato, il medicaio non necessita di grandi apporti azotati, che anzi se eccessivi, porterebbero al diradamento del cotico per la progressiva scomparsa della medica e all'aumento dell'infestazione, riducendo la durata economica del prato.

Se, a partire dal 3°- 4° anno in poi, la presenza delle graminacee avventizie acquista un rilievo eccessivo, il medicaio non risulta più conveniente e se ne programma la rottura. In questo caso può essere utile incrementare la produzione complessiva favorendo le graminacee, con un apporto massimo di 80-100 kg/ha di azoto in funzione della composizione botanica che si è venuta determinando nel prato.

L'apporto verrà effettuato alla fine dell'inverno a vantaggio del primo sfalcio, nel quale predominano le graminacee. L'azoto può provenire sia da concimi di sintesi sia da liquami zootecnici. Se necessario per le concimazioni in copertura si utilizzano le forme azotate prontamente disponibili.

Per quanto riguarda la nutrizione fosfatica l'erba medica è considerata una coltura mediamente esigente e reagisce bene alla concimazione potassica. Gli apporti più corretti devono essere calibrati in base alla dotazione di nutrienti presenti nel terreno.

Un'ottima strategia di fertilizzazione è solitamente rappresentata dall'utilizzo di concimi organici. Come regola andrebbe distribuita la quantità di letame e liquame che le colture sono in grado di utilizzare nelle diverse condizioni ambientali, in relazione soprattutto al tipo e alla quantità di azoto apportato: questo modo di operare rende massima l'efficienza di utilizzazione di questi concimi e nel frattempo, minimizza i rischi di inquinamento dell'ambiente.

Nel parco agrivoltaico si ritiene improbabile l'utilizzo di effluenti palabili, ammendanti organici o digestati solidi (sottoprodotti degli impianti di biogas), poiché i mezzi di distribuzione tradizionali (spandiletame a rulli orizzontali o verticali) potrebbero imbrattare i moduli fotovoltaici ai lati della fascia di coltivazione.

Molto più indicato è l'utilizzo di liquami o digestati liquidi, in quanto sul mercato sono disponibili molteplici soluzioni tecniche in grado di garantire l'interramento localizzato delle deiezioni zootecniche sia con mezzi semoventi o trainati o con sistemi ombelicali. La soluzione è ottimale per limitare le perdite di azoto ammoniacale in atmosfera e controllare l'emissione di odori molesti, inoltre è in grado di stimolare la crescita delle foraggere.

Si ricorda che l'area del comune di Monticelli d'Ongina non ricade nell'ambito della Zona Vulnerabile da Nitrati per effetto della Dlgs n.152/2006, pertanto il **limite di utilizzo di azoto si attesta su 340 kg/anno**; pertanto, gli apporti in termini di quantità devono essere calcolati sulla base della tipologia di allevamento che fornisce gli effluenti.

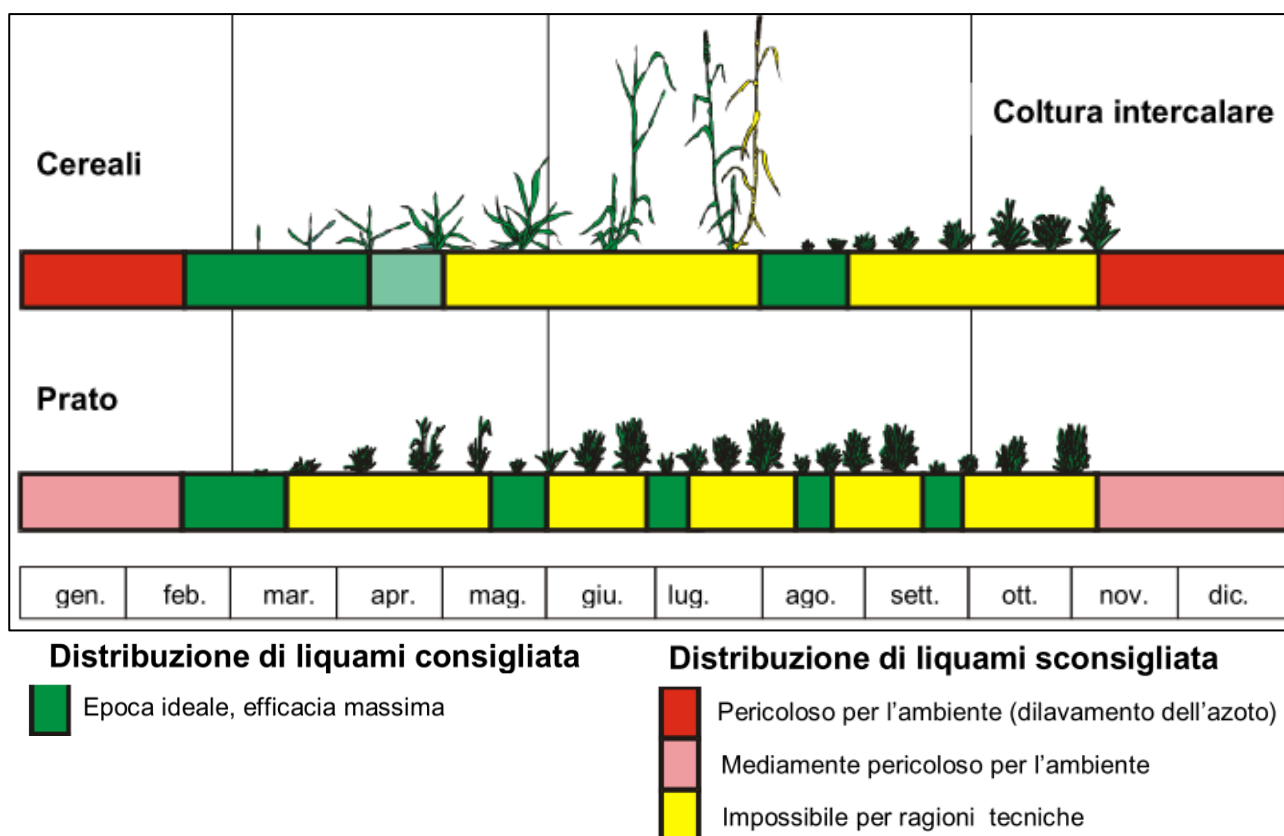


Fig. 6.1 – Idoneità dei diversi periodi dell'anno per la distribuzione di liquami su suoli assorbenti

6.1.4 Fienagione

La fienagione costituisce il sistema più diffuso e più antico per ottenere una massa foraggera conservabile e consta di una serie di operazioni volte a favorire una parziale eliminazione dell'acqua contenuta nella pianta verde e a permettere quindi la trasformazione dell'erba in fieno da destinare al settore zootecnico.

La scelta del momento più opportuno per il taglio del foraggio rappresenta uno dei punti essenziali della fienagione, in quanto condiziona la produzione sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Tagliando in fase giovanile, prima della fioritura, si ottiene un foraggio di alto valore nutritivo ma non si riescono a raggiungere elevate produzioni; viceversa, se attendo troppo il momento della raccolta, avrò rese importanti ma di scarsa qualità.

Le epoche di taglio ideali per ottenere il giusto rapporto qualità/resa sono differenti per specie; ricordiamo che per le graminacee è la fase biologica migliore il raggiungimento lo stadio di botticella (spigatura incipiente) mentre per le leguminose è lo stadio di inizio fioritura. Il periodo tipico della fienagione solitamente va da maggio ad agosto/settembre ma discriminante è l'andamento climatico stagionale.

Al momento del taglio il tenore di umidità del foraggio è dell'80-90%, ma già dopo il primo giorno di essiccazione l'umidità scende attorno al 60%; al termine del secondo giorno la sostanza secca è del 70%, per arrivare al momento della raccolta dove si ha circa l'87% di sostanza secca e il 13% di umidità.

Le principali macchine utilizzate per il taglio sono le falciatrici, in commercio ne esistono differenti modelli che si possono classificare in cinque grandi gruppi:

- Lama oscillante;
- Doppia lama oscillante;
- A disco;
- A tamburi;

- Falcia-condizionatrici.

Le falciatrici a lama erano molto diffuse un tempo, oggi sono meno utilizzati a causa delle limitate velocità d'avanzamento, del ridotto fronte di lavoro e dei problemi di ingolfamento delle lame.

Le falciatrici a disco e a tamburi sono caratterizzate da elevate velocità di avanzamento (10-14 Km/h), da grandi fronti di lavoro (fino a 8 m) e non hanno problemi d'ingolfamento; a seguito dell'elevatissimo numero di giri degli organi di taglio, si generano però delle turbolenze che aumentano i residui di terra nel fieno.

Le falcia-condizionatrici sono delle macchine che accoppiano l'azione del taglio (tramite dischi) alla compressione/lesione degli steli. Questa duplice azione permette in un solo passaggio di tagliare il foraggio e determinare una più rapida essiccazione grazie alle piccole incisioni generate dai flagelli o dalla compressione esercitata dai rulli. In questo modo posso ottenere un foraggio di maggior qualità con minori perdite nutrizionali, richiedendo così minori tempi di essiccazione.

Terminate le operazioni di taglio, l'erba deve essiccare prima di poter essere imballata. Il voltafieno viene utilizzato per girare il fieno, permettendo a tutta la massa di foraggio di essere esposta ai raggi solari e quindi di essiccare in modo uniforme. L'attrezzo è costituito da uno o più rotor che all'estremità presentano delle piccole forche; queste grazie al moto rotatorio catturano il foraggio e lo disperdono su tutta la superficie, garantendone così una buona essiccazione.

Il ranghinatore serve per creare le andane, lunghe file di foraggio concentrate su limitate superfici del campo. In commercio sono presenti diverse tipologie di ranghinatore: a rotore, a pettine, a ruote folli, a cinghie. Ognuno di questi modelli ha una meccanica differente, ma tutti hanno come scopo quello di creare le andane. Queste servono per facilitare la raccolta e per diminuire l'umidità che il foraggio potrebbe acquisire durante la notte.

Il fieno può essere raccolto sfuso, oppure pressato in balle prismatiche o cilindriche di pesi differenti. La maggior parte delle aziende decide di conservare il fieno in balloni cilindrici dal peso di 3-4 quintali.

Le imballatrici vengono utilizzate per comprimere il fieno creando dei balloni. Sono costituite da un pick-up che raccoglie il fieno e da una grossa camera dove avviene la compressione. A seconda del tipo di camera, si possono distinguere due modelli principali di imballatrici: a cuore tenero e a cuore duro. Le imballatrici a cuore tenero creano delle balle più pressate all'esterno e meno all'interno, quelle a cuore duro pressano in maniera uniforme tutto il fieno.

Bisogna sottolineare che dopo l'imballatura è sempre bene provvedere al più presto possibile al ritiro delle rotoballe dai prati, sia perché possono presentarsi delle precipitazioni, che seppur minime possono umidificare di nuovo il prodotto e causare ammuffimenti degli strati superficiali, sia perché la loro permanenza, accompagnata dal passaggio con la trattrice e rimorchi in tempi successivi, può rovinare il ricaccio e il cotico erboso. L'essiccazione in campo può essere integrata o sostituita da sistemi di essiccazione artificiale da effettuare presso un centro aziendale, che dispone delle necessarie attrezzature per portare gli elevati livelli di umidità (30-35 %) del foraggio imballato da affinare a quelli richiesti per la conservazione (13-15 %).

La disamina della meccanizzazione delle operazioni colturali connesse alla fienagione da eseguire nella corsia di 6 m di larghezza all'interno del parco agrivoltaico, non mette in luce particolari criticità, in quanto in commercio esistono svariati modelli di tutte le attrezzature descritte che sono in grado di lavorare agevolmente la fila in un paio di passaggi.



Fig. 6.2- Seminatrice combinata con lavorazione 3,5 m



Fig. 6.3 - Falcia condizionatrice combinata con lavorazione 5 m



Fig. 6.4 - Ranghinatore a 2 girielli con lavorazione 4 m



Fig. 6.5 - Erpice strigliatore con lavorazione 5 m



Fig. 6.6 - Rotoimballatrice cilindrica trainata da trattore (2,5 m)



Fig. 6.7 - Operazioni di carico delle balle

6.2 Gestione del frumento

Il frumento, o grano tenero (*Triticum aestivum*) originario del Medio Oriente dal quale, nel neolitico, si diffuse in Europa. La culla di origine del frumento, o grano duro (*Triticum durum*), è invece, l'Africa centro-orientale (Etiopia). Il ciclo colturale del frumento può essere diviso nelle seguenti fasi fenologiche, si parte dalla germinazione dei semi, si passa all'accestimento (emissione di nuovi germogli da parte della pianta), segue la fase di levata (sviluppo di nodi e internodi, con all'apice gli abbozzi della spiga), si arriva alla spigatura e fioritura (sviluppo della spiga, spinta fuori dall'allungamento dell'ultimo internodo), sin conclude con la maturazione (avvenuta la fecondazione, si forma l'embrione e inizia l'accumulo di sostanze nelle cariossidi in formazione).

La maturazione può articolarsi in quattro fasi successive:

- maturazione latte: le cariossidi di color verde raggiungono il massimo volume e sono ripiene di un liquido lattiginoso;
- maturazione cerosa: le cariossidi perdono acqua, ma contemporaneamente continuano ad essere accumulate in esse sostanze di riserva; assumono consistenza cerosa, il colore diviene giallognolo;
- maturazione piena o fisiologica: la pianta ha esaurito la capacità di compiere fotosintesi e cessa l'accumulo di sostanze nei semi; continua la perdita di acqua da parte delle cariossidi che sono completamente gialle;
- maturazione di morte: l'umidità si porta su valori dell'11-13% e può essere eseguita la raccolta.

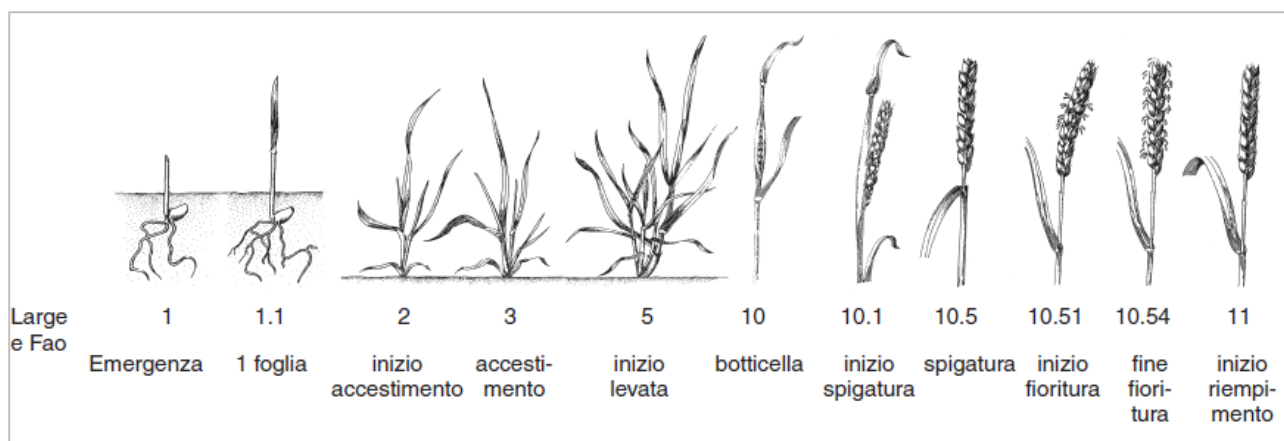


Fig. 6.8 – Ciclo biologico del frumento

Tradizionalmente considerata coltura depauperante, trova correttamente posto dopo colture da rinnovo (barbabietola da zucchero, pomodoro, patata) o dopo colture leguminose da foraggio o da granella (erba medica, soia) delle quali riesce a sfruttare i residui di fertilità.

Il tipo di **lavorazione preparatoria** da eseguire deve tenere conto delle condizioni del terreno dopo la raccolta della coltura precedente e, contemporaneamente, deve considerare le esigenze della coltura che segue.

Negli ultimi anni è stata messa in discussione l'utilità dell'aratura, soprattutto se profonda, con conseguente diffusione delle tecniche di minima lavorazione e di semina diretta che consentono un risparmio economico e un maggior rispetto delle caratteristiche fisiche e biologiche del terreno.

Nel caso di specie si punta a adottare tecniche di minima lavorazione con profondità di lavoro a 10-15 cm; può essere eseguita con erpici a dischi, erpici e frese rotative. Generalmente è sufficiente un secondo passaggio con un erpice per la preparazione di un idoneo letto di semina o un passaggio combinato.

La minima lavorazione si effettua di norma con un certo anticipo sull'epoca di semina, quando le principali finalità sono la degradazione del residuo colturale, l'adozione della falsa semina e un controllo di

infestanti specifiche. Dunque, la sua finalità principale è predisporre il terreno alla semina; operazione che viene condotta con attrezzi indipendenti, oppure combinati alla seminatrice durante la semina stessa (Fig. 6.9-9.10-6.11-9.12).

Solitamente in base all'organizzazione aziendale e al parco macchine disponibile si riesce in 2-3 passaggi ad effettuare la semina diminuendo di circa 2-3 ore i tempi di lavorazione rispetto al metodo tradizionale che prevede aratura, preparazione del letto e semina.



Fig. 6.9 – Erpice rotante per preparazione letto di semina



Fig. 6.10 – Erpice rotante combinato con seminatrice



Fig. 6.11 – Attrezzatura combinata per la preparazione del terreno



Fig. 6.12 – Attrezzatura combinata per preparazione letto e semina

Una delle attività cruciali nella coltivazione del frumento è la **concimazione**, fondamentale per fornire alla pianta tutti gli elementi nutritivi di cui ha bisogno. Una buona concimazione non solo consente produzioni abbondanti, ma anche di qualità, per quanto riguarda ad esempio il peso delle cariossidi e la percentuale di proteine. Come tutte le piante, anche il frumento necessita di azoto, fosforo e potassio, i tre macroelementi alla base di ogni produzione vegetale. Tuttavia, nella maggioranza dei casi il potassio è già sufficientemente disponibile nei terreni e dunque non deve essere fornito con la concimazione.

Esistono varie strategie di come e quanto agire in campo; il timing di queste scelte si adotta sulla base di alcuni fattori come ad esempio: la varietà coltivata, l'andamento stagionale, il tipo di terreno e la precedente coltura, nonché gli obiettivi aziendali. Solitamente si cerca di mettere a disposizione il nutriente quando la pianta ne ha necessità, gli apporti di nutrienti (da disciplinare di produzione integrata Veneto 2022, la fertilizzazione prevede 140-180 unità di azoto, 60 unità di fosforo e 120 unità di potassio), vengono distribuite frazionate in più momenti, a partire dalla concimazione di fondo prima della semina, seguono le concimazioni di copertura con l'apporto che può essere distribuito in fase di inizio accestimento, inizio levata e inizio spigatura.

In relazione alla fase del ciclo colturale possono essere apporti fertilizzanti naturali nella concimazione di fondo come letame o ammendante, mentre in copertura l'apporto può essere garantito da svariati formulati commerciali per lo più granulari, con la possibilità di effettuare apporti di azoto con soluzioni liquide per via

fogliare verso fine ciclo. Va sottolineato che i maggiori livelli di tecnologia si adottano su attrezzature dalla grande capacità di lavoro, pertanto, in considerazione alle condizioni puntuali del parco agrivoltaico proposto è più semplice adottare sistemi tradizionali di concimazione centrifuga a spaglio (Fig. 6.13), rispetto che adattare attrezzature con un elevato livello di tecnologia per lavorare una fascia ristretta e una superficie limitata.



Fig. 6.13 – Spandiconcime a spaglio centrifugo per solido



Fig. 6.14 – Distributori di concimi liquidi pneumatici

Lo stesso ragionamento esposto poco sopra può essere sviluppato per le attrezzature che vengono utilizzate per il controllo dell'istanti e per la difesa delle culture. La **lotta alle infestanti** deve essere attuata prima di tutto con la buona pratica agronomica che preveda l'avvicendamento culturale, buona preparazione del letto di semina ed uso di semente certificata esente da infestanti.

Il diserbo chimico può essere eseguito in pre-semina, pre-emergenza e post-emergenza.

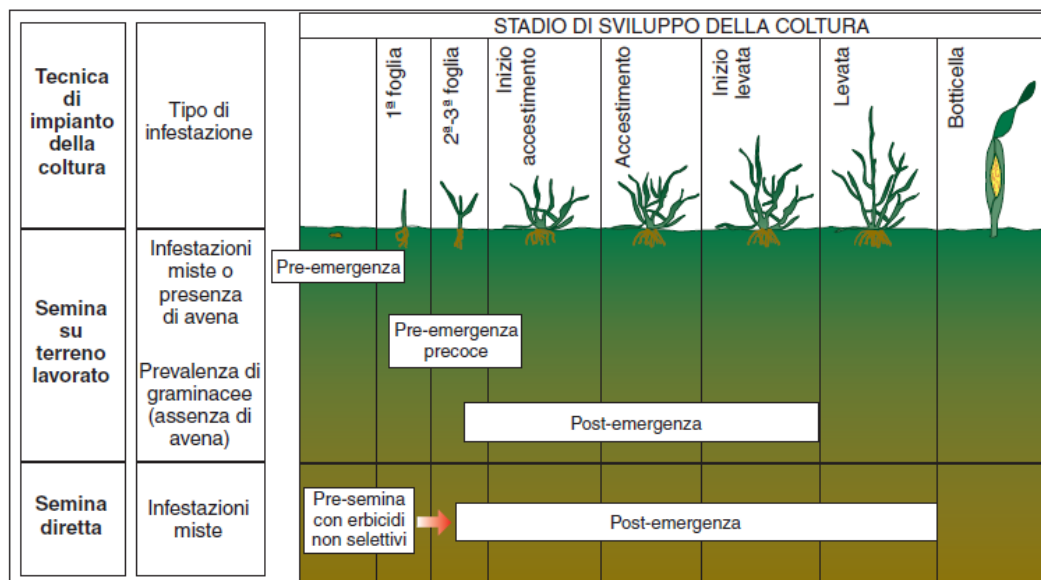


Fig. 6.15 – Epoche e strategie di lotta alle infestanti nel frumento

Solitamente si effettua un trattamento in presemina con erbicidi totali quali Glyphosate per eliminare le infestanti presenti sul letto di semina e successivamente un paio di trattamenti in post-emergenza. In questa fase vale sempre la regola che è preferibile intervenire con infestanti ai primi stadi, al fine di limitare i danni della competizione alla coltura e per un più facile controllo (eventualmente con dosi d'impiego più basse). Tuttavia, molte infestanti hanno sviluppo primaverile, per cui se si interviene precocemente a fine inverno, può successivamente essere indispensabile un secondo trattamento in post-emergenza.

Per quanto riguarda le **principali avversità** che colpiscono il frumento vanno menzionate le patologie fungine: le principali sono l'Oidio (*Blumeria graminis tritici*), le Ruggini (*Puccinia spp.*), la Septoriosi (*Septoria tritici* e *Stagonospora nodorum*), il Mal del piede e la Fusariosi della spiga (*Fusarium spp.*).

Per il controllo di queste crittogame si deve adottare in primis una buona pratica agronomica che preveda l'impiego di seme conciato, varietà resistenti, una concimazione azotata equilibrata, semine non troppo fitte, buone sistemazioni del terreno che evitino ristagni e una corretta rotazione.

Qualche problema verso la fine del ciclo colturale può essere provocato dagli insetti, i fitofagi più diffusi che possono arrecare danni al frumento sono gli Afidi, meno frequenti e meno temibili sono la Cimice (*Aelia rostrata*) e la Lema (*Oulema melanopa*).

Tutte queste avversità possono essere controllate con trattamenti chimici mirati che devono essere giustificati da soglie di intervento solitamente fissate dai disciplinari di produzione integrata (per esempio 80% dei culmi infestati a fine fioritura da afidi è giustificato l'intervento con insetticidi).

La tecnologia adottata è molto semplice e matura, consiste nell'utilizzo di botti portate (6.16-6.17) o trainate con diverse capacità di carico disponibili, in cui una pompa a membrane mette in pressione la soluzione che arriva a degli ugelli disposti su una barra metallica; questa può essere di svariate misure, ma nel nostro caso non supererà i 6 m di larghezza.



Fig. 6.16 – Botte diserbo pneumatica con barra aperta in azione



Fig. 6.17 – Botte diserbo pneumatica con barra da 6 m ripiegata

L'ultima fase del ciclo produttivo è la **raccolta**, in Italia, la raccolta del frumento inizia a fine maggio-inizio giugno al Sud e termina ad inizio luglio al Nord. Per raccogliere il seme si utilizza la mietitrebbiatrice, che lavora quando il frumento arriva nella fase di maturazione di morte, quando l'umidità della granella è inferiore al 14%, tenendo però conto che l'umidità di riferimento nei contratti di compravendita è del 13%.

Dalla mietitrebbiatura si ottiene la granella, la paglia e la pula costituita dai resti della spiga. Le rese in granella più elevate si ottengono nei climi dell'Europa centrale con punte che superano le 10 t/ha; nella Valle Padana le rese raggiungono 6-7 t/ha con punte di 8 t/ha; in Italia centrale scendiamo a 5-6 t/ha; nel Meridione e nelle Isole le rese sono ancora più basse (2-4 t/ha), soprattutto per il grano duro diffuso in comprensori aridi.



Fig. 6.18 – Mietitrebbia con elevata capacità di lavoro con barra da 6 m



Fig. 6.19 – Mietitrebbia con bassa capacità di lavoro con barra da 2 m

Le macchine tipicamente utilizzate per la raccolta dei cereali in Pianura Padana (Fig. 6.18) solitamente tendono a massimizzare la capacità di lavoro, in quanto la finestra temporale per la raccolta è solitamente limitata, inoltre trattasi di attrezzatura molto costose che devono essere ammortizzate da elevati volumi di lavoro.

Le barre per la raccolta del frumento disponibili in commercio dipendono da marca e modello di macchina utilizzata; modelli con elevata capacità di lavoro possono montare attrezzi con larghezze minime di 4 m fino a larghezze che raggiungono i 14 m, ma il mercato può offrire anche attrezzature con capacità di lavoro minore con barre da 2 m (Fig. 6.19).

In conclusione, dopo aver effettuato una veloce disamina dei principali fattori produttivi che interessano la coltivazione del frumento e le loro ripercussioni sulla meccanizzazione del ciclo colturale è evidente come la soluzione progettuale del parco agricolo proposto è adeguata e in linea con le esigenze della coltura.

7 ANALISI MULTICRITERIO

Quando la scelta di una opzione progettuale interessa più criteri di valutazione (es. economico, ambientale, sociale, etc.), è opportuno utilizzare una metodologia di analisi multicriterio (AMC). L'analisi multicriterio prevede che il confronto fra le alternative di intervento venga effettuato tramite l'utilizzo della cosiddetta matrice di valutazione: una matrice in cui ogni alternativa è messa a confronto per una serie di criteri di valutazione, che possono essere obiettivi del progetto o dei portatori di interesse, criteri tecnici, sociali, etc. Le alternative vengono elencate nelle colonne della matrice, mentre i criteri di valutazione sono descritti nelle righe. Il grado di raggiungimento di ogni obiettivo (o di soddisfacimento del criterio di valutazione) da parte delle alternative considerate è indicato tramite un indice che, che ad esempio può variare tra 0 (obiettivo non raggiunto o criterio non soddisfatto) e 5 (obiettivo raggiunto), passando per valori intermedi che indicano un obiettivo raggiunto parzialmente. Nel caso di criteri che possono avere un significato negativo o positivo (ad esempio gli impatti ambientali) si può ricorrere anche a valori indice che variano da negativi (impatto negativo) a positivi (impatto completamente positivo), ove 0 assume il significato di impatto nullo.

Ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un peso (valore compreso tra 0 e 1) moltiplicativo degli indici assegnati ad ogni criterio. Tale peso viene in genere assegnato tenendo conto anche di quanto espresso dai portatori di interesse. I valori degli indici per ogni alternativa (moltiplicati per i pesi) vengono sommati, cosicché ad ogni alternativa di intervento corrisponda un punteggio totale, confrontabile con quello delle diverse opzioni/alternative. Può essere inoltre condotta un'analisi di sensibilità dei punteggi finali ai valori dei pesi, così da verificare quanto robusta sia la scelta della soluzione migliore.

L'AMC viene utilizzata per arrivare alla scelta della soluzione preferibile, in quanto permette di tener conto di tutti i benefici e gli impatti, inclusi quelli di difficile quantificazione (per esempio alcuni impatti ambientali e sociali) e permette, inoltre, di coinvolgere i portatori di interesse mostrando in maniera trasparente il processo decisore.

| N | Criterio da valutare | Coltivazione attuale | Coltivazione futura |
|---|---|---|--|
| | | (Cerealicola estensiva) | (Sistema Fotovoltaico interfilare con Prato Polifita Permanente) |
| | | (+1) | (+2) |
| | Occupazione (impiego di personale) | Limitato, in conseguenza della totale meccanizzazione | Medio, per le operazioni di sfalcio e raccolta del foraggio ripetute 2-3 volte Impiego addizionale di maestranze agricole per la gestione delle siepi piantumate come mitigazione perimetrale Impiego di tecnici specializzati e operai per la costruzione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico |
| | | (-2) | (+3) |
| 2 | Fertilità agronomica dei terreni (contenuto di sostanza organica) | Le lavorazioni profonde comportano l'impoverimento progressivo per ossidazione della matrice organica del terreno. | Si utilizzeranno moderne tecniche di <i>minimum tillage</i> o di <i>strip tillage</i> La soia e l'erba medica sono leguminose che fissano l'azoto atmosferico, fornendo una naturale concimazione del terreno, e le piante arricchiscono di sostanza organica il terreno. Sequestro di CO ₂ del prato stabile a medica è stimato in 14.3 t/anno |
| | | (+1) | (+3) |
| 3 | Effetti sul sistema idrico (consumo di acqua e qualità) | Elevate necessità di acqua di irrigazione. Elevato utilizzo di concimi, ammendanti e antiparassitari che contribuiscono all'inquinamento ed eutrofizzazione delle acque superficiali e di falda | Moderate necessità di acqua di irrigazione Nessun utilizzo di antiparassitari |

Limitato utilizzo di concimi

Limitato utilizzo di concimi chimici i terreni sono asseribili per
l'interramento con sistemi efficienti di effluenti di allevamento

| | | | |
|----------|--|--|--|
| | | (+2) | (+3) |
| 4 | Utilizzo di carburanti fossili per le macchine agricole | L'aratura profonda richiede mezzi potenti ed un elevato consumo di carburante | La coltivazione richiede l'uso di mezzi agricoli di medie dimensioni più leggeri e consumi ridotti di carburante |
| | | (0) | (+3) |
| 5 | Biodiversità floristica e faunistica | La coltivazione è solitamente condotta in monocoltura | si propone un ciclo culturale se segnale con una prevalenza di colture miglioratrici in grado di apportare benefici alla struttura del suolo e indirettamente alla micro fauna che sta alla base della catena trofica q |
| | | La semplificazione dell'ecosistema limita il numero di specie presenti | La realizzazione delle fasce arbustive permetterà di creare un agroecosistema complesso, in grado di dare riparo ad avifauna e piccoli mammiferi in genere |
| | | (+3) | (+1) |
| 6 | Margine lordo (valore economico del prodotto agricolo) | La coltivazione di cereali ha marginalità media rispetto a colture orticole o frutticole a più alto reddito, ma allo stato attuale stanno vivendo un momento di rivalutazione a causa dell'incerto scenario internazionale | Il prato di medica produce una marginalità molto simile alle coltivazioni cerealicole per effetto dei limitati input che richiede Il grano e la soia sono delle derrate che a fronte dell'elevata instabilità dei mercati mondiali sono in grado di essere facilmente assorbiti dalla filiera italiana a buoni prezzi |
| | | (+4) | (+5) |
| 7 | Produzione di Energia Rinnovabile | La produzione dei cereali attuale (frumento tenero, soia granella di mais e pomodoro da industria) è destinata all'industria alimentare, mentre le foraggere di secondo raccolto sono a maturazione cerosa e destinate all'alimentazione zootecnica o al biogas, | 800 MWh/ha La produzione tra l'impianto fotovoltaico raggiunge annualmente per ogni ettaro di superficie circa: L'intera produzione di foraggio sarà immessa sul mercato destinato all'alimentazione animale L'intera produzione di cereali sarà immessa sul mercato destinato all'alimentazione umana o mangimistica ya |
| | | (+1) | (+3) |
| 8 | Servizi ecosistemici | Il sistema di monocoltura intensiva congestione convenzionale non è in grado di offrire buoni standard di sostenibilità ambientale | Il sistema agro-fotovoltaico proposto consente il raggiungimento di una maggiore efficienza nell'uso del territorio L'utilizzo di questo mix integrato può consentire alla comunità rurale di diventare più competitiva e sostenibile |
| | PUNTEGGIO TOTALE | 10 | 23 |

Tab.7.1 –Matrice dell'analisi multicriterio

8 MITIGAZIONI AMBIENTALI

8.1 Composizione della barriera mitigativa

La barriera di mitigazione sarà composta specie arbustive miste come il biancospino (*Crataegus monogyna*), il nocciolo (*Corylus avellana* L.), la lantana (*Viburnum lantana* L.), il ligustro (*Ligustrum vulgare* L.), il prugnolo (*Prunus spinosa* L.) e il sanguinello (*Cornus sanguinea* L.)

Il sesto d'impianto del filare di arbusti sarà di 1,5 m sulla fila e di almeno 2,5 m dalla recinzione perimetrale. Internamente alla recinzione non saranno piantumate opere di mitigazione.

8.2 Gestione della barriera mitigativa

L'uso del materiale vegetale di propagazione dovrà essere conforme all'applicazione del D.Lgs 386/03, del Reg. EU 2016/2031 e del D.Lgs n. 19/2021 e deve essere accompagnato dal passaporto delle piante e dal Cartellino del Produttore.

La messa a dimora dovrà essere eseguita nel periodo di riposo vegetativo, dalla fine dall'autunno all'inizio della primavera evitando il periodo dalle temperature più rigide.

Durante la messa a dimora delle piante si ricorrerà all'apertura di buche che 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.

Al momento della posa, all'interno della buca, sarà posto un quantitativo adeguato di concime ternario organo-minerale che fornirà il nutrimento necessario a superare la fase di stress dovuta al trapianto aumentando sensibilmente le possibilità di attecchimento.

Si consiglia di porre una pacciamatura in juta e cellulosa, garantire l'ancoraggio al suolo con graffi in ferro, posizionare uno shelter di protezione e un tutore in canna di bambù.

Soprattutto nei primi anni di vita, saranno effettuati interventi d'irrigazione di soccorso durante la stagione estiva. Il numero d'interventi sarà svolto in funzione dell'andamento stagionale e delle risposte delle piante ma riguarderà verosimilmente i soli primi 3 anni dall'impianto. In alternativa si potrà installare un impianto localizzato di irrigazione.

Per i primi 3 anni si prevedono i seguenti interventi di manutenzione ordinaria:

- Potatura di allevamento;
- Operazioni di rimozione dalla vegetazione infestante (2-3 volte l'anno);
- Rimozione e sostituzione fallanze, con altro materiale avente le stesse caratteristiche, da realizzarsi al termine della stagione vegetativa;
- Rimozione protezioni ed eventuali strutture di ancoraggio.

Durante la vita utile dell'impianto, le piantumazioni saranno oggetto di manutenzioni e potature periodiche al fine di mantenerle entro le altezze indicate nei paragrafi precedenti e garantire la massima produzione di energia evitando fenomeni di ombreggiamento.

9 CONCLUSIONI

Le ripercussioni derivanti dalla questione del *climate change* sono sempre più rilevanti e all'ordine del giorno, questo deve portare ad adeguare i modelli di sviluppo in tutti i settori.

Il comparto agricolo è in grado di fornire alimenti, prodotti non alimentari, servizi ecosistemici, energia rinnovabile e di garantire sicurezza e sovranità alimentare. L'attività essenziale degli agricoltori nel fornire cibo deve andare di pari passo con il loro ruolo di custodi dell'ambiente, tra i quali obiettivi, deve porsi anche la produzione di energia rinnovabile. L'estremizzazione delle posizioni e la contrapposizione sulla dicotomia tra autosufficienza alimentare e ambiente, non può che portare al fallimento sia delle politiche agroalimentari che di quelle ambientali.

È quindi indispensabile sviluppare modelli di sviluppo in grado di ottenere efficienza e sostenibilità del settore agricolo nei diversi contesti territoriali, considerando sia i fattori coinvolti nel sistema produttivo sia la loro organizzazione in agroecosistemi. La produzione di energia rinnovabile, anche alla luce dell'attuale situazione geopolitica, è oggi quanto mai prioritaria per cercare di limitare gli effetti negativi del *climate change*.

L'associazione tra impianto fotovoltaico di nuova generazione (ad inseguimento solare) e l'attività agricola rappresenta una soluzione innovativa dell'impiego del territorio che trova giustificazione nel maggiore output energetico (LER, *Land Equivalent Ratio*) complessivamente ottenuto dai due sistemi combinati rispetto alla loro realizzazione individuale.

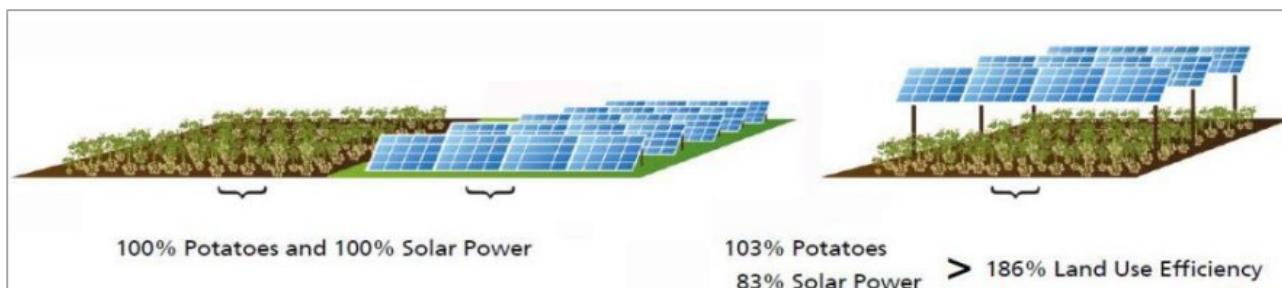


Fig. 8.1 –Esempio di efficienza nell'utilizzo del suolo in un sistema Agro-Fotovoltaico

Attraverso la scelta oculata delle colture e le adeguate tecniche agronomiche da adottare in questo particolare contesto è possibile mantenere la produttività agricola.

Sebbene siano diverse le colture realizzabili all'interno di un impianto agrovoltaiico e con marginalità comparabile, (mais, sorgo, barbabietole) o maggiore (insalata, pomodoro, pisello, patata etc.), la scelta di un ciclo che colturale equilibrato con cereali, oleo-proteaginose e prato di leguminose consente di raggiungere contemporaneamente più obiettivi, oltre alla convenienza economica:

- Aumento graduale della sostanza organica dei terreni;
- Miglioramento della struttura capacità di infiltrazione dell'acqua per minor compattamento;
- Minor consumo di carburanti fossili causati da minori lavorazioni profonde;
- Aumento della biodiversità vegetale e animale, creando, in particolare, un ambiente idoneo alla protezione e proliferazione di insetti pronubi;
- Sviluppo di un agro-ecosistema più complesso rispetto alla monocultura.

Il progetto agrovoltaiico proposto suggerisce un approccio più sostenibile e raccomanda l'adozione delle Buone Pratiche Agricole, già espressamente prescritte anche dalle Linee Guida e dalle nuove indicazioni derivanti dalle politiche agricole che sposano gli obiettivi del Green Deal europeo. In particolare, si raccomanda l'adozione dei principi della difesa integrata e/o di quella biologica, dell'agricoltura conservativa (rotazione,

copertura continua con colture e residui, riduzione delle lavorazioni e preservazione degli strati di suolo) e l'adozione dei metodi dell'agricoltura di precisione.

Durante il periodo estivo l'impianto fotovoltaico offre protezione dal vento, contro l'allettamento delle colture, riduce il consumo di acqua e riduce gli eccessi di calore sempre più frequenti in un contesto di cambiamento climatico, agendo da moderno sistema di ombreggiamento, analogamente a quanto svolto dalle siepi e dalle alberature. Gli eccessi climatici portano ad aumentare le condizioni di stress da caldo e di carenza idrica e accelera il ciclo colturale, a discapito di resa e qualità dei prodotti. Nello specifico, l'applicazione del sistema fotovoltaico alla coltivazione di cereali autunno vernini, se da una parte riduce la radiazione disponibile, dall'altra permette un efficace controllo micro-ambientale, riducendo i possibili effetti nocivi di un eccesso di ventosità e riducendo la richiesta idrica delle colture.

Infine, si sottolinea che il sistema agro fotovoltaico proposto prevede la piantumazione di una fascia alberata di frutticole sul margine esterno. In questo modo si potranno avere ulteriori vantaggi sia di carattere ambientale (riduzione dei flussi di fitonutrienti come i nitrati in uscita, mantenimento di corridoi ecologici per animali selvatici in genere) che per l'inserimento dell'impianto nel territorio, con la trasformazione di un'area attualmente piatta ed uniforme in un ambiente fortemente variato dal punto di vista vegetazionale, con un apprezzabile valore estetico.

Il tecnico

Dott. Agr. Brighenti Alberto



10 BIBLIOGRAFIA

Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare; Legambiente (2020).

Agrisolar Best Practices Guidelines Version 1.0. Solar Power Europe (2021).

Amaducci S., Xinyou, Colauzzi M., (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy* 220: 545-561.

Callejón-Ferre A.J., Manzano-Agugliaro F., Díaz-Pérez, Carreño-Ortega A., Pérez-Alonso J., (2009). Effect of shading with aluminised screens on fruit production and quality in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under greenhouse conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7: 41-49.

Colantoni Andrea e altri, (2021). Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia, Università degli Studi della Tuscia. Versione 1.

Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufur L., Nogier A., Ferard Y., (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy* 36: 2725-2732.

Elamri Y., B. Cheviron, J.-M. Lopez, C. Dejean, G. Belaud, (2018). Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: Application to irrigated lettuces. *Agricultural Water Management* 208; 440–453.

Ezzaeri K., H. Fatnassib, R. Bouharroud, L. Gourdo, A. Bazgaou, A. Wifaya, H. Demrati, A. Bekkaoui, A. Aharoune, C. Poncet, L. Bouirden, (2018). The effect of photovoltaic panels on the microclimate and on the tomato production under photovoltaic canarian greenhouses. *Solar Energy* 173; 1126–1134.

Hassanpour Adeh E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE* 13(11): e0203256.

Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici - Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento Per L'energia; giugno 2022

Lin C.H., McGraw R.L., George M.F., Garrett H.E., (1998). Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agroforestry Systems* 44: 109-119.

Graham, M., Ates, S., Melathopoulos, A.P. et al. (2021). Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem. *Sci Rep* 11, 7452.

Moreda, G.P.; Muñoz-García, M.A.; Alonso-García, M.C.; Hernández-Callejo, L. (2021). Techno-Economic Viability of Agro-Photovoltaic Irrigated Arable Lands in the EU-Med Region: A Case-Study in Southwestern Spain. *Agronomy*, 11, 593.

Marrou H., Dufur L., Wery J., (2013b). How does a shelter of solar paners influence water flows in a soil-crop system? *European Journal of Agronomy* 50: 38-51.

Marrou H., Guilioni L., Dufur L., Dupraz C., Wery J., (2013a). Microclimate under agrivoltaic systems: is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels, *Agricultural & Forest Meteorology* 177: 117-132.

Mercier KM, Teutsch CD, Fike JH, Munsell JF, Tracy BF, Strahm BD., (2020). Impact of increasing shade levels on the dry-matter yield and botanical composition of multispecies forage stands. Grass Forage Science, 00: 1-12.

Obergfell T., (2013). AgrovoltaiK: LandwirtschaftunterPhotovoltaik an lagen (German). Master thesis. University of Kassel.

Panozzo A., Bernazeau B., Dal Cortivo C., Desclaux D., Vamerli T., (2019). Microclimate modification and yield responses of different varieties of durum wheat within an olive orchard agroforestry system. Società Italiana di Agronomia, Atti del XLVIII Convegno Nazionale "Evoluzione e adattamento dei sistemi colturali", Perugia 18-20 Settembre 2019: 72-73.

Ravishankar Eshwar, Melodi, Charles, Yuan Xionget al. (2021), Balancing crop production and energy harvesting in organic solar-powered greenhouses. Cell Reports Physical Science 2, 100381.

Toledo, Carlos, and Alessandra Scognamiglio. 2021. "Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns)" Sustainability 13, no. 12: 6871.

Yassin Elamri, Bruno Cheviron, Annabelle Mange, Cyril Dejean, François Liron, Gilles Belaud (2018). Rain concentration and sheltering effect of solar panels on cultivated plots. Hydrol. Earth Syst. Sci., 22, 1285 –1298.