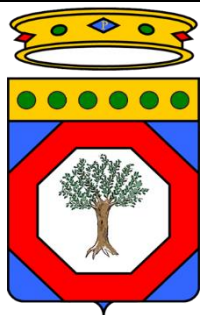




Provincia di Foggia



Regione Puglia



Comune di Troia



HYPHEN RENEWABLES

COMUNE DI TROIA

"TROIA MOFFA"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI TROIA (FG) IN LOCALITÀ "MONTALVINO", DI POTENZA AC PARI A 14,00 MW E POTENZA DC PARI A 16,284 MWp, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE (RTN) NEL COMUNE DI TROIA (FG)

Proponente:

HYPHEN PUGLIA 1 S.r.l.

Corso Magenta, 85 - 20123 Milano

Tel: +39 02 98670182

PEC:

hyphenrenewable1@pec.it

Tecnici e Specialisti:

- Dott.ssa Paola D'Angela: studi e indagini archeologiche;
- Dott.ssa Sara Di Franco: studio previsionale d'impatto acustico;
- Dott. Antonello Fabiano: studi e indagini geologiche e idrogeologiche;
- Dott. Agronomo Chiara Vacca: studio pedoagronomico, progetto agricolo;
- Dott. Naturalista Gianluca Stasolla: piano monitoraggio ambientale;
- Dott. Gabriele Gemma: elaborati grafici, documentazione tecnica;
- Ing. Francesco Ambron: progettazione opere elettriche connessione AT;
- Ing. Pierdomenico Montefinese: progettazione opere elettriche BT – MT;
- Ing. Domenico Lorusso: analisi paesaggistica e studio impatto ambientale

Progettista:

np enne. pi. studio s.r.l.

Lungomare IX Maggio, 38 - 70132 Bari

Tel/Fax +39 0805346068 - 0805346888

e-mail: pietro.novielli@ennepistudio.it

Nome Elaborato:

MOF_34_PROGETTO AGRICOLO

Descrizione Elaborato:

Progetto di Valorizzazione Agricola

Timbro e firma



0 3					Scala: varie
0 2					
0 1					
0 0	Marzo 2024	Dott.ssa Vacca Chiara	Enne Pi Studio Srl	Hyphen Puglia 1 S.r.l.	
R e v	Data	Redatto	Verificato	Approvato	

1. SOMMARIO

INDICE DELLE FIGURE	4
INDICE DELLE TABELLE	5
2. PREMESSA.....	6
3. INTRODUZIONE.....	7
3.1 Contesto energetico nazionale.....	7
3.2 Definizione di agrivoltaico.....	9
4. DESCRIZIONE DEL SITO.....	11
4.1 Inquadramento geografico e catastale.....	11
4.2 Inquadramento climatico.....	15
4.3 Fasce Bioclimatiche Pavari.....	17
5. PRESENZA DI AREE PROTETTE.....	18
6. STATO DEI LUOGHI E COLTURE ATTUALMENTE PRATICATE	20
6.1 Verifica in situ dello stato dei luoghi	20
6.2 Analisi del suolo.....	22
6.2.1 Costituenti fisici del terreno	22
6.2.2 Fertilità	23
7. PROGETTO DI SVILUPPO AGRICOLO AZIENDALE.....	29
7.1 Programma colturale.....	31
7.1.1 Tecniche agronomiche di gestione delle colture e del suolo	31
7.2 Colture previste dal programma agricolo.....	37
7.2.1 Prato permanente.....	38
7.2.2 Olivo sulle fasce di mitigazione.....	40
7.2.3 Lavandeto.....	46
7.2.4 Origano (<i>Origanum vulgare</i> L.).....	48
7.3 Apiario	50
7.3.1 Potenziale mellifero delle specie scelte	52
7.4 Dettaglio dei costi totali del progetto agronomico	54

8. VALUTAZIONE DEL VALORE DELLA PRODUZIONE AGRICOLA ANTE E POST INTERVENTO PROGETTUALE	55
9. SISTEMI DI MONITORAGGIO DEL PROGETTO AGRICOLO	56
9.1 Sistema di monitoraggio dell'attività agricola.....	56
9.2 Monitoraggio del microclima.....	56
10. COERENZA DEL PROGETTO CON I REQUISITI E LE CARATTERISTICHE INDICATE DALLE "LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI"	58
10.1 Parametri tecnici e requisiti dell'impianto agrivoltaico avanzato	58
10.1.1 REQUISITO A.1 – Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	58
10.1.2 REQUISITO A.2 – LAOR.....	58
10.1.3 REQUISITO B.1 – Continuità dell'attività agricola	59
10.1.4 REQUISITO B.2 – Producibilità elettrica minima.....	60
10.1.5 REQUISITO C – L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra.....	60
10.1.6 REQUISITO D.1 – Il risparmio idrico	60
10.1.7 REQUISITO D.2 – La continuità dell'attività agricola.....	61
10.1.8 REQUISITO E.1 – Recupero della fertilità del suolo	61
10.1.9 REQUISITO E.2 – Il microclima	62
10.1.10 REQUISITO E.3 – La resilienza ai cambiamenti climatici.....	62
11. CONSIDERAZIONI FINALI.....	65
11.1 Protezione delle colture agrarie da eventi atmosferici	65
11.2 Integrazione per il reddito dell'azienda agricola	66
11.3 Creazione nelle comunità rurali di nuove opportunità lavorative	66
11.4 Contrasto all'abbandono dei terreni agricoli	66
12. BIBLIOGRAFIA	67

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Ortofoto dell'impianto	12
Figura 2 Inquadramento catastale dell'impianto: foglio 7 p.lle 484 – 485 – 486 – 487 – 488 – 336 – 47 – 96 – 229; e Stralcio carta IGM con indicazione dell'area di progetto	12
Figura 3 Carta dell'uso del suolo.....	15
Figura 4 - Carta bioclimatica Pavari	17
Figura 5 Stato dei luoghi	21
Figura 6 Granulometria e tessitura del campione analizzato	23
Figura 7 Determinazione tessitura dei campioni mediante triangolo della tessitura dei suoli riferito al sistema USDA.....	23
Figura 8 Valutazione visiva del terreno e dello stato idrico al momento del sopralluogo.....	23
Figura 9 Report analitico dei principali fattori della fertilità	28
Figura 10 Relazione Carbonio/ Azoto e composizione cationica.....	28
Figura 11 - Tracker tipo ad asse variabile	29
Figura 12 - Albero di decisione per le pratiche di gestione dei suoli agricoli (Paustian et al., 2016).....	36
Figura 13 <i>Trifolium subterraneum</i> L.	38
Figura 14 <i>Olea europaea</i>	40
Figura 15 - Pali di testata	43
Figura 16 - Pali tutori.....	44
Figura 17 - Trapianto meccanizzato e posizionamento dello shelter	44
Figura 18 - Irrigazione di soccorso con autobotte.....	45
Figura 19 - Topping e trimming	45
Figura 20 - Risultato finale della potatura meccanica e raccolta meccanica.	46
Figura 21 <i>Lavandula angustifolia</i> Miller	46
Figura 22 - <i>Origanum vulgare</i>	48
Figura 23 <i>Apis mellifera</i>	50

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Data: 1991-2021 Temperatura minima (°C), Temperatura massima (°C), Precipitazioni (mm), Umidità, Giorni di pioggia. Dati 1999-2019: media Ore solari. Fonte: Climate-data.org	16
Tabella 2 Descrizione superficie agricola produttiva	31
Tabella 3 - Confronto tra pratiche di gestione ordinarie e pratiche di gestione raccomandate in relazione al sequestro di carbonio	36
Tabella 4 Caratteristiche varietali della FS17 - Favolosa	41
Tabella 5 Costi di realizzazione dell'oliveto per ettaro	42
Tabella 6 Costi di mantenimento dell'impianto e produzione stimata per ettaro	42
Tabella 7 - Cronoprogramma lavori oliveto.....	42
Tabella 8Suddivisioni in classi per potenziale mellifero	53
Tabella 9 Classificazione in base al potenziale mellifero delle specie scelte per il programma agricolo ..	53
Tabella 10 Computo metrico progetto agronomico	54
Tabella 11 - Confronto delle produzioni standard ante e post progetto	55
Tabella 12 Quadro sinottico delle conformità del progetto ai requisiti degli impianti agrivoltaici	64

2. PREMESSA

La sottoscritta dottoressa agronoma Chiara Vacca, iscritta al n. 1568 dell'Albo dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Bari, è stato incaricato dalla HYPHEN PUGLIA 1 S.R.L. di redigere un **Progetto agricolo** al fine di valorizzare l'area agricola dove è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico di 14 MWp di potenza di immissione del progetto agrivoltaico denominato "Troia Moffa"

L'impianto in oggetto prevede una potenza di immissione pari a 14,00 MW, ed una potenza di picco del generatore pari a 16,284 MWp

L'impianto sarà costituito da un sistema solare ad inseguimento monoassiale, e questo permetterà di massimizzare l'intercettazione della radiazione solare a vantaggio di una maggiore producibilità rispetto ad un impianto con analoghe caratteristiche tecnologiche e di potenza, ma con struttura di sostegno dei moduli fissa.

Di seguito verranno affrontate e sviluppate le tematiche inerenti:

- Individuazione dell'area interessata dal progetto ed inquadramento climatico;
- Identificazione delle colture agricole idonee ad essere coltivate all'interno dell'impianto agrivoltaico, sulla superficie sottesa ai tracker e nelle interfile.
- Identificazione di colture da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto come fascia di mitigazione;
- Informazioni di base sulle caratteristiche e le esigenze colturali delle colture scelte;
- Vantaggi e criticità sulla combinazione tra fotovoltaico e coltivazioni;
- Indicazioni di massima circa i costi di messa a dimora e di gestione delle coltivazioni proposte, nonché dei ricavi provenienti dal raccolto delle medesime.
- Valutazione della conformità del progetto agrivoltaico ai requisiti A, B, C, D, E e relativi parametri delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici.

3. INTRODUZIONE

I parchi fotovoltaici, sovente, si trovano ad essere oggetto di svariate critiche in relazione alla quantità di suolo che sottraggono alle attività di natura agricola. Le dinamiche inerenti alla perdita di suolo agricolo sono complesse e, sostanzialmente, riconducibili a due processi contrapposti: da un lato l'abbandono delle aziende agricole che insistono in aree marginali e che non riescono a fronteggiare adeguatamente condizioni di mercati sempre più competitivi e globalizzati e dall'altro l'espansione urbana e delle sue infrastrutture commerciali e produttive.

Le recenti proposte legislative della Commissione Europea inerenti alla Politica Agricola Comune (PAC), relativa al nuovo periodo di programmazione 2021-2027, accentuano il ruolo dell'agricoltura a vantaggio della sostenibilità ecologica e compatibilità ambientale. Infatti, in parallelo allo sviluppo sociale delle aree rurali ed alla competitività delle aziende agricole, il conseguimento di precisi obiettivi ambientali e climatici è componente sempre più rilevante della proposta strategica complessivamente elaborata dalla Commissione EU.

In particolare, alcuni specifici obiettivi riguardano direttamente l'ambiente ed il clima. In ragione di quanto asserito si porta alla luce la necessità di operare una sintesi tra le tematiche di energia, ambiente ed agricoltura, al fine di elaborare un modello produttivo con tratti di forte innovazione, in grado di contenere e minimizzare tutti i possibili trade-off e valorizzare massimizzando tutti i potenziali rapporti di positiva interazione tra le istanze medesime.

A fronte dell'intensa ma necessaria espansione delle FER (Fonti Energetiche Rinnovabili), e del fotovoltaico in particolare, si pone il tema di garantire una corretta localizzazione degli impianti, con specifico riferimento alla necessità di limitare un ulteriore e progressivo consumo di suolo agricolo e, contestualmente, garantire la salvaguardia del paesaggio. Contribuire alla mitigazione e all'adattamento nei riguardi dei cambiamenti climatici, come pure favorire l'implementazione dell'energia sostenibile nelle aziende agricole, promuovere lo sviluppo sostenibile ed un'efficiente gestione delle risorse naturali (come l'acqua, il suolo e l'aria), contribuire alla tutela della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat ed i paesaggi sono le principali finalità della nuova PAC.

3.1 Contesto energetico nazionale

Negli ultimi anni l'ONU, l'Unione Europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate, con particolare attenzione, delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili.

A livello internazionale, nel settembre del 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee di azione, tra le quali lo sviluppo di impianti agro-fotovoltaici per la produzione di energia rinnovabile.

L'Unione Europea ha recepito immediatamente l'Agenda 2030.

Nel 2017 l'Italia ha approvato la SEN 2030, Strategia Energetica Nazionale fino al 2030 che contiene obiettivi più ambiziosi rispetto a quelli dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione delle emissioni CO₂;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (Direttiva UE/2018/2001), nel quadro del pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei", il cui obiettivo è che l'Unione Europea sia il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ridurre le emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi.

La nuova direttiva stabiliva un nuovo obiettivo per le energie rinnovabili per il 2030: avrebbero dovuto rappresentare almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una possibile revisione al rialzo entro il 2023, rialzo ufficializzato ad ottobre 2023.

Il Consiglio UE ha adottato infatti la nuova direttiva sulle energie rinnovabili per portare la quota di energie rinnovabili nel consumo energetico complessivo dell'UE al 42,5% entro il 2030, con un'ulteriore integrazione indicativa del 2,5% che consentirebbe di raggiungere il 45%. Ogni Stato membro contribuirà a questo obiettivo comune. Tutti gli Stati membri contribuiranno al conseguimento di obiettivi settoriali più ambiziosi nei settori dei trasporti, dell'industria, degli edifici etc., potranno proporre i propri obiettivi energetici nazionali nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima che saranno valutati dalla Commissione Europea.

I progressi compiuti verso gli obiettivi nazionali saranno misurati con cadenza biennale, quando gli Stati membri dell'UE pubblicheranno le proprie relazioni nazionali sul processo di avanzamento delle energie rinnovabili.

La Commissione europea, per sostenere l'agro-fotovoltaico, intende attuare iniziative all'interno della strategia biodiversità europea, con lo scopo di accelerare la transizione verso un nuovo sistema alimentare sostenibile. La Commissione, inoltre, ha già proposto di integrare l'agro-fotovoltaico nella Climate Change Adaptation Strategy, e vi sono varie proposte volte all'inserimento dell'agro-fotovoltaico nelle Agende europee in materia di transizione energetica. A livello nazionale nel 2020 il MISE (Ministero dello Sviluppo Economico), ha adottato il Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC), che rappresenta uno strumento fondamentale per far volgere la politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Più nel dettaglio, il Piano nazionale integrato energia e clima prevede che in Italia per raggiungere gli obiettivi prefissati si dovrebbero installare circa 50 GW di impianti fotovoltaici entro al 2030, con una media di 6 GW l'anno e, considerando che l'attuale potenza installata annuale è inferiore a 1 GW, è chiaro che è necessario trovare soluzioni alternative per accelerare il passo.

3.2 Definizione di agrivoltaico

Il rapporto tra agricoltura e produzione di energia elettrica si è evoluto nel corso degli anni e dal 2020 si sviluppa su un indirizzo tracciato dal legislatore, volto ad assicurare la coesistenza sul suolo dell'attività agricola e pastorale e dell'attività di generazione di energia elettrica. Questo risultato è divenuto possibile grazie a un nuovo schema di progettazione, che designa una nuova tipologia di impianti: gli impianti agrivoltaici, caratterizzati dal punto di vista strutturale dall'essere elevati da terra e dall'essere installati in modo da formare file adeguatamente distanziate tra loro, così da assicurare la continuità delle attività agricole nello spazio sottostante e il passaggio dei mezzi meccanici. Grazie agli impianti agrivoltaici si assicurano adeguate risorse agli agricoltori o allevatori, evitando l'abbandono delle attività agricole e consentendo nuovi e più proficui sviluppi di queste attività in sinergia con l'attività di produzione di energia elettrica.

Negli anni 2010-2012 si è registrata una diffusione degli impianti fotovoltaici, soprattutto di impianti fotovoltaici collocati a terra, progettati in modo da sfruttare al massimo il suolo, concentrando in una superficie limitata l'installazione della maggiore potenza possibile con pannelli posti alla distanza minima per evitare gli ombreggiamenti. Per disincentivare questo modello che massimizzava la produzione di energia elettrica e di sfruttamento del suolo venne eliminata la possibilità di accesso agli incentivi del quarto conto energia gestiti dal GSE. A distanza di quasi dieci anni, è stata introdotta la nuova tipologia di impianti fotovoltaici: gli impianti agrivoltaici che prevedono un rinnovato utilizzo del suolo e di nuovi modelli di layout, caratterizzati da moduli fotovoltaici elevati da terra, su file di sostegni adeguatamente distanziate. Gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard. La definizione di agrivoltaico è stata recentemente riconosciuta dal legislatore, che ne ha stabilito le peculiarità e differenze rispetto ad altre tipologie di impianti. Nello specifico l'articolo 31 del D.L. 77/2021, convertito con la L. 108/2021, anche definita governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agro-fotovoltaico, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia pulita riconoscendo la possibilità di accesso a premialità statali. Nello specifico, gli impianti agro-fotovoltaici sono definiti tali qualora "adottino soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione". Sempre ai sensi della su citata legge, gli impianti devono essere dotati di "sistemi di monitoraggio che consentano 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." Tale definizione, consente un preciso indirizzo programmatico e favorisce la diffusione del modello agro-fotovoltaico con moduli elevati da terra che possano abbinarsi alla coltivazione delle superfici interessate dall'impianto. Mentre gli impianti fotovoltaici collocati a terra massimizzano l'uso del suolo per la generazione di energia elettrica, mediante l'installazione di moduli vicini fra loro, alla distanza minima che eviti l'ombreggiamento fra i moduli, escludendo la possibilità di svolgere sul suolo l'attività agricola, l'agrivoltaico si adatta alle esigenze della

produzione agricola. Il layout dell'impianto prevede moduli elevati da terra tra loro adeguatamente distanziati più porosa, in modo da tenere conto di esigenze diverse: da un lato il rendimento energetico, dall'altro quello della produzione agricola, realizzando un compromesso nel progettare la trasmissione della radiazione luminosa. In questa prospettiva, l'utilizzo di impianti ad inseguimento, consentono nell'arco della giornata di variare l'ombreggiamento del suolo, a vantaggio delle colture sottostanti. La misura dell'elevazione da terra è da determinare in funzione dell'altezza necessaria a consentire la pratica agricola. In particolare, infatti, le Linee Guida prevedono le caratteristiche e i requisiti che gli impianti agrivoltaici devono rispettare per rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi. Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

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.

4. DESCRIZIONE DEL SITO

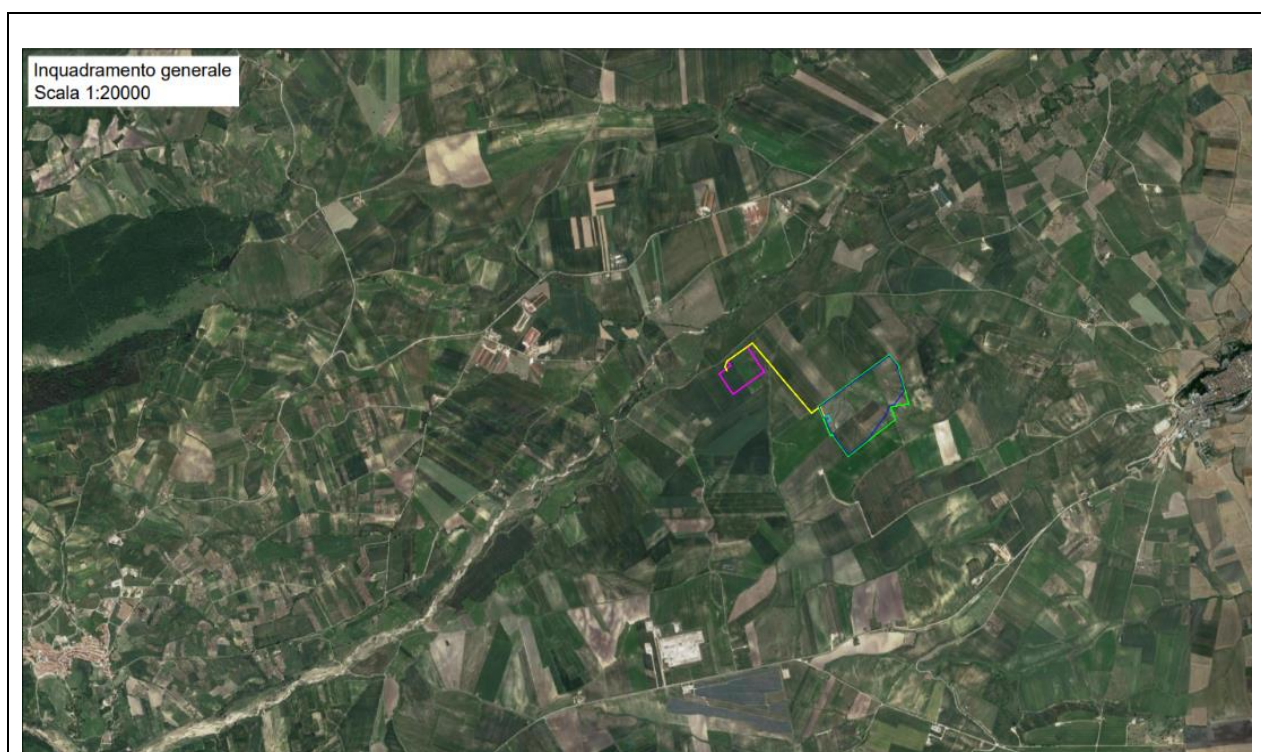
4.1 Inquadramento geografico e catastale

L'area interessata dal progetto ricade in agro del comune di Troia località "Montalvino", quota compresa tra i 395 e 335 m.s.l.m., su una superficie di ettari 27 are 22 e centiare 13 (ha 27.22.13).

È posizionata alle coordinate geografiche latitudine 41° 21' 30.03" N, longitudine 15° 16' 23.31", ed è confinante con altri terreni privati. L'area in oggetto è catastalmente individuata al foglio 7 p.lle 484 – 485 – 486 – 487 – 488 – 336 – 47 – 96 – 229, per una superficie totale pari ad ettari 27 are 22 e centiare 13 (ha 27.22.13).

Nel vigente Piano Regolatore Generale del comune di Troia Moffa, l'area interessata dalle opere ricade in zona per attività primarie "E1/T Zona Omogenea E – Verde agricolo – Aree produttive agricole e forestali", ed è contraddistinta da campi coltivati prevalentemente a seminativi.

La zona di realizzazione dell'impianto è situata a circa 2 km ad Ovest del centro abitato del Comune di Troia (FG), a 8,5 km a Nord del Comune di Orsara di Puglia (FG), a 6 km a Est del centro abitato del Comune di Castelluccio Val Maggiore 7,5 km Sud -Est dal centro abitato del Comune di Biccari ed è raggiungibile mediante la Strada Provinciale n. 123, oltre che da strade comunali ed interpoderali.



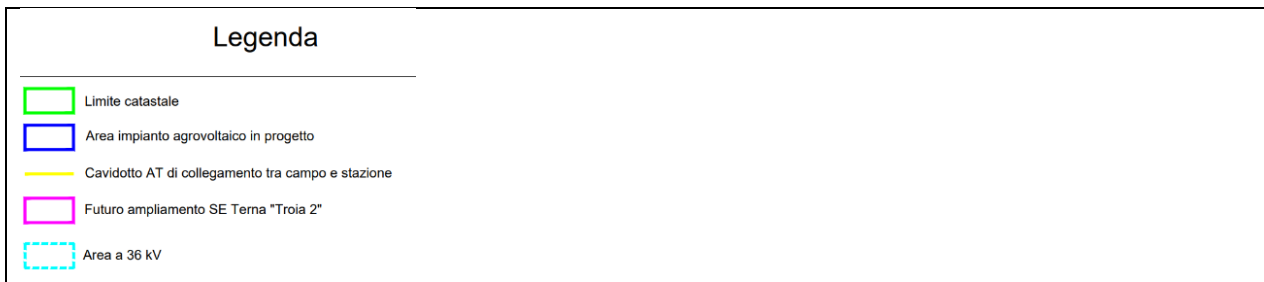


FIGURA 1 ORTOFOTO DELL'IMPIANTO

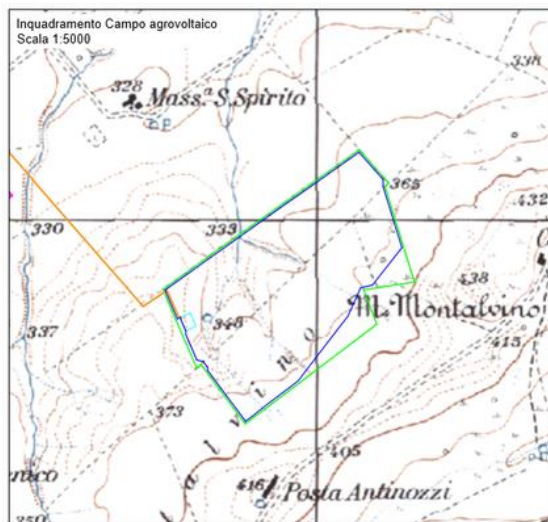
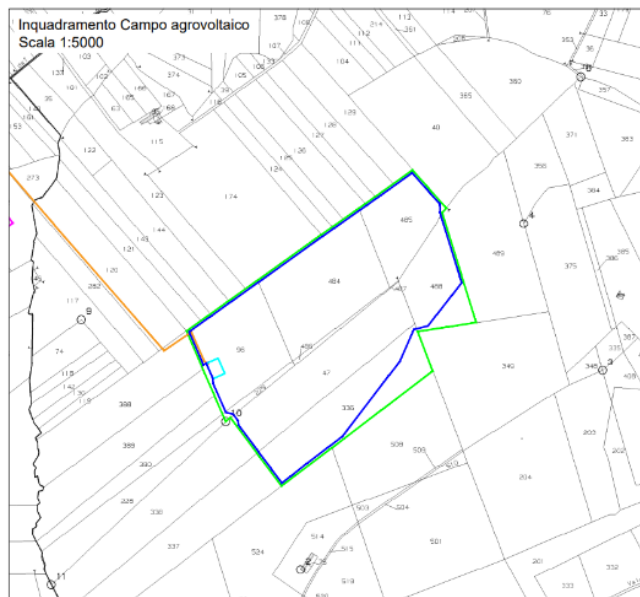
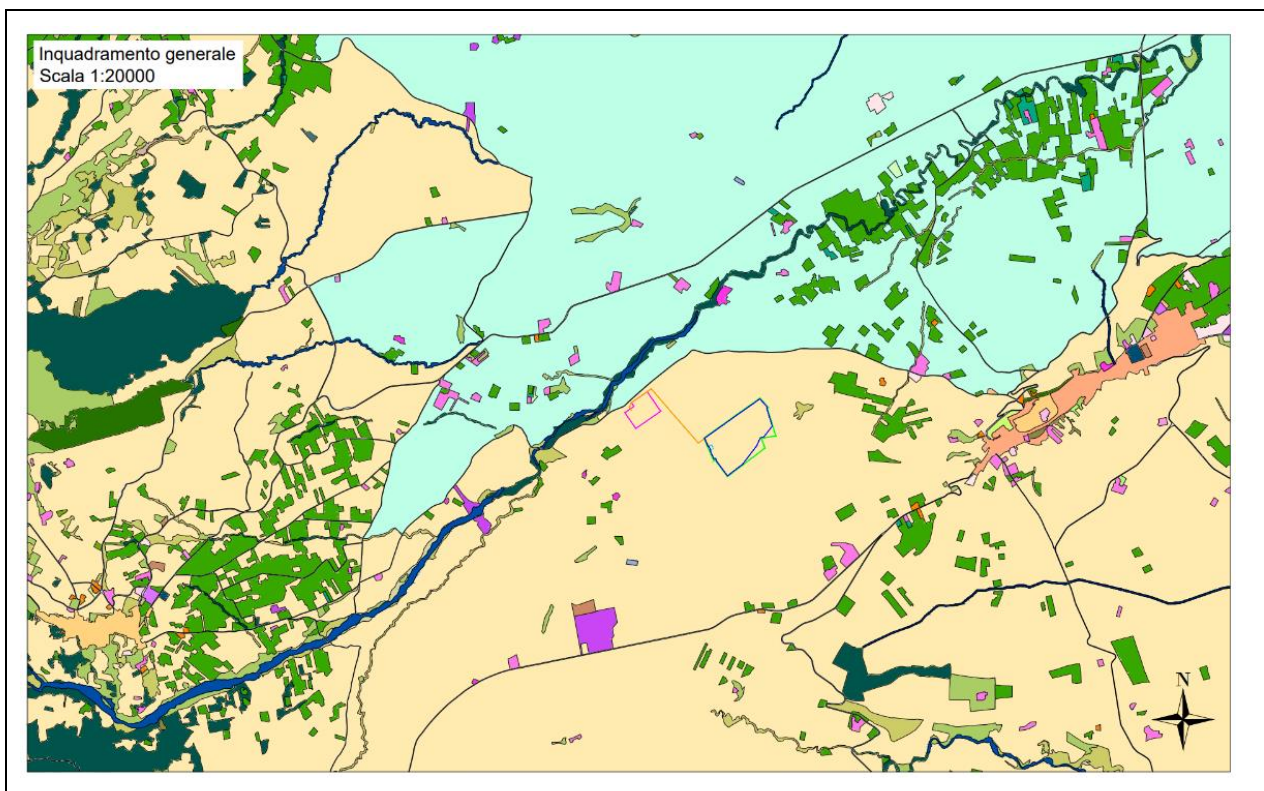
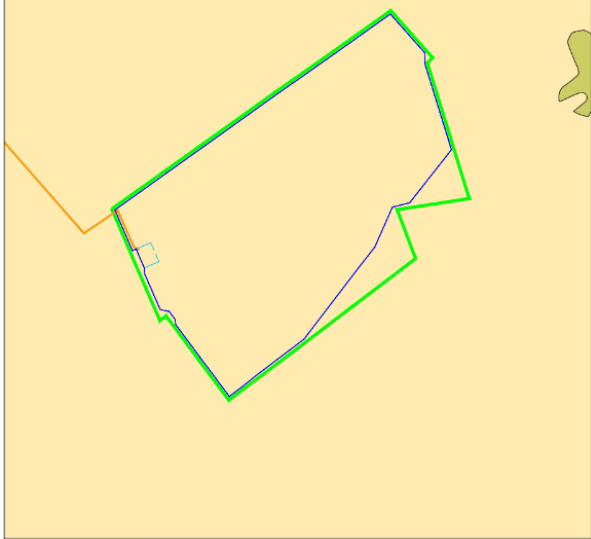


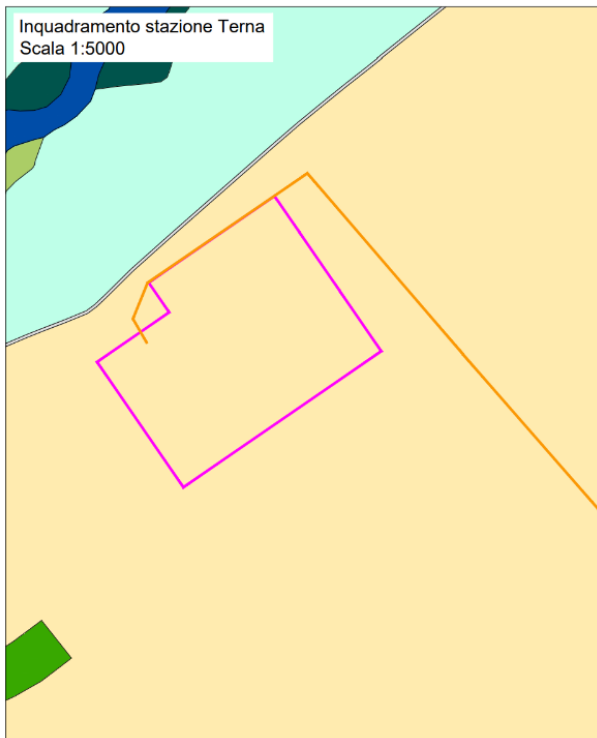
FIGURA 2 INQUADRAMENTO CATASTALE DELL'IMPIANTO: FOGLIO 7 P.LLE 484 – 485 – 486 – 487 – 488 – 336 – 47 – 96 – 229; E STRALCIO CARTA IGM CON INDICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO



Inquadramento Campo agrovoltaico
Scala 1:5000



Inquadramento stazione Terna
Scala 1:5000



 Limite catastale	 2.4.2 sistemi colturali e particellari complessi
 Area impianto agrovoltaiico in progetto	 2.4.3 aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali
 Cavidotto AT di collegamento tra campo e stazione	 2.4.4 aree agroforestali
 Futuro ampliamento SE Terna "Troia 2"	 3.1.1 boschi di latifoglie
 Recinzione area 36	 3.1.2 boschi di conifere
 1.1.1.1 tessuto residenziale continuo antico e denso	 3.1.3 boschi misti di conifere e latifoglie
 1.1.1.2 tessuto residenziale continuo, denso pi recente e basso	 3.1.4 prati alberati, pascoli alberati
 1.1.1.3 tessuto residenziale continuo, denso recente, alto	 3.2.1 area a pascolo naturale, praterie, incolti
 1.1.2.1 tessuto residenziale discontinuo	 3.2.2 cespuglieti e arbusteti
 1.1.2.2 tessuto residenziale rado e nucleiforme	 3.2.3 aree a vegetazione sclerofilla
 1.1.2.3 tessuto residenziale sparso	 3.2.4 aree a vegetazione arborea e arbustiva in evoluzione
 1.2.1.1 insediamento industriale o artigianale con spazi annessi	 3.2.4.1 aree a ricolonizzazione naturale
 1.2.1.2 insediamento commerciale	 3.2.4.2 aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)
 1.2.1.3 insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	 3.3.1 spiagge, dune e sabbie
 1.2.1.4 insediamenti ospedalieri	 3.3.2 rocce nude, falesie e affioramenti
 1.2.1.5 insediamento degli impianti tecnologici	 3.3.3 aree con vegetazione rada
 1.2.1.6 insediamenti produttivi agricoli	 3.3.4 aree interessate da incendi o altri eventi dannosi
 1.2.1.7 insediamento in disuso	 4.1.1 paludi interne
 1.2.2.1 reti stradali e spazi accessori	 4.2.1 paludi salmastre
 1.2.2.2 reti ferroviarie comprese le superfici annesse	 4.2.2 saline
 1.2.2.3 grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	 5.1.1.1 fiumi, torrenti e fossi
 1.2.2.4 aree per gli impianti delle telecomunicazioni	 5.1.1.2 canali e idrovie
 1.2.2.5 reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	 5.1.2 bacini d'acqua
 1.2.3 aree portuali	 5.1.2.1 bacini senza manifeste utilizzazioni produttive
 1.2.4 aree aeroportuali ed eliporti	 5.1.2.2 bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui
 1.3.1 aree estrattive	 5.1.2.3 acquacolture
 1.3.2 discariche e depositi di rottame	 5.2.1 lagune, laghi e stagni costieri
 1.3.2.1 discariche e depositi di cave, miniere, industrie	 5.2.2 estuari
 1.3.2.2 depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	
 1.3.3.1 cantieri e spazi in costruzione e scavi	
 1.3.3.2 suoli rimaneggiati e artefatti	
 1.4.1 aree verdi urbane	

■	1.4.2.1 campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili
■	1.4.2.2 aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)
■	1.4.2.3 parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)
■	1.4.2.4 aree archeologiche
■	1.4.3 cimiteri
■	2.1.1.1 seminativi semplici in aree non irrigue
■	2.1.1.2 colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue
■	2.1.2.1 seminativi semplici in aree irrigue
■	2.1.2.3 colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue
■	2.2.1 vigneti
■	2.2.2 frutteti e frutti minori
■	2.2.3 uliveti
■	2.2.4 altre colture permanenti
■	2.3.1 superfici a copertura erbacea densa
■	2.4.1 colture temporanee associate a colture permanenti

FIGURA 3 CARTA DELL'USO DEL SUOLO

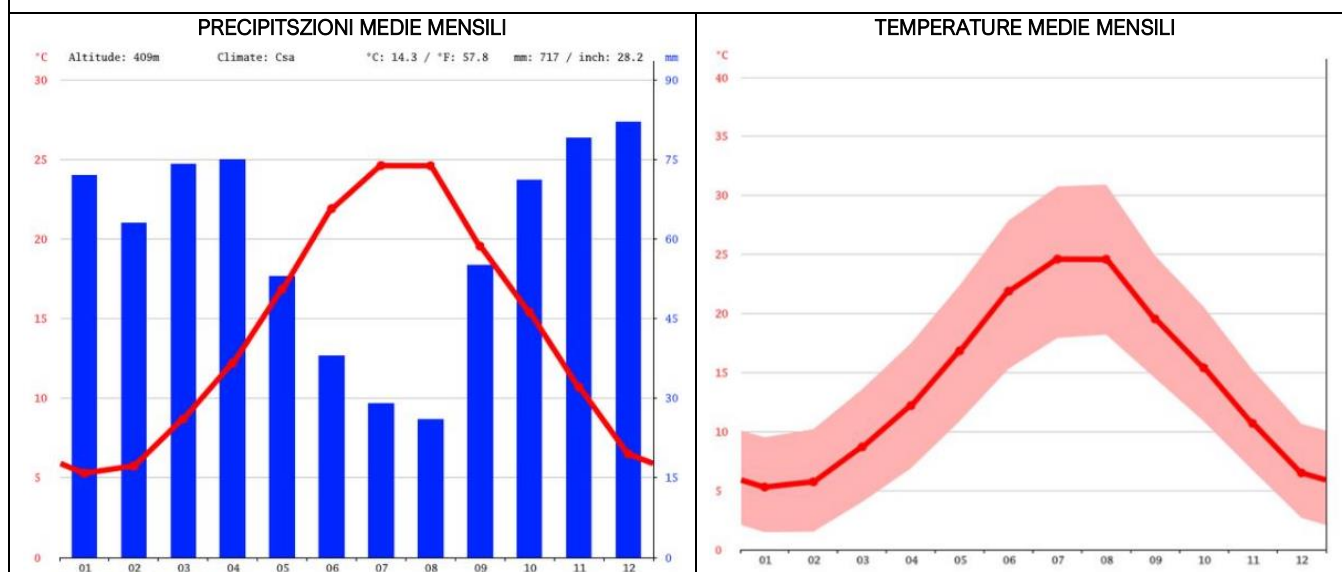
4.2 Inquadramento climatico

Per il comprensorio del Comune di Troia (FG) dove è ubicata l'area di indagine le condizioni climatiche prevalenti sono caratterizzate da una temperatura calda e moderata. Le precipitazioni invernali superano quelle estive. Questo clima è considerato Csa secondo la classificazione climatica di Köppen-Geiger. La temperatura media annuale è di 14,3 °C mentre le precipitazioni annuali medie sono di 717 mm.

- Mese più secco: agosto con soli 26 mm di pioggia;
- Mese più piovoso: dicembre con circa 82 mm di pioggia;
- Media temperatura del mese più caldo (luglio): 24,6 °C
- Media temperatura del mese più freddo (gennaio): 5,3 °C

TABELLA 1 - DATA: 1991-2021 TEMPERATURA MINIMA (°C), TEMPERATURA MASSIMA (°C), PRECIPITAZIONI (MM), UMITÀ, GIORNI DI PIOGGIA. DATI 1999-2019: MEDIA ORE SOLARI. FONTE: CLIMATE-DATA.ORG

	Gennaio	Febbraio	Marzo	aprile	Maggio	Giugno	Luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	Dicembre
Media Temperatura °C (°F)	5,3 °C (41,5) °F	5,7 °C (42,3) °F	8,7 °C (47,7) °F	12,2 °C (54) °F	16,8 °C (62,3) °F	21,9 °C (71,4) °F	24,6 °C (76,3) °F	24,6 °C (76,3) °F	19,5 °C (67,2) °F	15,4 °C (59,7) °F	10,7 °C (51,2) °F	6,5 °C (43,7) °F
minimo Temperatura °C (°F)	1,5 °C (34,7) °F	1,5 °C (34,7) °F	4 °C (39,3) °F	6,9 °C (44,4) °F	10,9 °C (51,6) °F	15,3 °C (59,6) °F	17,9 °C (64,3) °F	18,2 °C (64,8) °F	14,5 °C (58,1) °F	10,9 °C (51,5) °F	6,7 °C (44,1) °F	2,7 °C (36,8) °F
Massimo. Temperatura °C (°F)	9,5 °C (49,1) °F	10,2 °C (50,4) °F	13,6 °C (56,5) °F	17,5 °C (63,5) °F	22,4 °C (72,3) °F	27,9 °C (82,2) °F	30,8 °C (87,4) °F	30,9 °C (87,7) °F	24,9 °C (76,8) °F	20,6 °C (69) °F	15,2 °C (59,4) °F	10,7 °C (51,2) °F
Precipitazioni/Precipitazioni mm (pollici)	72 (2)	63 (2)	74 (2)	75 (2)	53 (2)	38 (1)	29 (1)	26 (1)	55 (2)	71 (2)	79 (3)	82 (3)
Umidità(%)	80%	77%	74%	69%	62%	53%	48%	50%	62%	72%	78%	81%
Giorni di pioggia (d)	8	8	8	9	7	5	4	4	6	6	7	8
media Ore solari (ore)	4.6	5.2	6.8	8.6	10.4	12.0	12.2	11.4	8.9	6.8	5.5	4.6



In base al Sistema di classificazione climatica di W. Koppen la classificazione del clima è **Csa**. Nello specifico la sigla **Csa** ha il seguente significato:

C= Climi temperato caldi (mesotermici). Il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18°C, ma superiore a -3°C; almeno un mese ha una temperatura media superiore a 10°C. Pertanto, i climi C hanno sia una stagione estiva che una invernale.

s = stagione secca nel trimestre caldo (estate del rispettivo emisfero).

a = Con estate molto calda; il mese più caldo è superiore a 22°C.

In base alla classificazione climatica di Strahler l'area si colloca nella fascia climatica **mediterranea**.

4.3 Fasce Bioclimatiche Pavari

L'area oggetto di intervento ricade in una zona climatica riconducibili al Lauretum freddo. Tale classificazione avviene sulla base di temperatura media annua, temperatura media del mese più freddo e temperatura media del mese più caldo, media dei minimi e dei massimi annui, distribuzione delle piogge, precipitazioni annue e precipitazioni del periodo estivo.

Per Lauretum freddo ci si riferisce ad una fascia intermedia, tra il Lauretum caldo e le zone montuose appenniniche più interne, nelle regioni meridionali; ma questa fascia si spinge anche più a nord lungo le coste della penisola (l'intero Tirreno e il mar Ligure a occidente e spingendosi fino alle Marche sull'Adriatico) interessando il territorio dal livello del mare fino ai 700-800 metri di altitudine sull'Appennino; inoltre si riferisce ad alcune ridotte aree influenzate dal clima dei grandi bacini lacustri prealpini (soprattutto il lago di Garda). Dal punto di vista botanico questa zona è fortemente caratterizzata dalla coltivazione dell'olivo ed è l'habitat tipico del leccio.

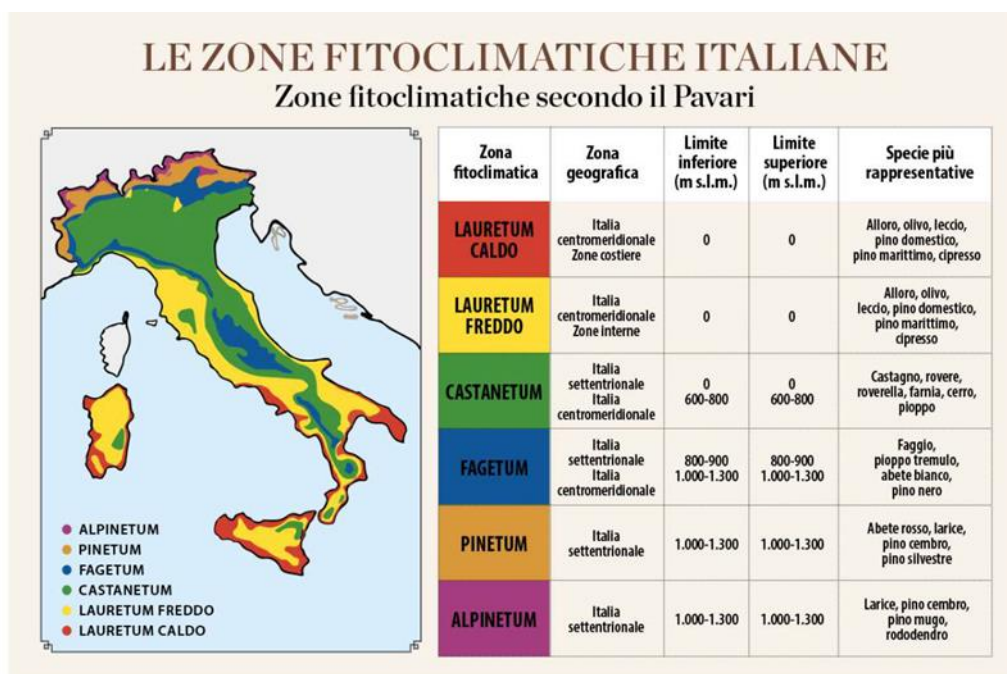
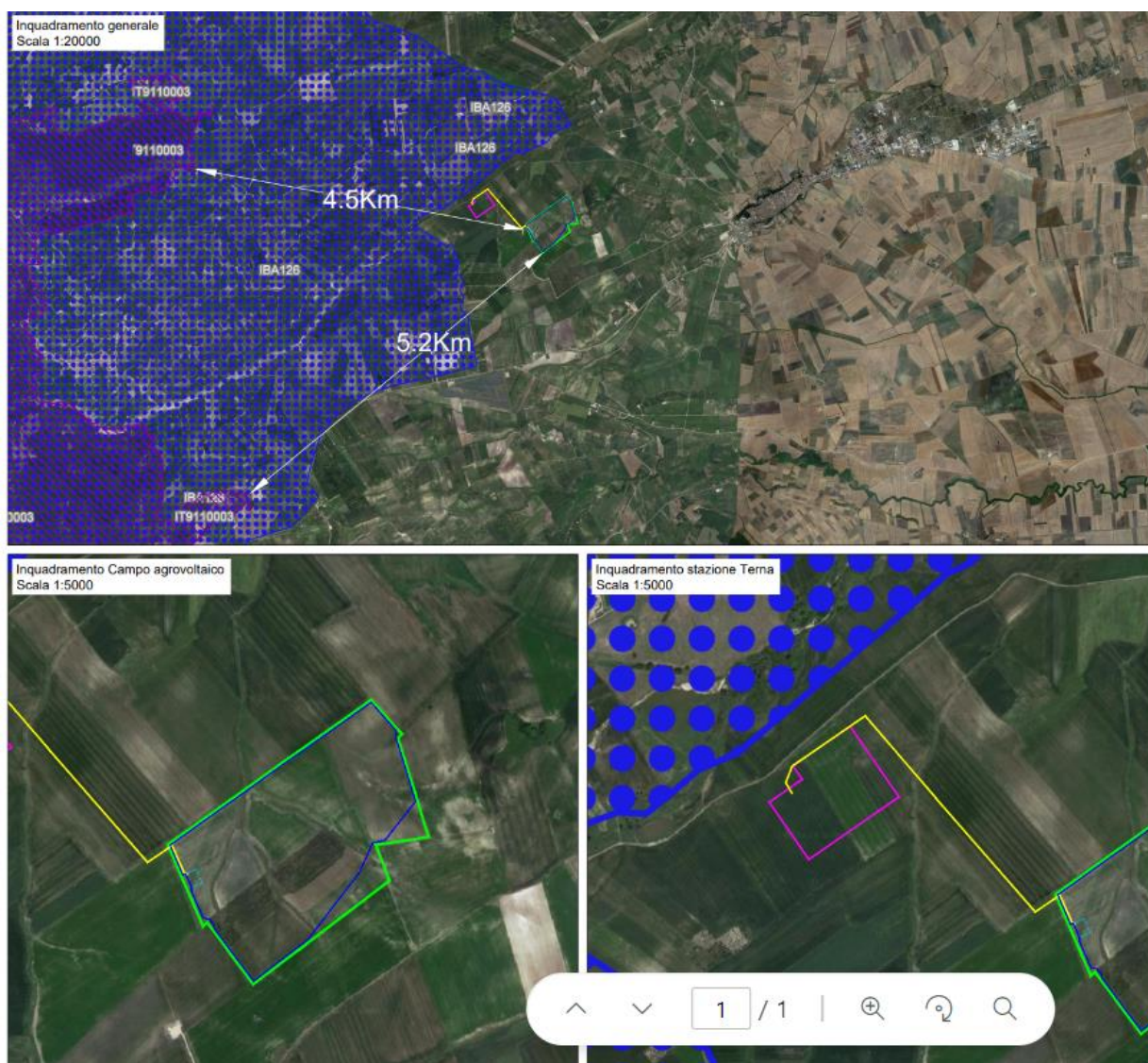


FIGURA 4 - CARTA BIOCLIMATICA PAVARI

5. PRESENZA DI AREE PROTETTE



Legenda	
	Limite catastale
	Area impianto agrovoltaico in progetto
	Cavidotto AT di collegamento tra campo e stazione
	Futuro ampliamento SE Terna "Troia 2"
	Reticolo idrografico
	Recinzione area 36
	Rete Natura 2000 (SIC/ZSC e ZPS) - IT9110003
	IBA (Important Bird Areas) - IBA126

In linea d'aria è posizionata ad oltre 4 Km in direzione ovest dal sito SIC/ZSC e ZPS - IT9110003 "Monte Cornacchia - Bosco Faeto" e posizionata a circa 600 metri da "Zone I.B.A. 126 – Monti della Daunia", per cui il comprensorio oggetto dell'intervento di realizzazione del parco fotovoltaico non ricade in nessuno dei Siti della Rete Natura 2000 ed è totalmente al di fuori del perimetro dei SIC/ZPS e dalla IBA individuata.

L'area rientra all'interno della figura territoriale 3.5 – Lucera e le serre dei monti Dauni, articolata dal sistema delle serre del Subappennino che si elevano gradualmente dalla piana del Tavoliere. Si tratta di una successione

di rilievi dai profili arrotondati e dall'andamento tipicamente collinare, intervallati da vallate ampie e poco profonde in cui scorrono i torrenti provenienti dal subappennino. I centri maggiori della figura si collocano sui rilievi delle serre che influenzano anche l'organizzazione dell'insediamento sparso. Assi stradali collegano i centri maggiori di questa figura da nord a sud, mentre gli assi disposti lungo i crinali delle serre li collegano ai centri dei Monti Dauni ad ovest. Le forme di utilizzazione del suolo sono quelle della vicina pianura, con il progressivo aumento della quota si assiste alla rarefazione del seminativo che progressivamente si alterna alle colture arboree tradizionali (vigneto, oliveto, mandorleto). Il paesaggio agrario è dominato dal seminativo. Tra la successione di valloni e colli, si dipanano i tratturi della transumanza utilizzati dai pastori che, in inverno, scendevano verso la più mite e pianeggiante piana. L'area d'intervento è poco antropizzata in quanto utilizzata per la coltivazione di cereali, foraggio e orticole. La presenza dell'uomo nella zona è alquanto scarsa, infatti vi sono pochi ed isolati fabbricati rurali, a volte abbandonati. La rete stradale è abbastanza sviluppata, costituita principalmente da strade comunali, da alcune strade provinciali.

6. STATO DEI LUOGHI E COLTURE ATTUALMENTE PRATICATE

6.1 Verifica in situ dello stato dei luoghi

Nel vigente Piano Regolatore Generale del comune di Troia Moffa, l'area interessata dalle opere ricade in zona per attività primarie "E1/T Zona Omogenea E – Verde agricolo – Aree produttive agricole e forestali" ed è contraddistinta da campi coltivati prevalentemente a seminativi., l'altitudine è compresa tra i 395 e 335 mslm.

Dal sopralluogo effettuato il 15.01.2024 i terreni interessati dal progetto sono principalmente seminativi investiti da colture foraggere a ciclo autunno vernino: Graminacee da foraggio o Leguminose da foraggio, su cui viene praticata una rotazione annuale.





FIGURA 5 STATO DEI LUOGHI

6.2 Analisi del suolo

Per poter valutare lo stato di fatto del terreno anche a livello microscopico, sono state effettuate delle analisi chimico-fisiche del suolo su un campione di terreno prelevato in data 15 gennaio 2024.

Ogni terreno ha caratteristiche proprie ed una specifica dotazione in elementi minerali e sostanza organica. Ogni pianta ha le proprie esigenze nei diversi periodi di sviluppo e risente dell'andamento climatico. Quindi la formulazione del piano nutrizionale è necessariamente specifica per ciascun sistema terreno-pianta-clima. La concimazione razionale, cioè quella che permette di impiegare al meglio i fattori produttivi, deve tener conto di questa specificità.

Usando la dose di fertilizzante ottimale per le esigenze delle piante, si evitano prima di tutto conseguenze negative per l'ambiente oltre che perdite economiche talvolta significative, infatti, se somministriamo il fertilizzante ed è subito assorbito o trattenuto dalle piante, allora non viene lasciato libero di essere dilavato o trascinato verso le falde freatiche per percolazione. In questo modo quindi si riducono i rilasci di nutrienti, azoto in particolare, che possono deteriorare la qualità delle acque e causare fenomeni di eutrofizzazione. Con l'analisi chimico-fisica del terreno e la successiva interpretazione agronomica dei risultati si possono individuare le pratiche agronomiche ideali per favorire l'assorbimento dei diversi elementi o per efficientare l'uso dei fertilizzanti per produrre meglio, risparmiare e non provocare danni ambientali.

L'applicazione di questa procedura diventa più semplice ed immediata con l'utilizzo di software per l'elaborazione ed interpretazione dei risultati, che comunque non possono mai sostituire l'esperienza e la conoscenza dei tecnici del settore.

6.2.1 Costituenti fisici del terreno

La frazione minerale del terreno costituisce in media il 95-98% del peso secco del terreno; in condizioni di campo rappresenta il 40% circa del volume del suolo, mentre il rimanente è occupato da acqua, aria e sostanze organiche. Si può dire che essa costituisca il supporto per tutti i processi fisico-chimici e biologici che avvengono nel terreno.

È importante, dal punto di vista agronomico, sapere come queste particelle che compongono il suolo, interagiscono fra loro per formare aggregati più o meno voluminosi e compatti. La struttura, cioè l'organizzazione di questi aggregati nel terreno, condiziona in particolare la macro e la micro-porosità, quindi l'aerazione (macropori) e la capacità di ritenzione idrica (micropori) del suolo, da cui dipendono tutte le attività biologiche e il grado di lisciviazione del profilo.

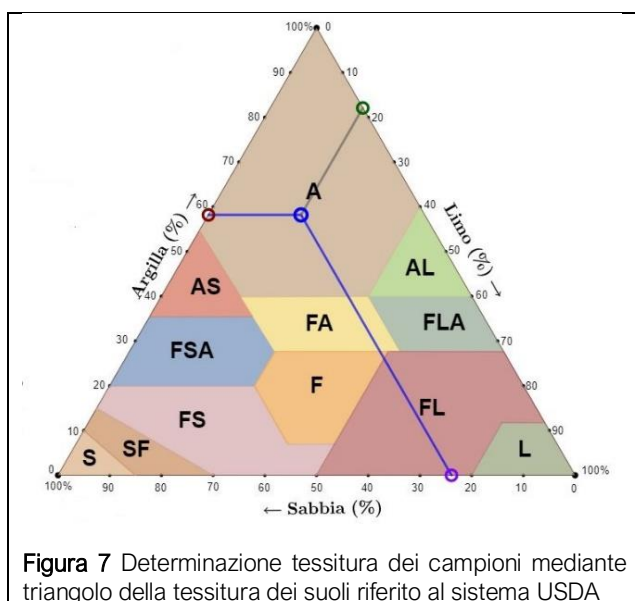
È così, dunque, influenza sia l'ambiente fisico in cui si sviluppano le piante, sia i processi connessi alla disponibilità di elementi nutritivi, il loro trasporto o immobilizzazione e il chimismo degli elementi tossici. Le analisi di laboratorio prevedono la determinazione della composizione granulometrica e la conseguente interpretazione

volta alla definizione della struttura del terreno e alla misura della sua stabilità. Nell'area di progetto è stato prelevato un campione di suolo.

Di seguito l'analisi granulometrica e tessiturale dei tre campioni:



FIGURA 6 GRANULOMETRIA E TESSITURALE DEL CAMPIONE ANALIZZATO



Il suolo in oggetto è un suolo argilloso, profondo e con una bassa predisposizione al compattamento.

A livello macroscopico si presenta scuro, ben idratato e strutturato, caratteristiche dovute anche alla buona dotazione di sostanza organica presente, come evidenziato successivamente dal report analitico.

6.2.2 Fertilità

Tra i primi elementi che ci ritroviamo ad interpretare in un rapporto analitico del suolo abbiamo il pH e la conducibilità elettrica. Il pH del terreno influenza notevolmente l'attività microbologica, la disponibilità di elementi minerali e l'adattabilità delle varie specie vegetali. La maggior parte dei batteri, da cui dipendono azotofissazione, nitrificazione, alcuni processi di decomposizione della sostanza organica, prediligono un ambiente sub-acido o leggermente alcalino (pH 6,8÷7,2); lo scostamento da tali condizioni si ripercuote sia sulla disponibilità di elementi nutritivi sia sul processo di umificazione. I funghi risultano favoriti dall'ambiente acido ed in queste condizioni assicurano la demolizione dei composti organici. Il pH del terreno condiziona la solubilità dei vari elementi minerali determinando il loro accumulo in forme più o meno disponibili per le piante o la loro lisciviazione verso gli strati

più profondi. La conoscenza del pH fornisce quindi indicazioni relative alla disponibilità di elementi minerali nella soluzione del terreno sia provenienti dalla decomposizione dei minerali di origine che dai fertilizzanti distribuiti. Il caso più conosciuto ed importante per la fertilità del suolo è quello relativo al fosforo; nel terreno esso si trova sotto forma di fosfati scarsamente solubili. La loro solubilità dipende dal pH: se la reazione è acida sono presenti fosfati di ferro ed alluminio la cui solubilità aumenta col pH, se è basica sono presenti fosfati di calcio la cui solubilità diminuisce all'aumentare del pH; il risultato è una maggior solubilità dei fosfati e quindi del fosforo a pH intorno alla neutralità

La conducibilità elettrica ci indica invece sali solubili presenti nel terreno, siano essi derivati dal suolo stesso, dalle acque di falda o di irrigazione o dalle concimazioni, sono indispensabili per la nutrizione delle piante, ma la loro concentrazione deve essere contenuta entro certi valori. Elevate concentrazioni saline possono, a seconda della specie ionica presente, provocare squilibri nutrizionali, effetti di tossicità per le piante, danni alla struttura del terreno e, in certi casi, modifiche del pH.

A parte queste situazioni estreme, un aumento di salinità determina, in generale, un incremento della tensione della soluzione circolante che a sua volta provoca una maggiore difficoltà ad assorbire acqua ed elementi minerali da parte delle piante: tale fenomeno dipende non tanto dal contenuto in sali solubili, quanto dalla pressione osmotica da essi esercitata. La conducibilità elettrica dell'estratto saturo del terreno, o in alternativa di sospensioni suolo/acqua in diversi rapporti, essendo strettamente proporzionale alla pressione osmotica, è un indice efficace e di facile utilizzo per la diagnosi di salinità. Non è sufficiente considerare la concentrazione di sali solubili per conoscere l'effetto negativo indotto sulle piante dall'aumento della pressione osmotica in quanto bisogna tener conto, a parità di contenuto salino, anche della differente capacità di ritenzione idrica dei terreni, aspetto in grado di regolare la concentrazione salina e la pressione osmotica della soluzione del suolo.

Componente importante per l'interpretazione della fertilità è il calcare attivo: per calcare totale si intende la componente minerale del terreno costituita prevalentemente da carbonati di calcio, magnesio e sodio. La presenza di calcare nel suolo, entro certi limiti, è da considerarsi positiva per la funzione nutrizionale esplicata dal calcio nei riguardi delle piante e per gli effetti favorevoli sulla struttura e sulla mineralizzazione delle sostanze organiche. Quando però esso è presente in quantità eccessive e soprattutto in forme mineralogiche molto attive, si possono manifestare i tipici inconvenienti dei terreni "costituzionalmente alcalini"

La conoscenza del contenuto in calcare totale non dà però precise indicazioni riguardo alla sua reale capacità di indurre effetti indesiderati; nel suolo infatti la possibilità che i vari componenti siano coinvolti in processi chimici dipende soprattutto dal grado di finezza delle loro particelle. Per ovviare a questo limite viene determinato il calcare attivo che rappresenta il calcare presente in forme più finemente suddivise e quindi più idrolizzabili e solubili. Il contenuto in calcare totale condiziona, tanto quanto l'argilla, la velocità di degradazione della sostanza organica del terreno; maggiore è la quantità di calcare presente e maggiore è l'inerzia del terreno nei confronti

dei processi di trasformazione dei composti organici. La velocità di questo processo viene descritta dal coefficiente di mineralizzazione.

Fondamentale è poi la conoscenza delle componenti e del ciclo della sostanza organica del suolo. La frazione organica nei terreni agrari rappresenta in genere l'1-3% della fase solida in peso, mentre è il 12-15% in volume; ciò significa che essa costituisce una grossa parte delle superfici attive del suolo e quindi ha un ruolo fondamentale sia per la nutrizione delle piante che per il mantenimento della struttura del terreno. Nei terreni naturali la concentrazione di sostanza organica rinvenibile nei suoli è anche sensibilmente più elevata e si attesta spesso tra il 5 ed il 10%; il terreno è uno dei grandi serbatoi di carbonio del globo terrestre e tutte le tecniche di gestione del suolo che riducono l'ossidazione e mineralizzazione della sostanza organica contribuiscono a ridurre l'emissione di anidride carbonica in atmosfera e quindi le conseguenze negative legate all'effetto serra. Questo ruolo del suolo oltre che delle biomasse vegetali è riconosciuto dal Protocollo di Kyoto per il quale la conservazione e l'aumento delle riserve di carbonio organico del suolo costituiscono una delle priorità da perseguire. I processi che regolano l'evoluzione della sostanza organica sono alquanto complessi ma riconducibili a reazioni di tipo "costruttivo" (umificazione), che portano alla formazione dell'humus, e di tipo "distruttivo" (mineralizzazione) che danno come risultato la disgregazione della sostanza organica ed il rilascio di elementi minerali. L'importanza della sostanza organica del terreno è legata all'elevato numero di funzioni nutrizionali e strutturali che essa svolge nel sistema suolo-pianta:

1. La mineralizzazione della sostanza organica genera il rilascio degli elementi in essa contenuti come azoto, fosforo, potassio, magnesio, calcio, ecc.; questi possono venire assorbiti ed utilizzati dalla pianta;
2. Alimenta alcune classi di microrganismi importanti per la fertilità del suolo;
3. Trasporta alcuni microelementi quali ferro, boro, manganese, zinco, rame e di fosforo, e fa in modo che questi siano disponibili per le radici delle piante;
4. Alcune sostanze organiche sono esse stesse assorbite dalle piante in cui svolgono funzioni ormonali favorendo lo sviluppo di alcuni tessuti vegetali;
5. Costituisce gran parte del complesso di scambio, cioè di quelle superfici del terreno in grado di trattenere gli elementi nutritivi e di impedirne il dilavamento;
6. Forma con le argille degli aggregati stabili detti complessi umo-argillosi che sono in grado di dare maggior struttura al terreno;
7. Nei terreni sabbiosi aumenta la capacità di ritenzione idrica, impedendo il dilavamento dei nutrienti;
8. Nei terreni limosi evita la formazione di croste superficiali o di suole di lavorazione ed altri strati impermeabili;
9. Nei terreni argillosi contrasta i fenomeni di compattamento, di crepacciatura estiva, di erosione nei terreni declivi.

Fra gli elementi che la pianta assorbe con le radici l'azoto è quello più comune in tutti i terreni, acidi e alcalini; le forme chimiche più semplici in cui esso è presente sono gli ioni ammoniacale e nitrico. Soprattutto il primo è in grado di formare legami forti con i composti organici e partecipa alla sintesi di sostanze complesse, come proteine ed acidi nucleici, presenti in notevole quantità anche nel terreno. Nel terreno il 97-99% dell'azoto totale è costituito da azoto organico, mentre il rimanente è presente in forma ammoniacale e nitrica. Le piante utilizzano prevalentemente l'azoto inorganico, soprattutto quello nitrico; una volta assorbito questo viene riorganizzato per formare nuovi tessuti vegetali. Il ciclo dell'azoto, che coinvolge tutte le forme viventi, ha il suo ambiente chiave nel terreno, in quanto è proprio in questo ecosistema che hanno luogo i due principali processi che regolano la trasformazione dell'azoto in forme più o meno disponibili: la mineralizzazione, cioè la distruzione di strutture complesse fino ai composti più semplici, e l'immobilizzazione, cioè l'utilizzazione delle forme semplici per la sintesi di sostanze complesse. I principali artefici ed agenti di questi processi sono i microrganismi ed in particolare i batteri; dalla loro attività, e dal prevalere delle specie che operano l'uno o l'altro processo, dipende la presenza nel terreno di azoto disponibile.

Oltre l'azoto, anche il fosforo viene tradizionalmente incluso tra i macroelementi, pur essendo contenuto nelle piante in quantità molto più modeste dell'azoto, del potassio e del calcio.

Esso però, da quando la pratica della nutrizione minerale si è diffusa in agricoltura, è sempre stato considerato elemento fondamentale per il mantenimento di un buon livello di fertilità. Ciò è conseguenza della sua scarsa mobilità nel terreno e dell'insolubilizzazione cui va facilmente soggetto nei terreni non neutri; tali condizioni possono renderlo un fattore limitante per un ottimale sviluppo delle piante. Le forme fosfatice presenti nel suolo sono molto stabili; la velocità con cui il fosforo viene immobilizzato in forme insolubili dipende da fattori diversi, quali il pH del suolo, il contenuto in calcio, ferro ed alluminio, la quantità ed il tipo di argilla e di sostanza organica. Il fosforo infatti si trova nel terreno come fosfati minerali, in particolare di ferro, alluminio e calcio la cui presenza relativa dipende da un equilibrio regolato dal pH del suolo, oppure in forma di fosforo organico presente nei residui animali e vegetali e che viene mineralizzato gradualmente. L'influenza del pH è funzione dei fenomeni di insolubilizzazione a cui il fosforo va soggetto: a pH inferiori a 6 prevale la formazione di fosfati di ferro ed alluminio insolubili e stabili, mentre a pH superiori a 7 prevalgono per stabilità i fosfati di calcio altrettanto insolubili. La forma solubile del fosforo, e quindi assimilabile dalle piante, è quella dello ione ortofosfato, dotato di carica negativa; la reattività di questo ione con la matrice minerale del suolo è piuttosto complessa poiché dipende dalla natura ed estensione delle superfici, dalla quantità e natura degli altri ioni disciolti, dalla temperatura, dal pH e dal contenuto in acqua.

Altro fattore importante per la fertilità del suolo è rappresentato dagli elementi scambiabili del suolo (potassio, magnesio e calcio). Per elementi scambiabili del terreno si intendono quegli elementi chimici che in notevole quantità interagiscono, con un legame di tipo ionico, con le superfici delle particelle organiche e minerali del suolo; poiché le cariche presenti su queste superfici sono negative per i pH più comuni del suolo, tra valori di 5 e 8,5, questi elementi sono dei cationi, cioè ioni con carica positiva. Il più presente è il calcio, seguito da magnesio e potassio in quantità simili, mentre il sodio si trova quasi sempre a basse concentrazioni; la presenza

di quest'ultimo in quantità elevate può causare perdita di fertilità (suoli salini-alcalini). Altri elementi con carica positiva e quindi scambiabili (ferro, manganese, zinco, rame ed altri metalli) sono presenti in quantità molto inferiori e quindi considerati microelementi. Questi elementi nel suolo si trovano, come detto, legati alle superfici con carica negativa, quindi colloidali organici ed argillosi; essi si scambiano tra loro, in rapporti che dipendono dal prevalere dell'uno o dell'altro catione, in forma dinamica, dando origine a fenomeni di continuo rilascio nella soluzione del suolo. La presenza di queste sostanze che hanno una superficie esterna con carica negativa genera quindi fenomeni di scambio con la soluzione del suolo la cui intensità si misura mediante la Capacità di Scambio Cationico (CSC); maggiore è questa capacità e maggiore è la quantità di potassio, magnesio e calcio scambiabile presente nel terreno. Poiché potassio, magnesio e calcio, insieme al sodio meno presente, costituiscono la grande maggioranza dei cationi presenti nei suoli neutri ed alcalini, la somma delle loro forme scambiabili corrisponde alla CSC del suolo.

In funzione della loro disponibilità ad essere assorbiti dalle colture le forme presenti nel suolo possono distinguersi in:

1. non disponibili: se costitutiva dei minerali primari per cui deve sottostare a processi di lungo termine per trasformarsi in forme disponibili;
2. poco disponibili: se fissato negli interstrati dei minerali argillosi, costituisce una riserva di potassio nel suolo perché in diretta relazione col potassio scambiabile; la sua disponibilità dipende dal tipo di piante presenti e dall'entità delle forme scambiabili e solubili
3. disponibili: se in forma scambiabile o solubile

La conoscenza delle relazioni fra queste frazioni è più importante della conoscenza di ciascuna di esse presa singolarmente. Ogni suolo è dotato di un "potere tampone", consistente nella capacità di ricostituire la forma solubile partendo da quella scambiabile, e parallelamente nella capacità di trasformare la forma solubile in scambiabile.

Di seguito il risultato analitico e l'interpretazione su una scala di riferimento del suolo in oggetto:

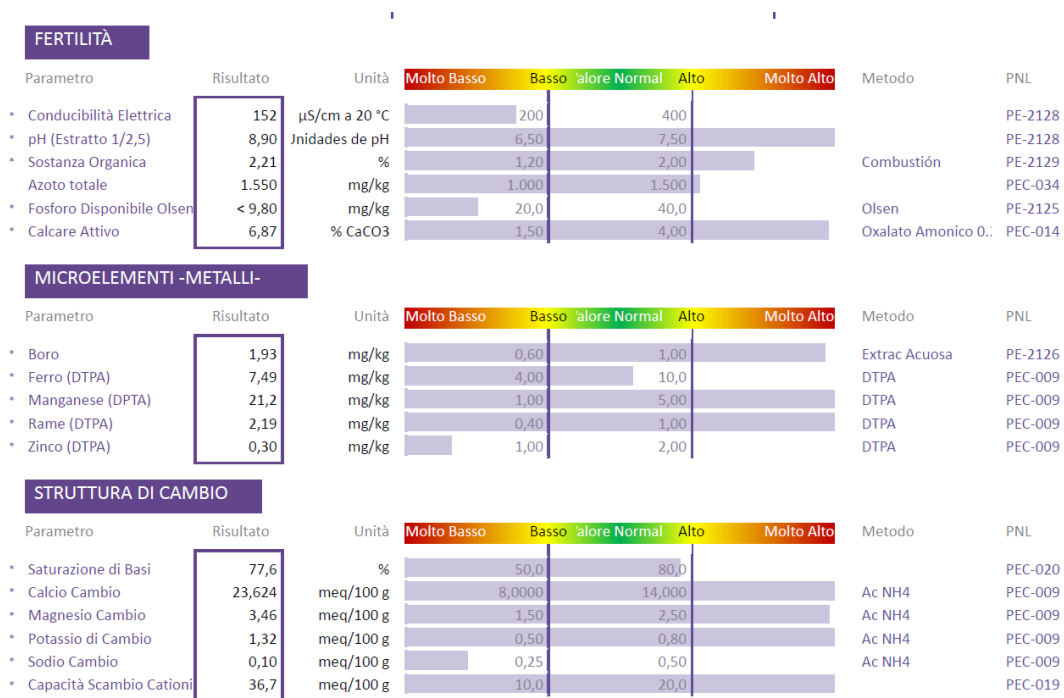


FIGURA 9 REPORT ANALITICO DEI PRINCIPALI FATTORI DELLA FERTILITÀ

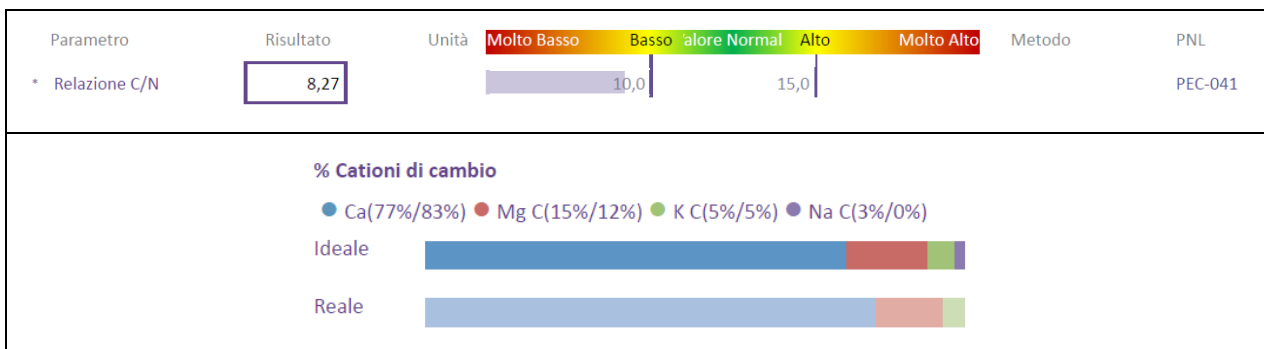


FIGURA 10 RELAZIONE CARBONIO/ AZOTO E COMPOSIZIONE CATIONICA

Come si può evincere dai risultati analitici, il dato del pH unitamente a quello del carbonato di calcio, del magnesio e del sodio, ci indica che il terreno è molto alcalino con una elevata dotazione di calcio disponibile, poco salino. Nonostante una buona dotazione di microelementi ci si deve aspettare una scarsa disponibilità di quest'ultimi, proprio a causa del pH alcalino. Magnesio, potassio sono presenti in quantità molto elevate mentre il fosforo è scarsamente disponibile probabilmente a causa del pH fortemente alcalino, situazione di cui si dovrà tenere conto nelle concimazioni di presemina e nella scelta della natura del concime proprio perché siamo in presenza di un pH che potrebbe causare la retrogradazione del fosforo con formazione di fosfati insolubili, un aumento della quantità di calcio a livelli da indurre antagonismi con magnesio e potassio, come evidenziato dalla relazione di scambio cationico e un aumento della disponibilità di molibdeno.

La composizione della relazione tra i cationi di scambio è sbilanciata verso il calcio in tutti i campioni ciò è dovuto soprattutto alla natura del suolo e all'elevata presenza di calcare attivo.

Dalla relazione C/N pari a 8,27 ci aspetteremo un disequilibrio tra processi di mineralizzazione e sintesi di sostanza organica unificata con una prevalenza dei processi di mineralizzazione.

7. PROGETTO DI SVILUPPO AGRICOLO AZIENDALE

La proposta progettuale prevede l'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario libero tra le file dei tracker, negli spazi liberi interni ed esterni all'area di progetto, e nell'area sottostante ai tracker.

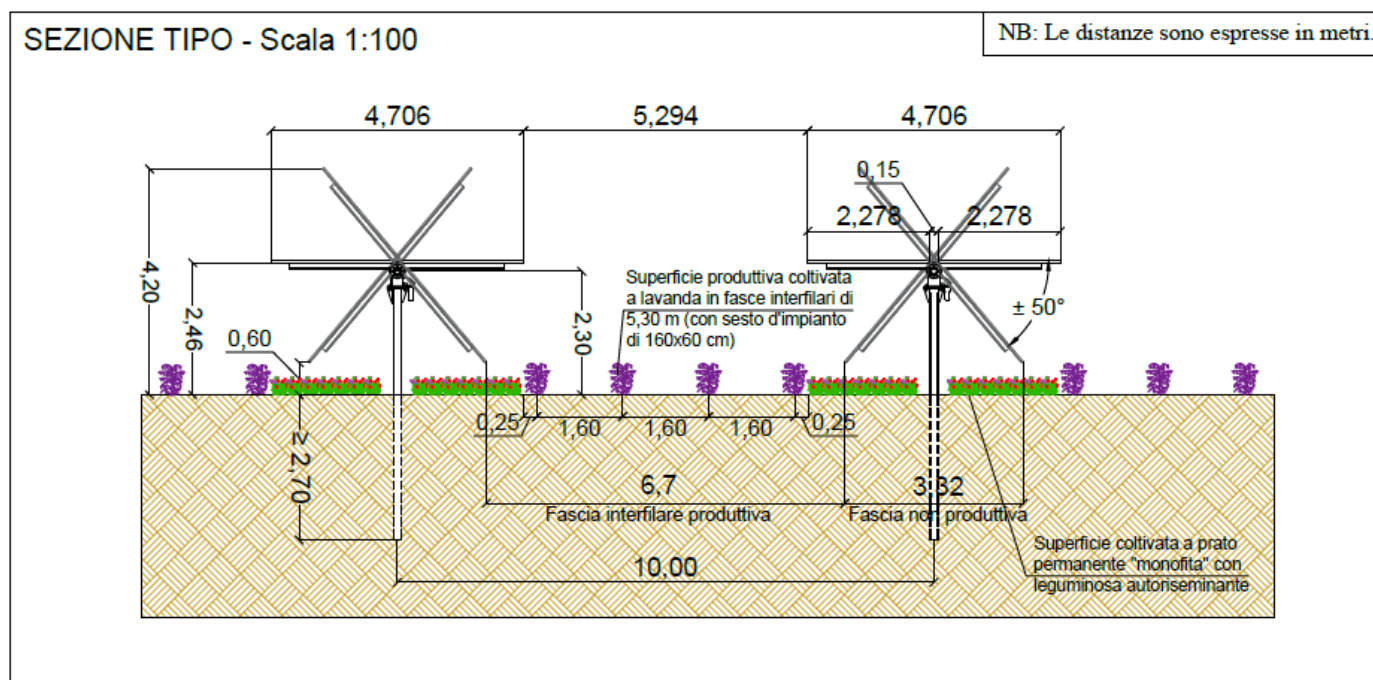


FIGURA 11 - TRACKER TIPO AD ASSE VARIABILE

Il layout del progetto prevede l'installazione di file di 27.600 pannelli posizionati su 604 tracker monoassiali disposti sull'asse Nord-Sud, orientabili sull'asse Est-Ovest. I tracker saranno installati in file parallele, e saranno posizionati con "pitch distance" (distanza dall'interasse dei tracker) pari a 10,00 metri.

I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo i movimenti diurni del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 50°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a 2,30 m altezza che consente l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione.

Utilizzando inseguitori solari monoassiali, una fascia d'ombra si sposta con gradualità da ovest a est lungo l'intera superficie del terreno. Come conseguenza non ci sono zone sterili per la troppa ombra e nemmeno zone bruciate dall'eccessiva esposizione solare, generando condizioni microclimatiche favorevole alle coltivazioni agricole specialmente nei climi meridionali, al contrario di quanto accade nel fotovoltaico tradizionale (pannelli rivolti verso sud), dove l'ombra si concentra in corrispondenza all'area coperta dai pannelli.

Lo spazio disponibile minimo tra una fila e l'altra di moduli si ha quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), ed è pari a 5,294 m.

La scelta di moduli con altezza media di 2,402 m da terra, è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole anche sotto ai moduli fotovoltaici, configurando una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura. I moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento).

La scelta agronomica di consociare le colture officinali ad una cover crop come il trifoglio sotterraneo e di portare la superficie seminata a trifoglio fino a 25 cm dal tracker è data dai diversi vantaggi che quest'ultimo apporta all'agroecosistema. Il trifoglio sotterraneo infatti si presta ed è consigliato per l'inerbimento di frutteti ed oliveti perché può migliorare la produttività, ridurre l'incidenza delle infestanti e dell'erosione superficiale ma soprattutto perché è annoverata tra le specie leguminose maggiormente resistente all'ombreggiamento (leguminose sciafile) potendo incrementare la produttività delle colture consociate e la fertilità del suolo soprattutto in ambiente mediterraneo anche in condizione parzialmente ombreggiata ++(Leguminose tolleranti all'ombra www.agforward.eu_A. FRANCA, G. A. RE, F. SANNA_ *Institute for the Animal Production System in the Mediterranean Environment, Consiglio Nazionale delle Ricerche – ISPAAM Sassari, Italy*)

Il progetto si sviluppa su 272.213 m² totali: l'area destinata alla superficie captante è pari a 71297 m² che corrisponde a circa il 26% della superficie totale, mentre la superficie destinata agli usi agricoli produttivi sarà pari a 200.644 m².

La superficie destinata ai fini agricoli sarà così costituita:

1. Superficie agricola produttiva totale interna alla recinzione **172.897 m²**;
 - a) Piante officinali quali origano e lavanda distribuite in fasce interfilari di 5,30 metri: **91.737 m²**;
 - b) Prato permanente monofita sarà: sarà seminato al di sotto delle strutture tracker tranne, per motivi di sicurezza, nella fascia centrale di 50 centimetri (25 cm per lato) in corrispondenza del palo di infissione dei tracker. Il prato permanente sarà messo a dimora anche nelle aree libere dell'impianto, aree adiacenti alla viabilità di servizio, aree adiacenti ai reticoli superficiali presenti, aree libere tra la recinzione e le strutture tracker. Riguardo la superficie del prato permanente "monofita", pari a 12,70 ettari totali, si precisa che di questa superficie, soltanto 8,11 ettari saranno considerati superficie agricola produttiva (SAU). Infatti come da indicazione della vigente normativa PAS CEI 82-93, la superficie agricola sottostante i moduli, non può essere considerata totalmente come superficie produttiva, bensì può essere considerata superficie ai fini produttivi soltanto la fascia sottostante ai moduli, quando gli stessi sono posti nella posizione di massima inclinazione, fascia che nel progetto in questione corrisponde ad una larghezza di 70 centimetri per lato. superficie produttiva coltivata a prato permanente "monofita" con leguminosa autoriseminante = **81.160 m²**
2. Superficie agricola produttiva totale esterna alla recinzione: **27.747 m²**

- a) realizzazione di mitigazione perimetrale con messa a dimora di nuovo impianto di ulivo intensivo varietà Favolosa "FS17": **22.052 m²**;
- b) area dedicata alla coltivazione delle stesse specie previste all'interno dell'area (lavanda e origano) recintata dell'impianto, (area di coltivazione agricola produttiva comparativa) = **5.695 m²**

TABELLA 2 DESCRIZIONE SUPERFICIE AGRICOLA PRODUTTIVA

SUPERFICIE		ha. are. ca
a	Interna alla recinzione: interfila destinata a piante officinali	9.17.37
b	Ulteriore area interna alla recinzione: sottostante ai tracker destinata a prato permanente monofita	08.11.60
c	Esterna alla recinzione destinata ad ulivo	2.20.52
e	Esterna alla recinzione con le medesime coltivazioni dell'area interna (Comparativa)	00.56.95
TOTALE SUPERFICIE AGRICOLA PRODUTTIVA (a+b+c)		20.06.44

La SAU (Superficie Agricola Utilizzata) per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati ed esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno e le superfici a bosco naturale, le superfici delle colture intercalari) sarà pari al 73,71% della superficie totale del sistema agrivoltaico (S_{tot}),

$$\frac{\text{Superficie Agricola produttiva}}{\text{Superficie totale di progetto}} \times 100 = \frac{200.644}{272.213} = 73,71\% > 70\% \quad (\text{Come indicato dal criterio A, parametro A1})$$

7.1 Programma colturale

7.1.1 Tecniche agronomiche di gestione delle colture e del suolo

Obiettivo del progetto agrivoltaico è quello di ottenere produzioni agricole economicamente vantaggiose, ma soprattutto sostenibili a livello ambientale.

Perfettamente in linea con le direttive programmatiche de "Il Green Deal europeo" la gestione agricola sarà fatta secondo i dettami del Reg. 848/18 e s.m.i. "Agricoltura Biologica" e seguendo i principi dell'Agricoltura Conservativa. Non saranno dunque utilizzati prodotti di sintesi chimica per la gestione fitosanitaria delle colture agricole.

Nelle scelte del programma colturale si è tenuto in conto i seguenti fattori:

- utilizzo di specie rustiche e adatte all'ambiente pedoclimatico;
- gestione agronomica mediamente facile;
- costi di gestione contenuti;
- effetto protettivo e migliorativo della componente suolo;

- effetto protettivo e migliorativo dei movimenti superficiali delle acque meteoriche (diminuzione dell'erosione superficiale);
- implementazione, sviluppo e mantenimento della biodiversità;
- supporto e sostentamento dell'entomofauna utile (*Pronubi* in modo particolare);
- remunerazione economica adeguata agli indirizzi gestionali superiore alla situazione ante agrivoltaico.

Agricoltura Conservativa vuole promuovere la produzione agricola ottimizzando l'uso delle risorse e contribuendo a ridurre il degrado del terreno attraverso la gestione integrata del suolo, dell'acqua e delle risorse biologiche.

L'applicazione delle tecniche dell'agricoltura conservativa rappresenta un'opportunità per accrescere la sostenibilità, declinata principalmente in aspetti di carattere agronomico, ambientale ed economico. Infatti, tale approccio si pone l'obiettivo di incrementare la fertilità dei suoli, ridurre i consumi di combustibili, nonché l'impatto ambientale (diminuendo le emissioni), e contestualmente contenere i costi di produzione, si fonda su tre principi:

- 1) alterazione minima del suolo cioè nessuna lavorazione che rivolti il terreno (tramite la semina su sodo o la lavorazione ridotta del terreno);
- 2) copertura permanente del suolo (colture di copertura e con residui vegetali della coltura precedente);
- 3) associazioni e rotazioni colturali diversificate, che favoriscono i microrganismi del suolo e combattono le erbe infestanti, i parassiti e le malattie delle piante.

L'adozione delle tecniche di Agricoltura conservativa consente di perseguire in particolare i seguenti obiettivi:

- conservazione e incremento del contenuto in sostanza organica del terreno, soprattutto negli strati superficiali;
- limitazione e controllo della erosione;
- limitazione del compattamento del suolo;
- miglioramento della biologia del terreno;
- miglioramento dell'efficienza di concimazione;
- contenimento dei costi di produzione colturali.

Le pratiche di Agricoltura Conservativa hanno come immediata conseguenza l'aumento della Sostanza Organica del terreno negli strati superficiali dove si sviluppa in gran parte l'apparato radicale. Ciò produce un miglioramento nella Capacità di Scambio Cationico del terreno e quindi una maggiore presenza di elementi nutritivi nella soluzione circolante a disposizione dell'apparato radicale, una più intensa attività microbica e quindi nel tempo una riduzione delle fertilizzazioni azotate, una minore esigenza di concimi minerali azotati con risvolti positivi dal punto di vista ambientale, economico e di risparmio delle fonti energetiche non rinnovabili.

Il progetto sarà condotto in asciutta (aridocoltura) al fine di salvaguardare la risorsa idrica.

Secondo Pantanelli (1950) con il termine di «aridocoltura» si intende «un insieme di pratiche agronomiche da adottare in condizioni di limitate disponibilità idriche per ottenere i migliori risultati produttivi senza dover ricorrere all'irrigazione».

L'aridocoltura o “*dry farming*” è un tipo di agricoltura che pratica il più razionale uso delle limitate risorse idriche disponibili. È utile soprattutto in ambienti aridi dove piove poco e le alte temperature e l'elevata intensità luminosa determinano perdite di acqua importanti. Inoltre, può essere praticata comunque anche in ambienti irrigui, quando le risorse idriche non sono sufficienti a soddisfare i fabbisogni delle colture o semplicemente si vuole salvaguardare la risorsa idrica.

L'aridocoltura si basa su tre principi di base:

- 1) favorire l'aumento della disponibilità idrica per le colture attraverso opportune lavorazioni e sistemazioni del suolo;
- 2) ridurre le perdite di acqua;
- 3) utilizzare colture e tecniche di coltivazione adatte e idonee per una migliore utilizzazione delle risorse idriche disponibili.

In assenza di una fonte irrigua è possibile che il fine di aumentare la risorsa idrica appaia un paradosso ma la soluzione risiede nel suolo, dove l'acqua è trattenuta. Basterà aumentare la porzione di terreno esplorabile dall'apparato radicale delle colture e incentivare l'immagazzinamento dell'acqua di pioggia.

La presenza di strati superficiali impervi del terreno (ad esempio la crosta) impedisce alle radici di muoversi e raggiungere facilmente profondità maggiori. Inoltre, in caso di pioggia o violenti nubifragi, quando la portata supera la capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo, si può andare incontro a fenomeni di asfissia o ruscellamento superficiale. L'acqua non si accumula nel suolo e viene persa.

È qui che giocano un ruolo strategico le lavorazioni del terreno: attraverso la rottura degli strati impervi si incrementa la porosità e si aumenta la capacità d'invaso. L'aratura autunnale, per esempio, aiuta nell'immagazzinare acqua piovana nel suolo, mentre lavorazioni superficiali migliorano la struttura fisica del terreno e controllano le infestanti quando necessario.

In secondo luogo, per aumentare la disponibilità di acqua per le colture, è necessario garantire una buona capacità di ritenzione idrica del terreno. La chiave è la somministrazione e il mantenimento della sostanza organica, di cui molti suoli sono ormai impoveriti, attraverso letame, compost e sovescio. Questa garantisce la fertilità del terreno attraverso un buon equilibrio tra macropori e micropori; se nei primi c'è aria nei secondi c'è la riserva di acqua utilizzata per la crescita delle radici e dei microrganismi utili. Garantita la riserva idrica nel terreno, il passo successivo in aridocoltura è proteggerla evitando inutili perdite per evaporazione dal terreno o traspirazione dalla pianta. A questo proposito è necessario ridurre o ricoprire le superfici interessate ai fenomeni di evapotraspirazione e contenere lo sviluppo delle infestanti quando entrano in competizione con la coltura.

Proteggere il terreno con materiale pacciamante limita l'energia solare che raggiunge la superficie e riduce l'evaporazione diretta. È una tecnica molto utile soprattutto nelle prime fasi colturali, quando il terreno è nudo.

Il controllo delle malerbe serve a contenere la loro competitività nei confronti della riserva idrica soprattutto nelle fasi giovanili delle colture erbacee, nei primi anni di impianto delle specie arboree e durante le fasi fenologiche più critiche dal punto di vista della richiesta di acqua.

Si parla di controllo e non eliminazione perché l'inerbimento in alcuni periodi dell'anno, per esempio in autunno e in inverno, intercetta molto bene l'acqua piovana, riduce il ruscellamento e ne facilita l'infiltrazione negli strati più profondi del terreno.

Le lavorazioni superficiali, come ad esempio la sarchiatura, limitano sia la traspirazione perché controllano le piante infestanti che l'evaporazione perché modificano positivamente la struttura fisica del terreno e aumentano l'infiltrazione e il drenaggio dell'acqua. La sarchiatura, in particolare, rompe gli strati più superficiali e crea una leggera zollosità che ha un effetto pacciamante. Un terreno appena sarchiato si disidrata velocemente ma solo nello strato superficiale, mantenendo l'umidità negli strati sottostanti.

Il massimo risultato dell'aridocoltura si ottiene, infine, attraverso la scelta della coltura e delle tecniche colturali più idonee. Utilizzare specie, varietà e portainnesti aridoresistenti permette sicuramente di sfruttare meglio le risorse idriche naturali e risparmiare acqua.

Negli ambienti a clima mediterraneo, con estati calde e aride, vanno predilette colture a ciclo autunno primaverile, che sfruttano al meglio il periodo di pioggia in cui la domanda evapotraspirativa dell'ambiente è anche minima. Invece tra le colture a ciclo primaverile estivo vanno scelte piante con apparato radicale ben sviluppato ed espanso.

L'aridocoltura è sicuramente una tra le pratiche colturali più antiche conosciute, ma oggi risulta estremamente attuale. In Italia, infatti, ben il 20% della superficie è a rischio desertificazione: parliamo degli ambienti meridionali e insulari, dell'Italia Centrale, dell'Emilia-Romagna e dei rilievi.

Il suolo agricolo può giocare un ruolo importante nello stoccaggio di carbonio, nella mitigazione dei cambiamenti climatici e nella resilienza dei sistemi agricoli ai cambiamenti climatici.

Anche il settore agricolo ha contribuito e contribuisce direttamente ed indirettamente all'aumento della concentrazione dei gas serra in atmosfera, sia attraverso le attività legate alla produzione, al trasporto e all'utilizzazione di alcuni prodotti di sintesi impiegati per la nutrizione vegetale e per la difesa dalle principali avversità fitosanitarie, sia attraverso pratiche di gestione dei terreni agricoli (combustione delle stoppie, gestione della fertilizzazione) e degli animali negli allevamenti (alimentazione, gestione delle deiezioni). La ricerca nel settore agricolo ha contribuito allo sviluppo di tecniche e sistemi produttivi in grado di contribuire alla riduzione di gas serra nell'atmosfera, identificando nel tempo le tecniche di lavorazioni del terreno, di concimazione, di gestione dei seminativi e degli arboreti in grado di ridurre in modo significativo le emissioni di gas serra, o comunque aumentarne la capacità di assorbimento degli stessi.

La dimensione e l'evoluzione temporale del contenuto di carbonio organico nel suolo è governata da un bilancio del carbonio che prende in considerazione fattori positivi (dovuti alla somma di contributi endogeni quali residui

colturali, radici ed essudati radicali e contributi esogeni quali l'aggiunta di materiali vegetali, di ammendanti organici, di fertilizzanti e di concimi) e fattori negativi (dovuti alle perdite per mineralizzazione e per respirazione microbica). Il contenuto di carbonio organico in un suolo può quindi essere incrementato aumentando i quantitativi in input o riducendo i tassi di decomposizione, determinando così una rimozione netta di CO₂ dall'atmosfera (Paustian et al., 2016). Le principali emissioni di CO₂ del settore agricolo sono dovute alle perturbazioni antropogeniche sul suolo introdotte dalle pratiche agricole. L'aratura favorisce il processo di mineralizzazione soprattutto attraverso la disgregazione fisica degli aggregati che espone il carbonio alla decomposizione mediata dai microorganismi (Gregorich et al., 1998). Ad esempio, una modellizzazione del processo di aggregazione e disgregazione degli aggregati di sostanza organica nel suolo (Six et al., 2000), ha rilevato stabilità e maggiori quantitativi di carbonio negli aggregati di suolo dei terreni gestiti con pratiche no-till rispetto a quelli gestiti con agricoltura convenzionale. La dinamica, e in particolare la perdita, del contenuto di carbonio nei terreni agricoli è inoltre incrementata da svariati fenomeni di degrado. Questi fenomeni possono avere natura fisica, chimica o biologica e a loro volta dipendono da numerosi fattori che spaziano dalle pratiche di gestione del suolo alle condizioni climatiche ed alle caratteristiche strutturali dei suoli, parametri sito-specifici soggetti ad elevata variabilità. La maggior parte dei suoli agricoli presenta un contenuto minore del quantitativo potenziale, in funzione delle specifiche condizioni climatiche e delle caratteristiche dei suoli. Le perdite di carbonio in alcuni terreni sono dell'ordine dei 30-40 t C/ha, o da metà a due terzi del quantitativo storico (Lal, 2004). Tra tutti i fenomeni di degrado del suolo, l'erosione è quello che comporta un impatto maggiore nella diminuzione del contenuto di carbonio.

Una gestione migliorata del suolo può ridurre sostanzialmente le emissioni di gas ad effetto serra ed immagazzinare nei suoli parte della CO₂ rimossa dall'atmosfera dalle piante, sotto forma di sostanza organica. In aggiunta alla diminuzione delle emissioni di gas ad effetto serra e al sequestro di carbonio, una gestione migliorata del suolo che incrementi la sostanza organica e regoli il ciclo dell'azoto può indurre delle importanti sinergie, quali un aumento della fertilità e della produttività, un aumento della biodiversità, una riduzione di fenomeni di erosione, inquinamento e ruscellamento e un aumento della resilienza delle colture e dei pascoli al cambiamento climatico (Paustian et al., 2016).

In definitiva quindi, con il termine "soil C sequestration" si fa riferimento in letteratura al processo di sequestro della CO₂ atmosferica da parte delle piante ed al suo processo di immagazzinamento sotto forma di sostanza organica (soil organic matter, SOM): il fine ultimo è ottenere un incremento del quantitativo di carbonio nel suolo. Il processo si compone di tre sottoprocessi successivi: 1) rimozione di CO₂ dall'atmosfera per fotosintesi; 2) trasformazione del carbonio sotto forma di biomassa; 3) trasferimento del carbonio da biomassa al suolo, dove è immagazzinato sotto forma di SOC nel pool più labile. Il contenuto di carbonio nei suoli agricoli può essere incrementato adottando le cosiddette pratiche di gestione raccomandate ("Recommended Management Practices", RMP), di cui un elenco è riportato in Tabella 3 (Lal, 2004). Un ulteriore aspetto da tenere in considerazione riguarda la biodiversità nei suoli, che determina un impatto positivo nel mantenimento e nell'accrescimento del contenuto in carbonio. A parità di altri fattori, gli ecosistemi ad elevata biodiversità sono

in grado di sequestrare un maggior quantitativo di carbonio degli ecosistemi a minore biodiversità (Lal, 2004). Nei sistemi agricoli la biodiversità può incrementare inoltre con il passaggio da agricoltura convenzionale a conservativa (ERSAF, 2014).

TABELLA 3 - CONFRONTO TRA PRATICHE DI GESTIONE ORDINARIE E PRATICHE DI GESTIONE RACCOMANDATE IN RELAZIONE AL SEQUESTRO DI CARBONIO

Metodi ordinari/convenzionali	Pratiche di gestione raccomandate (RMP)
Combustione delle biomasse e rimozione dei residui colturali	Recupero dei residui come pacciami di superficie
Aratura convenzionale	Minima lavorazione, no-till e pacciamatura
Maggese	Culture di copertura (cover crops)
Monocoltura continua	Rotazione ad elevata diversità
Agricoltura di sussistenza a bassi input	Gestione mirata degli input
Utilizzo intenso di fertilizzanti	Gestione integrata dei nutrienti con fertilizzanti organici ed agricoltura di precisione
Agricoltura intensiva	Integrazione del pascolo (e di colture prative poliennali e/o dell'agroforestazione) negli ordinamenti colturali
Irrigazione superficiale	Irrigazione a goccia o sub-irrigazione
Utilizzo indiscriminato di fitofarmaci	Gestione integrata delle infestanti
Coltivazione di terreni marginali	Programmi conservativi, recupero di suoli degradati mediante land-use change

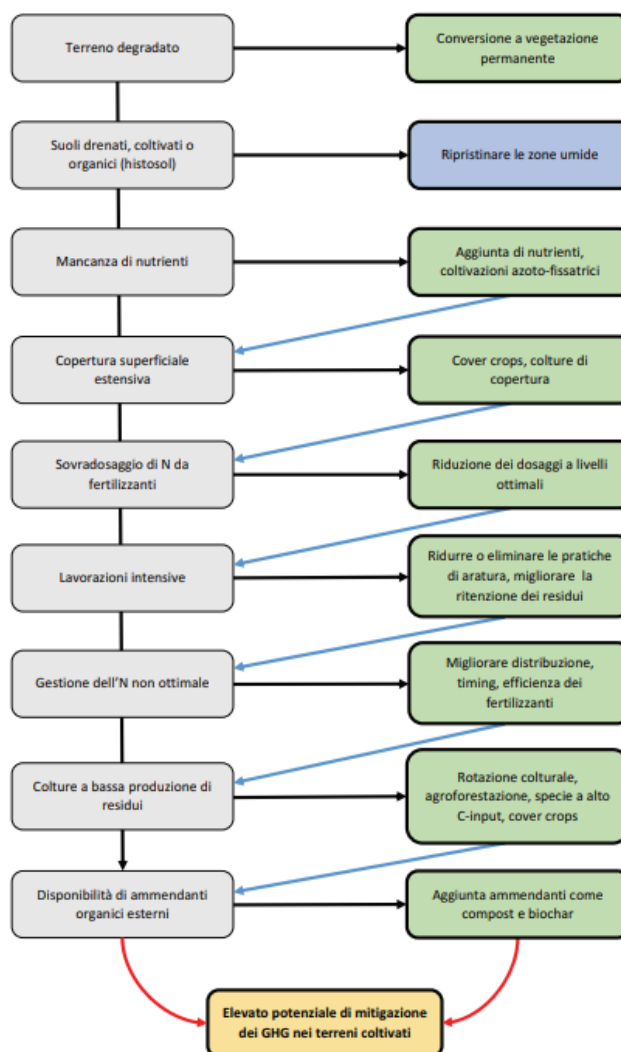


FIGURA 12 - ALBERO DI DECISIONE PER LE PRATICHE DI GESTIONE DEI SUOLI AGRICOLI (PAUSTIAN ET AL., 2016)

7.2 Colture previste dal programma agricolo

Sulla base delle caratteristiche pedo-climatiche del luogo, delle caratteristiche specifiche dell'area di progetto, dello stato dei luoghi e delle analisi del suolo, sono state scelte colture officinali quali origano e lavanda. Non si esclude però, la possibilità di valutare ed eventualmente inserire nel piano agronomico ulteriori essenze officinali sulla base di esigenze dettate da richieste di mercato, e/o altre, la messa a dimora di ciascuna coltura indicata sarà preceduta da prove sperimentali delle stesse su limitate porzioni degli appezzamenti, al fine di verificare l'adattabilità ed il comportamento a livello fitopatologico che potrebbero avere. Nel caso di un riscontro positivo, la coltivazione si estenderà su tutta la superficie di interesse.

1. consociazione con il prato permanente, la messa a coltura di piante officinali quali origano e lavanda distribuite in fasce interfilari di larghezza pari a 5,30 metri. Alla coltivazione di piante officinali saranno dedicate due diverse superfici, una di ettari 9,17 circa e l'altra di ettari 0,56 circa, per un totale di circa 9,74 ettari. La prima superficie, quella di ettari 9,17, corrisponde all'area interna alla recinzione impianto, e più precisamente sarà la superficie interfilare (tra i tracker) con fasce di larghezza pari a 5,30 metri. La seconda superficie, quella di circa 0,59 ettari, sarà posizionata esternamente all'area recintata dell'impianto, sarà anch'essa produttiva e attraverso l'installazione di adeguati sistemi di monitoraggio, avrà anche il compito di restituire informazioni utili a comparare la il microclima e la produttività della coltivazione delle stesse essenze condotte nelle due differenti aree d'impianto, quella interfilare all'impianto agrivoltaico e quella condotta in campo aperto.
2. fascia di mitigazione produttiva destinata alla coltivazione di olivo da olio (22.052 m²)

La programmazione agricola del progetto agrivoltaico mira a:

- ✓ Stabilità del suolo attraverso una copertura vegetale (arbustiva o erbacea);
- ✓ Mitigazione degli effetti erosivi dovuti agli eventi meteorici soprattutto eccezionali quali le piogge intense;
- ✓ Miglioramento della fertilità del suolo mediante l'applicazione di buone pratiche agricole;
- ✓ Realizzazione di colture agricole produttive che abbiano valenza economica;
- ✓ Implementare attività agricola che interferiscano nella gestione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico;
- ✓ Favorire la biodiversità creando anche un *ambiente* idoneo per lo sviluppo e la diffusione dell'entomofauna utile.

La proposta colturale è la risultanza della valutazione dei seguenti fattori:

- a. Caratteristiche morfologiche e climatiche dell'area;
- b. Caratteristiche fisico-chimiche del suolo agrario;
- c. Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico;

- d. Benefici che si otterrebbero dalla sinergia tra le colture officinali e l'allevamento di api previsto;
- e. Presenza della filiera di erbe aromatiche nei 30 comuni dei Monti Dauni e al crescente interesse per la produzione di lavanda in Puglia e Basilicata (diverse realtà commerciali che garantiscono supporto e assistenza alla vendita del raccolto alla quotazione di mercato per gli olii essenziali o ritiro del prodotto fresco).

7.2.1 Prato permanente

Il prato è un terreno agricolo inerbito per più di un anno. Fino ad un anno si parla invece di erbaio. Nel caso in cui il cotico erboso venga mantenuto per più di 5 anni, si parla di prato stabile o, meglio, prato permanente.

Per le caratteristiche pedoagronomiche del progetto si è ritenuto opportuno proporre un prato permanente monofita con leguminosa autoriseminante.

Le leguminose annuali autoriseminanti hanno suscitato negli anni un crescente interesse in quanto potenzialmente in grado di svolgere un ruolo importante nei sistemi foraggeri degli ambienti mediterranei, costituendo delle componenti flessibili all'interno dei sistemi aziendali; infatti, oltre che come foraggiere possono essere utilizzate come cover crops e come pacciamatura organica. Sono in grado di assolvere molteplici funzioni, quali: il miglioramento delle caratteristiche fisiche e chimiche del suolo, l'incremento, conservazione e riciclo degli elementi nutritivi, il controllo di patogeni, insetti e delle erbe infestanti ed il miglioramento del paesaggio. Pertanto, l'impiego di specie autoriseminanti, per la costituzione di nuovi prati, appare una soluzione razionale ed efficace in grado di aumentare e migliorare l'efficacia dei sistemi aziendali in ambiente mediterraneo.

L'interesse per le leguminose autoriseminanti è legato principalmente alla loro capacità di rigenerare, dal seme prodotto nelle annate precedenti, il cotico dopo l'estate.

La specie scelta è: *Trifolium subterraneum*.



FIGURA 13 TRIFOLIUM SUBTERRANEUM L.

Trifolium subterraneum: così chiamato per il suo spiccato geocarpismo, grazie al suo ciclo congeniale ai climi mediterranei e alla sua persistenza in coltura dovuta al fenomeno dell'autorisemina, all'adattabilità ai suoli poveri

e ai pascolamenti continui e severi, il trifoglio sotterraneo è chiamato a svolgere un ruolo fondamentale nelle regioni meridionali italiane. La pianta si presenta di taglia bassa (15-30 centimetri di altezza), il manto vegetale è infatti molto contenuto in altezza ed estremamente compatto, con il grosso della fitomassa appressato al suolo (5-10 cm), ha radici poco profonde e steli striscianti e pelosi. Le foglie sono trifogliate con caratteristiche macchie. I capolini portano 2 o 3 fiori bianchi: la loro caratteristica saliente è quella di incurvarsi verso il suolo dopo l'impollinazione autogamica, fino ad immergersi *nel terreno, dove lasciano* i semi. A causa della relativa bassezza dei fiori, ed in generale della pianta, le frequenti defogliazioni tipiche del pascolamento non mettono in crisi questa specie. I semi sono di colore bruno-lilla. Si semina con 25–35 kg di seme per ettaro. Ha la particolare capacità di far maturare i semi sottoterra, resistenza al calpestio. Il trifoglio sotterraneo, è così chiamato per il suo spiccato geocarpismo, è una tipica foraggera da climi mediterranei caratterizzati da estati calde e asciutte e inverni umidi e miti (media delle minime del mese più freddo non inferiori a +1 °C). Grazie al suo ciclo congeniale ai climi mediterranei, alla sua persistenza in coltura dovuta al fenomeno dell'autorisemina, all'adattabilità a suoli poveri (che fra l'altro arricchisce di azoto) e a pascolamenti continui e severi, il trifoglio sotterraneo è chiamato a svolgere un ruolo importante in molte regioni Sud-europee, non solo come risorsa fondamentale dei sistemi prato-pascolivi, ma anche in utilizzazioni non convenzionali, ad esempio in sistemi multiuso in aree viticole o forestali. Più frequentemente il trifoglio sotterraneo è usato per infittire, o costituire ex novo, pascoli permanenti fuori rotazione di durata indefinita. Il trifoglio sotterraneo è una leguminosa, annuale, a ciclo autunno-primaverile, il manto vegetale è singolarmente molto contenuto in altezza ed estremamente compatto, con il grosso della fitomassa appressato al suolo (5-10 cm), con foglie situate in alto e steli ed organi riproduttivi allocati in basso, e ben funzionante anche quando sottoposto a frequenti defogliazioni. I glomeruli contengono semi subsferici di colore bruno (lilla in certe varietà).

Di seguito si descrivono cronologicamente le operazioni colturali previste per poter avviare la coltivazione ed il mantenimento del prato stabile permanente che devono essere necessariamente eseguite nell'area interna all'impianto. Pur essendoci la possibilità di approvvigionamento idrico, non è previsto l'installazione di un impianto irriguo.

Le lavorazioni del terreno dovranno essere avviate successivamente alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico poiché bisognerà preparare il terreno che risulterà compattato dal passaggio di mezzi e uomini necessari all'installazione dell'impianto fotovoltaico. Come per ogni passaggio delle macchine agricole sarà necessario posizionare i pannelli alla massima inclinazione così da poter raggiungere con le macchine trainate (seminatrice, trinciatrice, ecc.) tutta la superficie.

Le lavorazioni di preparazione del suolo sarà preferibile farle nel periodo autunno-invernale.

Si prevedono delle lavorazioni del terreno superficiali. Una prima aratura autunnale ed eventualmente contestuale interrimento di letame (concimazione di fondo con dose media di letame di circa 30 m³/ha). Una seconda aratura verso fine inverno e successiva fresatura con il fine ultimo di preparare adeguato letto di semina. Le lavorazioni sopra descritte saranno effettuate solo per l'avvio dell'impianto al primo anno.

La quantità consigliata di seme da utilizzare per la coltura in purezza di trifoglio sotterraneo è di 30-35 Kg/Ha. La messa a coltura di prato permanente di Trifoglio consente il facile accesso alla manutenzione dei moduli dell'impianto fotovoltaico. La semina sarà fatta a spaglio con idonee seminatrici. La messa in coltura di prato stabile permanente di leguminosa, nel contesto nel quale si opera, ha l'obiettivo principale di protezione/stabilità del suolo e miglioramento della fertilità del terreno. Nell'analisi dei costi di produzione si tiene conto che per le lavorazioni ci si affida a contoterzisti e a manodopera esterna.

Bisogna considerare che le operazioni di semina e lavorazioni del terreno, negli anni successivi al primo (anno dell'impianto), saranno ridotte poiché trattasi di prato poliennale. Dal secondo anno sarà necessario effettuare delle rotture del cotico erboso per favorire la propagazione ed eventuali semine per colmare le fallanze. Di conseguenza dal secondo anno in poi è ipotizzabile una riduzione dei costi del 80%.

Riguardo la superficie del prato permanente "monofita", pari a 12,70 ettari totali, si precisa che di questa superficie, soltanto 8,11 ettari saranno considerati superficie agricola produttiva (SAU). Infatti come da indicazione della vigente normativa PAS CEI 82-93, la superficie agricola sottostante i moduli, non può essere considerata totalmente come superficie produttiva, bensì può essere considerata superficie ai fini produttivi soltanto la fascia sottostante ai moduli, quando gli stessi sono posti nella posizione di massima inclinazione, fascia che nel progetto in questione corrisponde ad una larghezza di 70 centimetri per lato.

7.2.2 Olivo sulle fasce di mitigazione



FIGURA 14 OLEA EUROPAEA

Il progetto prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento armonioso del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale.

Tale fascia interessa tutto il perimetro del parco ed interessa, inoltre, le aree esterne alla recinzione, libere dalla presenza dei moduli per un totale di 22.052 m².

La prima fila è prevista a 1 m dalla recinzione e 2 m tra le piante lungo la fila. I filari successivi saranno sfalsati fra di loro con sesti di 4 m tra le file e 2 m lungo le file con schema a quinconce per un totale di circa 2.750 piante totali di olivo (1.250 piante per ettaro). Considerando un tasso di fallanza del 10%, si maggiorerà il numero di piante previste di 275 unità.

La specie scelta per la fascia di mitigazione è l'Olivo (*Olea europaea*) var. Favola (FS17) che bene si adatta a sesti d'impianto intensivi e alle operazioni meccaniche.

La FS17 è stata definita geneticamente come portainnesto clonale di olivo (*Olea europaea*) ottenuto attraverso la selezione massale di semenzali della varietà Frantoio. È una varietà di bassa vigoria con portamento tendenzialmente pendulo e rametti fruttiferi piuttosto lunghi, flessibili e carichi di drupe spesso a grappolo. È idonea per la valorizzazione di impianti a media e alta densità.

Si distingue per l'elevata attitudine alla propagazione per talea, il rapido accrescimento in campo con inizio di fruttificazione già al secondo anno di piantagione e l'evoluzione rapida di incremento produttivo a regime ottimale dal quarto al sesto anno di piantagione. Dalla sua molitura si ottiene un olio extravergine di oliva caratterizzato da un fruttato medio, con piccante che prevale sull'amaro e note di erba tagliata.

TABELLA 4 CARATTERISTICHE VARIETALI DELLA FS17 - FAVOLOSA

PIANTA	Vigoria: bassa; Portamento: pendulo
FOGLIA	Forma: ellittica; Colore: grigio verde
MIGNOLA:	Struttura: corta e compatta; Fiori medi per mignola
FRUTTO	Colore alla maturazione: rosso vinoso; Forma: sferica
RESISTENZA AI FATTORI BIOTICI	Al freddo: media; Allo stress idrico: media
RESISTENZA AI PARASSITI	Occhio di Pavone : media; Rogna: medio-alta
CARATTERI TECNOLOGICI	Entrata in produzione: precoce; Produttività: alta; Produzione: costante; Resa: alta.
CARATTERI QUALITATIVI	Acido oleico: >75%; Contenuto in polifenoli: medio alto.
PRODUZIONE MEDIA AL 3° ANNO	80-100 Q.LI/HA

L'area destinata ad olivo sarà inerbita con la stessa specie utilizzata nell'area di progetto interna (Trifoglio sotterraneo) dal secondo anno in avanti.

I vantaggi principali dell'inerbimento consistono nella possibilità di migliorare le caratteristiche del suolo mantenendo elevati i livelli produttivi e qualitativi dell'oliveto. La presenza di un prato stabile determina il mantenimento, e nel lungo termine un probabile incremento, della sostanza organica, che si mineralizza più lentamente che in suolo lavorato, e contribuisce al miglioramento delle proprietà fisiche (porosità, struttura degli aggregati) nonché della fertilità chimica. La presenza del cotico erboso facilita anche le operazioni colturali aumentando la portanza del terreno e migliorando la transitabilità nell'oliveto durante i periodi di precipitazioni frequenti e abbondanti.

Tuttavia la sua applicazione è condizionata da alcuni fattori, in primo luogo dalla competizione idrica-nutrizionale con l'albero. Pertanto, la scelta del tipo di inerbimento da utilizzare deve essere effettuata ponendo particolare attenzione alle condizioni pedoclimatiche della zona in cui si opera.

Per tali ragioni si utilizzeranno specie autoriseminanti come quelle scelte che compiono il loro ciclo durante il periodo umido dell'anno, quando cioè le esigenze idriche dell'olivo sono ridotte e sono elevati i rischi di erosione e di compattazione per il passaggio delle macchine.

A tutti i costi di piantumazione e di gestione dell'oliveto bisogna considerare in aggiunta costi circa 1 m³/Pianta di acqua per l'irrigazione di soccorso il primo anno e per gli anni successivi a quello di trapianto. Di seguito il cronoprogramma delle operazioni colturali necessarie all'impianto dell'oliveto.

Di seguito si riportano i costi d'impianto e mantenimento dell'oliveto e il cronoprogramma dei lavori del primo anno (realizzazione impianto).

TABELLA 5 COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'OLIVETO PER ETTARO

VOCI DI COSTO OLIVETO (FASCIA DI MITIGAZIONE)					
VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	UNITÀ DI MISURA	PREZZO UNITARIO	COSTO TOT.	NOTE
Preparazione terreno	1	un.	1.000,00 €	1.000,00 €	
Piante	1.250	un.	6,00 €	7.500,00 €	Piante da 80-100 cm
Messa a dimora piante	1.250	un.	1,50 €	1.875,00 €	Apertura manuale buhce
Concimazione di fondo	1	ha	500,00 €	500,00 €	
Fornitura e posa struttura	1	un.	3.000,00 €	3.000,00 €	Pali tutori, cavetto, tiranti
TOTALE COSTI				13.875,00 €	

TABELLA 6 COSTI DI MANTENIMENTO DELL'IMPIANTO E PRODUZIONE STIMATA PER ETTARO

Costi totali colture annuali per i primi 10	€	Produzione stimata per ettaro (q)
Costo Impianto per 1 ha	€ 13.875	-
Costo mantenimento 1° anno	€ 1.000	-
Costo mantenimento 2° anno	€ 1.000	-
Costo mantenimento 3° anno	€ 2.000	15
Costo mantenimento 4° anno	€ 2.000	40
Costo mantenimento 5° anno	€ 2.000	70
Costo mantenimento 6° anno	€ 2.000	90
Costo mantenimento 7° anno	€ 2.000	100
Costo mantenimento 8° anno	€ 2.000	100
Costo mantenimento 9° anno	€ 2.000	100
Costo mantenimento 10° anno	€ 2.000	100
TOTALE COSTI AL DECIMO ANNO	€ 31.875	

TABELLA 7 - CRONOPROGRAMMA LAVORI OLIVETO

CRONOPROGRAMMA - Lavori fascia di mitigazione 1° anno																												
MESI	agosto			settembre			ottobre			novembre			dicembre			gennaio			febbraio			marzo						
1	Fresatura terreno a 20-25 cm																											
2	Apertura buche per piante																											
3	Fertilizzazione di fondo																											
4	Messa a dimora piante autoradicate in zolla																											
5	Messa a dimora di pali tutori in castagno																											
6	Irrigazione di soccorso																											
7	Controllo vitalità piante e sostituzione fallanze																											



FIGURA 15 - PALI DI TESTATA



FIGURA 16 - PALI TUTORI

La raccolta e i principali interventi agronomici saranno meccanizzati, per ridurre i costi di gestione e della mano d'opera.



FIGURA 17 - TRAPIANTO MECCANIZZATO E POSIZIONAMENTO DELLO SHELTER



FIGURA 18 - IRRIGAZIONE DI SOCCORSO CON AUTOBOTTE



FIGURA 19 - TOPPING E TRIMMING



FIGURA 20 - RISULTATO FINALE DELLA POTATURA MECCANICA E RACCOLTA MECCANICA.

Il risultato finale sarà ottenere filari a parete, alta 3,00 m, larga 80 cm con un'altezza delle prime branche da terra 50-60 cm. Le dimensioni sono calcolate per poter effettuare la raccolta meccanica tramite scavallatrice.

7.2.3 Lavandeto

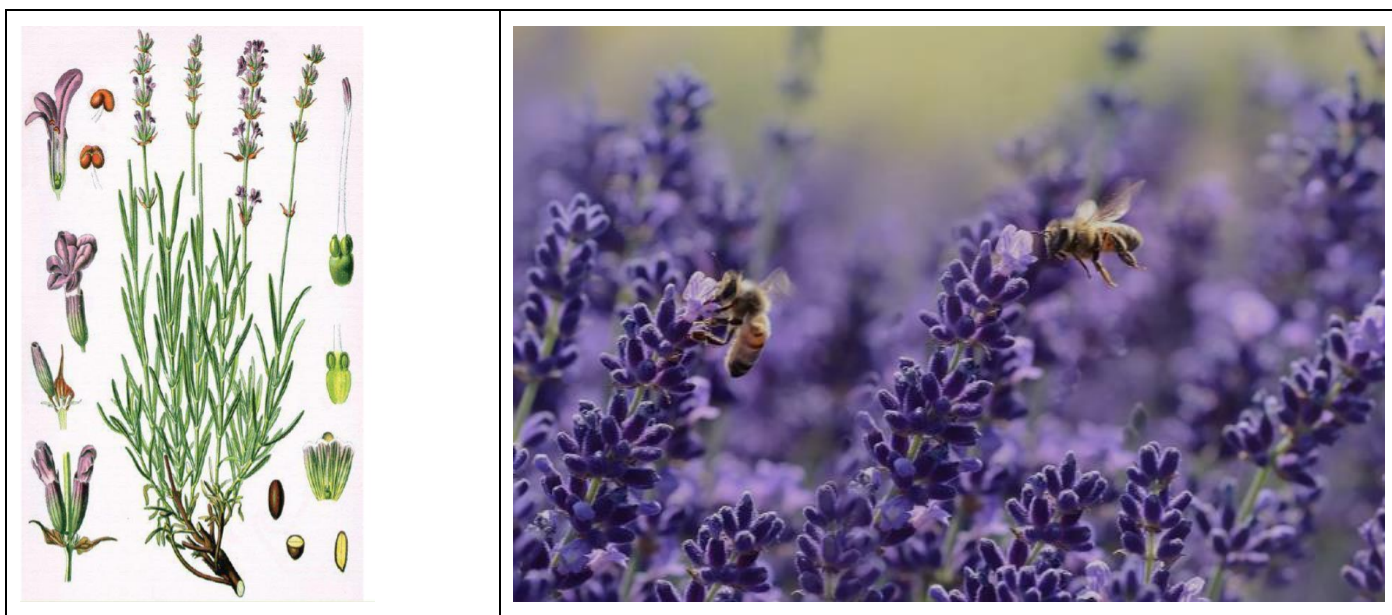


FIGURA 21 LAVANDULA ANGUSTIFOLIA MILLER

La lavanda è una pianta diffusa in tutta la penisola italiana, è rustica e in molti luoghi si è spontaneizzata e dunque non è possibile individuare il suo areale di origine. Sin dall'antichità è ampiamente coltivata per l'essenza profumata. Le specie di lavanda normalmente coltivate sono tre:

1. La lavanda vera e propria botanicamente indicata con il nome latino di *Lavandula angustifolia* Miller o *Lavandula officinalis* Chaix;
2. Lo spigo, *Lavandula Medicus*
3. Il lavandino, *Lavandula hybrida* Rev.

Per il progetto in esame si consiglia la lavanda per la sua migliore adattabilità a condizioni ambientali più estreme e per la resa qualitativa dell'olio essenziale, generalmente considerato migliore, più fine e dolce, specialmente se destinato ad usi fitoterapici e profumieri.

La lavanda è una pianta perenne cespugliosa di altezza variabile tra i 50 e i 180 cm, con colorazione da grigio-bruno a grigio-verde. La radice è legnosa, contorta, a sviluppo superficiale. Le foglie sono semplici, coriacee, disposte opposte e a ciuffi, strette, lanceolate, prive di picciolo, tomentose grige a margine intero.

I fiori sono riuniti in spighe terminali di 3-8 cm, di colore azzurro-violaceo con calice a 5 denti e corolla a 5 lobi con 4 stami interni. La fioritura avviene tra giugno e settembre.

La lavanda è una pianta eliofila, una buona irradiazione solare favorisce, infatti, la resa in olio essenziale resiste bene al freddo (sino a -20°C) in riposo vegetativo e al secco, sensibile alle gelate tardive.

La lavanda è considerata coltura non irrigua, si adatta bene ad ambienti con precipitazioni annue di pioggia comprese tra 400 –600 mm (autunno e primavera) e sopporta bene precipitazioni di 1000 mm. Gli interventi irrigui sono limitati alle annate particolarmente siccitose. Generalmente non sono necessarie irrigazioni se non al trapianto, predilige suoli profondi, asciutti e calcarei.

È consigliato il trapianto primaverile con talee legnose.

Il terreno va ben lavorato e livellato in modo da evitare avvallamenti e ristagni idrici.

Si raccoglie a partire dal secondo anno d'impianto. Tradizionalmente si eseguiva il taglio delle infiorescenze con un falchetto e si formavano dei covoni, poi caricati su un rimorchio e avviati alla distillazione o all'essiccazione. Tale operazione oggi è meccanizzata con l'ausilio di mietilegatrici.

Le produzioni più elevate si ottengono dal quarto anno, in piena maturità e vigore dell'impianto.

La resa in olio essenziale oscilla intorno a valori dello 0,6-1,2% delle infiorescenze; le variazioni sono legate a diversi fattori, quali l'andamento stagionale, l'età della pianta, le caratteristiche pedoclimatiche della zona di coltivazione, le appropriate tecniche colturali, le varietà. Per la destinazione erboristica, la resa in fiori sgranati oscilla tra 0,5 e 1 t/Ha.

L'importanza del lavandeto oltre che essere di tipo economico agricolo (produzione di fiori e miele) è quello di tutela e supporto dell'entomofauna (insetti pronubi), e di valorizzazione dello skyline agricolo dell'area.

Il sesto 160 x 60 (quattro file nell'interfila) La resa è di circa 5-7 t/ha di fiori freschi, 1,5 t/ha fiori sgranati, 800 kg/ha prodotto secco, mentre la resa in olio essenziale per la lavanda si attesta sullo 0,6-1,2 %.

Alla lavanda sarà consociato un prato di *Trifolium subterraneum* che negli anni ridurrà l'incidenza delle infestanti e soprattutto gli apporti azotati alla coltivazione di origano.

7.2.4 Origano (*Origanum vulgare* L.)



Figura 22 - *Origanum vulgare*

L'origano appartiene al gruppo delle piante officinali. Vengono genericamente definite piante officinali tutte quelle specie arboree o erbacee, anticamente utilizzate nelle "officine" erboristiche medioevali, che forniscono droghe (parti di pianta o pianta intera in cui sono contenuti i principi attivi) o spezie utilizzabili nei settori erboristico, farmaceutico, alimentare, cosmetico. Queste comprendono:

- piante aromatiche, alimentari e da profumo;
- piante medicinali (definite dall'O.M.S. quali piante contenenti sostanze utilizzabili a fini terapeutici).

In particolare, nelle zone interne collinari e montane meridionali, la coltivazione di piante officinali può diffondersi con una relativa facilità in quanto alcune specie sono già presenti in forma selvatica sul territorio, risultano molto rustiche e quindi facilmente adattabili al comprensorio, la maggior parte delle specie sono particolarmente adatte alle terre marginali contribuendo, almeno in parte, a restituire all'agricoltura la sua fondamentale funzione di presidio del territorio.

L'origano è una pianta erbacea, perenne, cespitosa, con steli eretti di sezione quadrangolare, di altezza variabile da poche decine di centimetri a un metro, generalmente ramificati nella parte superiore, di colore rossastro e in parte ricoperti dalla fitta peluria. La radice è rizomatosa.

Le foglie sono aggregate in verticilli, più o meno densi, sono tondeggianti, con margine intero, finemente seghettato o crenato. Le infiorescenze (i gruppi di fiori) sono a panicolo, sub globose, ovoidali, cilindriche, raramente piramidali, erette o leggermente rivolte verso il basso. I fiori sono bisessuati o femminili, di solito due per verticillo, talvolta anche più. Il frutto è chiamato tetrachenio (suddiviso, cioè internamente in quattro parti) di forma ovoidale e di colore bruno.

L'origano ha limitate esigenze in elementi nutritivi; è comunque consigliabile una concimazione di fondo con una buona dotazione organica (circa 300 q.li ad ettaro di letame maturo al momento della lavorazione principale o anche sovescio). L'irrigazione non è prevista, se si eccettuano, in ambienti particolarmente siccitosi, interventi di

soccorso durante la stagione più calda o subito dopo il trapianto. In primavera siccitose o dopo uno sfalcio, l'irrigazione di soccorso incide positivamente sulla produzione della massa verde, aumentando la resa per ettaro. Per la coltivazione dell'origano (*Origanum spp.*) sarà disposto un sesto di impianto più ampio di 120 cm tra le file e 50 cm sulla fila poiché sarà gestito in asciutta.

La pianta si adatta bene anche a terreni tendenzialmente argillosi e ricchi di calcare e si presta per sfruttare condizioni di acclività o marginalità in generale, fornendo anzi un'ottima risorsa per contrastare l'erosione del terreno. È importante procedere ad una corretta sistemazione del suolo per evitare i ristagni idrici, ai quali la coltura è particolarmente sensibile. Per la preparazione del suolo è opportuno adottare lavorazioni conservative che tengano conto dello sviluppo prevalente dell'apparato radicale e del controllo delle infestanti. La preparazione del letto di semina, quindi, può essere effettuata con una lavorazione non superiore a 30 cm seguita dalle opportune lavorazioni consecutive, successivamente sarà effettuato il trapianto con mezzi meccanici, in autunno o alla fine dell'inverno.

La scelta della cultivar rappresenta un aspetto cruciale sia per garantire l'insediamento della coltura, la resistenza a parassiti di origine animale e vegetale e quindi il successo dell'impianto, sia per rispondere alle richieste del mercato. L'utilizzazione di cultivar locali, anche provenienti dalla riproduzione di materiale spontaneo, raccolto nel rispetto delle normative regionali e nazionali, può contribuire alla conservazione della biodiversità, tenendo conto delle esigenze del mercato per le tipologie di prodotto desiderate.

Fin dal primo anno è possibile procedere con la raccolta delle infiorescenze, con produzioni variabili tra 2 e 4 t ha di prodotto fresco. Produzioni più elevate oscillanti tra le 10 e le 15 t ma si ottengono a partire dal secondo anno e negli anni successivi. La durata di un origaneto varia tra 5 e 10 anni; con l'aumentare dell'età sono necessarie operazioni di ringiovanimento. Gli sfalci andranno effettuati quando la pianta si trova in condizioni di piena fioritura (tra giugno e agosto), momento in cui è massimo il contenuto in oli essenziali. Il numero di raccolti negli ambienti meridionali risulta essere 1 all'anno, ma in condizioni di sufficiente umidità è possibile arrivare anche a 2. La raccolta avviene mediante il taglio periodico delle sommità prima della fioritura o della intera porzione vegetativa; è opportuno non effettuare il taglio rasoterra per favorire la capacità di ricaccio della pianta. Le corrette modalità di raccolta e di conferimento ai centri di stoccaggio e lavorazione garantiscono il mantenimento delle migliori caratteristiche qualitative del prodotto. La raccolta può essere praticata con mietilegatrici o manualmente.

All'origano sarà consociato un prato di *Trifolium subterraneum* che negli anni ridurrà l'incidenza delle infestanti e soprattutto gli apporti azotati alla coltivazione di origano.

7.3 Apiario



FIGURA 23 APIS MELLIFERA

Secondo i dati FAO, nel mondo esisterebbero oltre 60 milioni di alveari appartenenti a circa 6,5 milioni di apicoltori. La densità è maggiore in Europa con una media di 2,8 alveari per kmq. L'Europa, inoltre, è il secondo produttore mondiale con un totale di circa 17,5 milioni di alveari e oltre 650 mila apicoltori. L'Italia si posiziona al quarto posto in UE per numero di alveari, dopo Spagna, Romania e Polonia. L'effettiva produzione italiana di miele, secondo le stime dell'Osservatorio Nazionale sul miele, si attesterebbe su oltre 23,3 mila tonnellate ed è garantita da oltre sessantamila apicoltori e da più di 1,5 milioni di alveari censiti (50% stanziali e 50% nomadi), per un valore complessivo di circa 150 milioni di euro. A livello geografico la produzione è diffusa in tutte le regioni del Paese. La regione più produttiva è il Piemonte, con oltre 5 mila tonnellate stimate, seguita da Toscana con oltre 3 mila tonnellate e da Emilia Romagna con oltre 2 mila tonnellate. Le differenze pedoclimatiche e ambientali che contraddistinguono il territorio nazionale fanno inoltre sì che l'Italia si attesti al primo posto mondiale per varietà di miele, contandone oltre 50. L'importanza dell'apicoltura è ormai riconosciuta universalmente e gli effetti dell'impollinazione sono considerati indispensabili per l'agricoltura mondiale oltre che, più in generale, per l'ambiente e per il genere umano. In Europa, l'84% delle specie coltivate e il 78% delle specie di fiori selvatici dipendono dall'impollinazione animale. Secondo la Commissione europea, oltre 15 miliardi di euro della produzione agricola annua dipendono dall'impollinazione degli insetti. Ciononostante l'apicoltura sembra essere una delle attività maggiormente colpite dai recenti effetti dei cambiamenti climatici, dalla erosione del suolo agricolo e dalla presenza nell'ambiente di pesticidi e agenti chimici e il 37% delle api è in declino (FAO, 2019).

Il prodotto principale dell'alveare è il miele, infatti circa il 60% degli apicoltori produce solo questo; non va tuttavia dimenticato che l'alveare può anche fornire polline, propoli, pappa reale, cera e veleno, ma la diversificazione è generalmente prerogativa delle aziende professionali, mentre i piccoli produttori si dedicano più raramente a queste produzioni. Va ancora segnalato come sia cresciuta ultimamente anche la domanda di famiglie di api, portando in certi casi ad una specializzazione di alcune aziende anche in questa direzione. Si

tratta in sintesi di un settore abbastanza variegato con comportamenti imprenditoriali eterogenei relativamente alle produzioni, alla commercializzazione ed alla promozione.

L'idea progettuale della quale si valuteranno i costi e i ricavi, è quella di un apiario stanziale costituito da 50 famiglie.

L'allevamento delle api è una attività che comporta un impegno che si estende sull'intero anno, seppure con picchi stagionali. La conduzione degli alveari consiste infatti in numerose operazioni svolte fra marzo e settembre, quando le api sono produttive e si lavora direttamente sulle arnie; nei restanti mesi dell'anno si effettuano le operazioni di controllo esterno agli alveari per assicurare la sopravvivenza degli insetti nel periodo autunno-invernale.

L'annata apistica parte convenzionalmente dal mese di marzo, che coincide con l'espansione delle famiglie, quando iniziano le visite all'interno dell'arnia. Per contro, l'attività invernale, compresa fra ottobre e marzo, consiste solo in visite di controllo esterno; infatti, in questo periodo dell'anno, considerate le basse temperature, non è possibile aprire le arnie. La verifica dello stato di salute della famiglia viene fatta indirettamente valutando la presenza di eventuali api morte nei pressi dell'entrata e con il controllo del fondo anti-Varroa. Da gennaio fino all'inizio della fioritura, si interviene regolarmente con la somministrazione di alimentazione di soccorso, costituita da candito zuccherino.

L'inverno richiede pertanto un impegno minimo nella gestione dell'apiario ed è consuetudine che l'apicoltore si dedichi alla manutenzione delle macchine, degli attrezzi ed alla disinfezione di arnie, melari e favi. A partire dal mese di febbraio - marzo vengono effettuate le visite interne durante le quali si controlla la vitalità della famiglia e il livello delle scorte di cibo; inoltre si aumenta lo spazio a disposizione tramite l'aggiunta di favi nel nido, ove sia necessario. La frequenza dei controlli si intensifica via via, anche per seguire le sciamature che nella zona considerata possono iniziare ad aprile.

Dal mese di maggio, in base all'andamento della fioritura, si procede con il posizionamento del primo melario, e si continua per tutto giugno e luglio tra agosto e settembre quando il raccolto è ultimato, si prelevano i melari riempiti e si procede alla smielatura. Ad agosto in genere la produzione si riduce anche se nei nostri ambienti l'attività delle api può continuare fino a tutto settembre e ottobre. Prima dell'autunno però l'attenzione sarà rivolta soprattutto allo stato generale della famiglia, con i trattamenti sanitari necessari al controllo della Varroa. Oltre alla gestione dell'apiario sono necessarie le operazioni di lavorazione dei prodotti e la loro commercializzazione. La lavorazione del miele inizia con la separazione della cera dai favi con appositi strumenti disopercolatori, seguita dalla centrifugazione all'interno di uno smielatore che consente la fuoriuscita del miele dai favi. Il miele estratto viene quindi filtrato, per eliminare i residui di cera e posto in maturatore a decantare per circa 15 giorni, al termine dei quali ha raggiunto un'umidità inferiore al 18% e può essere messo in vasetti ed etichettato.

La cera d'api si ottiene dagli opercoli e dalla sostituzione di favi rotti, deformati o vecchi, tramite fusione a bagnomaria e successiva solidificazione in panetti che vengono normalmente venduti a ditte specializzate per la trasformazione in fogli cerei.

I ricavi aziendali saranno dunque costituiti dalla vendita di miele, cera d'api e nuclei.

La produzione di miele è considerata in 20 kg per nucleo, i nuclei destinati alla vendita saranno 26 considerando una mortalità invernale media di 12 nuclei (25%) infatti 12 nuclei saranno destinati alla sostituzione e reintegrazione del nostro apiario e 26 saranno avviate alla vendita.

CONTI E RICAVI APIARIO				
RICAVI (€/ha)				
	QUANTITÀ	PREZZO UNITARIO	I ANNO	II ANNO
Miele (38 nuclei per 20 kg/nucleo)	760 kg	10,00 €	7.600,00 €	7.600,00 €
Cera d'api	38 kg	7,00 €	266,00 €	266,00 €
Nuclei	38 un.	150,00 €	5.700,00 €	5.700,00 €
Ricavi totali (€/ha)			13.566 €	13.566 €
COSTI (€/ha)				
Nuclei	50 UN.	150,00 €	7.500 €	
Mano d'opera			3.000 €	3.000 €
Alimento (candito)			300 €	300 €
Antiparassitari e medicinali			300 €	300 €
Materiale per confezionamento			1.200 €	1.200 €
Spese per trasporto e spostamenti			600 €	600 €
Costi Totali (€/ha)			12.900 €	5.400 €
Reddito lordo totale (€/ha)			666 €	8.166 €

7.3.1 Potenziale mellifero delle specie scelte

Il potenziale mellifero è una misura dell'importanza nettaria di una specie e si calcola la quantità media di nettare secreto da un fiore in 24 ore, la sua concentrazione zuccherina, la durata di vita del fiore e il numero medio di fiori per unità di superficie o nel caso di alberi per pianta.

I risultati si esprimono in termini di kg miele/ha ma ciò non costituisce una previsione reale della quantità di miele che è possibile ottenere, bensì una stima teorica sulla potenzialità della pianta nelle condizioni più favorevoli. L'importanza di poter calcolare il "potenziale mellifero" di una pianta risiede essenzialmente in due aspetti: la possibilità da parte dell'apicoltore di individuare in una data zona le specie con potenziale mellifero più alto e quindi di dislocare gli alveari in consorzi floristici di maggiore produttività e la possibilità di inserire nelle normali pratiche agronomiche, forestali, ecc. oltre alle specie comunemente impiegate, anche altre di sicuro interesse apistico. Nella tabella che segue è riportato il sistema di classificazione adottato, suddiviso in sei classi che esprimono il potenziale mellifero riportato in kg di zucchero/ha.

TABELLA 8 SUDDIVISIONI IN CLASSI PER POTENZIALE MELLIFERO

CLASSE	POTENZIALE NETTARIFERO	SIMBOLO
I.	0-25 kg/ha	+
II.	26-50 kg/ha	++
III.	51-100 kg/ha	+++
IV.	101-200 kg/ha	++++
V.	201-500 kg/ha	+++++
VI.	> 500 kg/ha	+++++

TABELLA 9 CLASSIFICAZIONE IN BASE AL POTENZIALE MELLIFERO DELLE SPECIE SCELTE PER IL PROGRAMMA AGRICOLO

FAMIGLIA	SPECIE	CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO
Lamiaceae	Landula angustifolia	IV	150 kg/ha
Lamiaceae	Origanum vulgare	V	400 kg/ha
Leguminosae	Trifolium subterraneum L.	III	60 kg/ha

Al fine di assicurarsi una perfetta integrazione sul territorio del progetto sono state analizzate e intervistate alcune aziende apistiche presenti sul territorio. Un'azienda in particolare (Apicoltura F.lli Anzivino) localizzata a 5 km dall'impianto ha manifestato particolare interesse perché svolgono già attività agricola (Olivo, cereali e piante mellifere annuali) e allevamento di api (700 famiglie) oltre a possedere un laboratorio per smilare e confezionare miele perfettamente attrezzato.

7.4 Dettaglio dei costi totali del progetto agronomico

TABELLA 10 COMPUTO METRICO PROGETTO AGRONOMICO

COMPUTO METRICO PROGETTO AGRONOMICO							
PRATO PERENNE							
id	CODICE	DESCRIZIONE	QUANTITÀ	UNITÀ DI MISURA	SUPERFICIE	PREZZO UNITARIO	PREZZO TOTALE
1	Da Preventivo	Aratura del terreno in collina eseguito con mezzi meccanici fino alla profondità di: 30 cm	1	ha	12,07	250,00 €	3.017,85 €
2	Da Preventivo	Affinamento del letto di semina attraverso lavorazione del terreno effettuata con opportuno mezzo meccanico eseguita a qualsiasi profondità: ad una passata	1	ha	12,07	110,00 €	1.327,85 €
3	Da Preventivo	Semina eseguita con apposito mezzo meccanico e spandiconcime centrifugo: trasporto miscelazione e distribuzione	1	ha	12,07	350,00 €	4.224,99 €
4	Da Preventivo	Letame	20	mc	12,07	5,00 €	1.207,14 €
5	Da Preventivo	Manodopera Operaio livello "c" (ex qualificato super) CCNL FLOROVIVAISTI	5	ore	12,07	17,41 €	1.050,82 €
6	Da Preventivo	Sistema di Monitoraggio Agricoltura 4.0	1	cad.	-	20.000,00 €	20.000,00 €
TOTALE PRATO PERMANENTE							30.828,65 €
OLIVO							
7	Da Preventivo	Lavorazione del terreno per successivo rimboscimento mediante scasso andante alla profondità di cm.120, da eseguire impiegando idonei mezzi meccanici, comprensivo della lavorazione di amminutamento e affinamento del terreno.	1	ha	2,2	2.252,46 €	4.955,41 €
8	Da Preventivo	Fornitura di piante di olivo da olio , innestate o autoradicate, in contenitore: di categoria CAC (Conformità agricola comunitaria)	3025	UN.	2,2	6,00 €	18.150,00 €
9	Da Preventivo	Letame	30	mc	2,2	5,00 €	330,00 €
10	Da Preventivo	Fornitura e posa struttura	1	ha	2,2	3.000,00 €	6.600,00 €
11	Da Preventivo	Manodopera Operaio livello "c" (ex qualificato super) CCNL FLOROVIVAISTI	65	ha	2,2	17,41 €	2.489,63 €
TOTALE OLIVO							32.525,04 €
ORIGANO e LAVANDA							
12	Da Preventivo	Aratura del terreno in collina eseguito con mezzi meccanici fino alla profondità di: 30 cm	1	ha	9,74	250,00 €	2.435,00 €
13	Da Preventivo	Affinamento del letto di semina attraverso lavorazione del terreno effettuata con opportuno mezzo meccanico eseguita a qualsiasi profondità: ad una passata	1	ha	9,74	110,00 €	1.071,40 €
14	Da Preventivo	Talee lavanda	10416	UN.	4,6	0,50 €	23.956,80 €
15	Da Preventivo	Talee origano	16666	UN.	4,6	0,50 €	38.331,80 €
16	Da Preventivo	Letame	25	mc	9,2	5,00 €	1.150,00 €
17	Da Preventivo	Manodopera	300	ore	9,2	17,41 €	48.051,60 €
TOTALE ORIGANO							114.996,60 €
APIARIO							
19	Da Preventivo	Nuclei	50	UN		150,00 €	7.500,00 €
20	Da Preventivo	Manodopera					3.000,00 €
21	Da Preventivo	Alimento					300,00 €
22	Da Preventivo	Antiparassitari e medicinali					300,00 €
23	Da Preventivo	Materiale per confezionamento					1.200,00 €
24	Da Preventivo	Spese per trasporto e spostamenti					600,00 €
TOTALE APIARIO							12.900,00 €
TOTALE PROGETTO AGRONOMICO							191.250,29 €

8. VALUTAZIONE DEL VALORE DELLA PRODUZIONE AGRICOLA ANTE E POST INTERVENTO PROGETTUALE

Il sistema è progettato in modo da adottare una configurazione spaziale e tecnologie tali da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli senza compromettere la continuità dell'attività agricola. L'attuale indirizzo produttivo è seminativo (estensivo) e si considera di passare ad un indirizzo produttivo agricolo misto prevedendola coltivazione di piante officinali, olivo, prato permanente e l'installazione di un apiario, intendendo così incrementare il valore economico aziendale misurato in termini di valore di Produzione Standard (PS) calcolato a livello complessivo aziendale. Al fine di effettuare una valutazione economica e verificare la continuità dell'attività agricola sono state poste a confronto le Produzioni Standard (PS) ante e post intervento.

La produzione standard (PS) di un'attività produttiva è il valore medio ponderato della produzione lorda totale, comprendente sia il prodotto principale che gli eventuali prodotti secondari, realizzati in una determinata regione o provincia autonoma nel corso di un'annata agraria. Il valore della produzione ottenuta da una attività agricola è determinato quale sommatoria delle vendite aziendali, degli impieghi in azienda, degli autoconsumi e dei cambiamenti nel magazzino, al netto degli acquisti e della sostituzione (rimonta) del bestiame. Il valore deve intendersi "franco azienda", al netto dell'IVA e di altre eventuali imposte sui prodotti, ed esclusi gli aiuti pubblici diretti. L'opportunità di introdurre la produzione standard deriva dalla necessità di determinare l'orientamento tecnico-economico e la dimensione economica delle aziende sulla base di un criterio economico che resti sempre positivo.

Le singole Produzioni Standard delle attività agricole vengono calcolate, in ogni Paese dell'UE, a livello regionale, per un periodo di riferimento di cinque anni consecutivi, dall'anno N-5 all'anno N-1, dove N è l'anno in cui viene eseguita l'indagine sulle strutture. Le PS vengono calcolate solo per quelle attività produttive praticate in una determinata circoscrizione (regione o provincia autonoma).

Nella Tabella 11 che segue viene valutata la PS totale prima dell'impianto agrivoltaico e dopo, con l'ausilio delle tabelle delle Produzioni Standard 2017 della Regione Puglia.

Nel caso di indirizzi produttivi che prevedono coltivazioni annuali a rotazione, ciascuna superficie può essere conteggiata una sola volta indipendentemente dal numero di coltivazioni che si avvicendano sulla medesima. Si considera coltura principale quella con il valore delle produzioni più elevato, indipendentemente dal momento in cui viene realizzata (come riportato dai "12 casi particolari" consultabile su rica.crea.gov.it/APP/documentazione).

In base alle considerazioni anteriormente esposte, dunque, il valore delle produzioni viene calcolato sul valore delle colture scelte riportato dalla tabella delle Produzioni Standard 2017 della Regione Puglia

TABELLA 11 - CONFRONTO DELLE PRODUZIONI STANDARD ANTE E POST PROGETTO

Codice RICA	COLTURE	PS/ha	ESTENSIONE ANTE (ha)	PS TOTALE ANTE	ESTENSI ONE POST (ha)	PS TOTALE POST	Δ PS
D02	Frumento duro	1.017,00 €	27,22	27.682,74 €	0	0	-27.682,74 €
F03	Prati e pascoli permanenti non in uso	0,00 €	0	0,00 €	12,7	0	0,00 €
G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	2.589,00 €	0	0,00 €	2,2	5.695,80 €	5.695,80 €
D34	Piante aromatiche, medicinali e dacondimento	27.556,00 €	0 - €		9,2	253.515,20 €	253.515,20 €
D34	Piante aromatiche, medicinali e dacondimento (Esterna monitoraggio)	27.556,00 €	0 - €		0,57	15.706,92 €	15.706,92 €
J18	Api (alveare)	269,00 €	0	0,00 €	50	13.450,00 €	13.450,00 €
	TOTALI			27.682,74 €		288.367,92 €	260.685,18 €

9. SISTEMI DI MONITORAGGIO DEL PROGETTO AGRICOLO

9.1 Sistema di monitoraggio dell'attività agricola

Il monitoraggio della continuità dell'attività agricola nel corso della vita dell'impianto sarà effettuato mediante la valutazione dei seguenti elementi:

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

A partire dall'entrata in esercizio degli impianti e al fine di attestare il rispetto dei requisiti previsti è necessario che le aziende agricole interessate dalla realizzazione dei sistemi agrivoltaici rientrino nella rilevazione della Rete di Informazione Contabile Agricola – RICA, o, in alternativa, che siano in possesso di fascicolo aziendale. Il monitoraggio principale della continuità dell'attività agricola sarà infatti effettuato per il tramite: a) dei dati presenti nella RICA o, esclusivamente per le iniziative che accedono tramite Registri, nel fascicolo aziendale e b) di una relazione agronomica asseverata, redatta da un professionista avente competenza in materia o da un CAA, sulla gestione colturale relativa all'anno di riferimento da presentare, con cadenza annuale a cui verranno allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

9.2 Monitoraggio del microclima

L'impatto dell'impianto sul microclima verrà monitorato tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici

e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura ambiente esterna (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore 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 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;
- Bagnatura fogliare mediante sensore.

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

Per resilienza dell'agroecosistema si intende la capacità di tamponare gli effetti di uno stress ambientale degli agroecosistemi al fine di ridurre i rischi legati ai cambiamenti climatici, e alla frammentazione degli habitat naturali e alla riduzione della biodiversità:

- Valutazione del carbonio organico nel suolo. Il carbonio organico nel suolo rappresenta la più grande riserva di carbonio terrestre, circa 3.2 volte quella atmosferica e 4.4 quella biotica. A causa delle dimensioni di tale riserva anche piccoli cambiamenti nelle scorte globali potrebbero influenzare le concentrazioni di CO_2 atmosferica. È stato ipotizzato che l'aumento di carbonio organico nei terreni a profondità fino a 2 m del 5 – 15 % potrebbe ridurre le concentrazioni atmosferiche di CO_2 del 16 – 30 %. Il ruolo del suolo nell'adsorbimento e nella conservazione del carbonio organico dipende dalle proprietà chimico-fisiche del suolo e dal tipo di sostanza organica. D'altro canto, la qualità del suolo dipende in larga misura dal contenuto in materia organica, che è dinamico e varia rapidamente al variare della gestione del suolo. Tale quantità di sostanza organica in molti terreni coltivati in Europa è in calo, a causa delle moderne tecniche di agricoltura intensiva. Quando i livelli di sostanza organica scendono al di sotto della quantità necessaria per sostenere un suolo stabile, fertile e sano, si va incontro a fenomeni di degrado. L'ingresso del carbonio organico nel suolo avviene principalmente attraverso il materiale vegetale e animale in decomposizione, gli essudati radicali e con l'apporto di materiale organico proveniente da altre fonti tramite spandimento.
- Valutazione della biodiversità soprattutto del suolo in quanto una maggiore biodiversità nello spazio e nel tempo ha vantaggi per la ritenzione o il riciclo dei nutrienti e aumenta la quota di sostanze organiche disponibili con benefici per la resistenza alla siccità e alla dipendenza dai fertilizzanti.

10. COERENZA DEL PROGETTO CON I REQUISITI E LE CARATTERISTICHE INDICATE DALLE “LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI”

10.1 Parametri tecnici e requisiti dell’impianto agrivoltaico avanzato

Affinché un sistema agrivoltaico possa essere definito tale, deve rispettare delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici predefiniti, come descritti in seguito.

10.1.1 REQUISITO A.1 – Superficie Agricola Utilizzata (SAU)

La **superficie minima coltivata**, richiamata anche dal DL 77/2021, è un parametro fondamentale per qualificare un sistema agrivoltaico ed è stabilita con un valore pari o superiore al 70% della superficie agricola totale interessata dall’intervento.

Nelle linee guida in materia di impianti agrivoltaici si considera la SAU composta da superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati, esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea). Dal computo della SAU sono escluse le superfici delle colture intercalari e quelle delle colture in atto (non ancora realizzate). La SAU comprende invece la superficie delle piantagioni agricole in fase di impianto.

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

Nel caso del progetto in esame, considerando la superficie agricola produttiva da destinare a prato permanente monofita, pari a **8,11 ha** produttivi dei 12,70 ha totali, quella riservata alla mitigazione produttiva (oliveti), pari a **2,2 ha** e la superficie destinata alle altre colture produttive, nello specifico le piante aromatiche **9,17 ha**, si ha una superficie agricola totale ($S_{agricola}$) pari a **20,06 ha**.

Posto che il totale dell’area di progetto (S_{tot}) si attesta sui **27,22 ha**, si ottiene che la superficie agricola occuperà il **73,71%** rispetto al totale della superficie interessata dall’intervento e, dunque, è rispettato il primo requisito utile per definire un impianto “agri-voltaico” in quanto:

$$73,71 \% > 70\%$$

10.1.2 REQUISITO A.2 – LAOR

Il **LAOR** (*Land Area Occupation Ratio*) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.

$$LAOR \leq 40\%$$

Dati i valori di **7,13 ha** per la superficie complessiva coperta dai moduli e **27,22 ha** per la superficie totale di progetto nella disponibilità della proponente: comprende la superficie utilizzata per coltura e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico. Il **LAOR del presente progetto** si attesta intorno al **26,19 %**, quindi al di sotto del limite imposto dalle linee guida.

$$\frac{\text{Superficie dei Moduli}}{\text{Superficie totale di progetto}} \times 100 = \frac{71.297}{272.213} = 26,19\% < 40\%$$

10.1.3 REQUISITO B.1 – Continuità dell'attività agricola

Al fine di valutare e comprovare la continuità dell'attività agricola anche a seguito dell'installazione dell'impianto agrivoltaico è necessario monitorare: la resa delle coltivazioni e il mantenimento della produttività agricola dell'area.

Per quanto riguarda il primo parametro, la resa verrà monitorata prevedendo all'interno del campo agrivoltaico un'area di controllo non coperta dai pannelli fotovoltaici, che permetta di confrontare la resa rispetto al terreno sotteso dall'impianto. In alternativa, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo.

Le attività produttive di una azienda agricola sono costituite da diversi tipi di coltivazioni e/o allevamenti; per una qualsiasi classificazione di tipo economico è, quindi, necessario scegliere un denominatore comune ad entrambi i tipi di attività idoneo a rappresentare non soltanto la dimensione economica di ogni azienda ma anche ad evidenziare l'importanza economica delle singole produzioni agricole, al fine di attribuire a ciascuna azienda i caratteri di specializzazione produttiva (orientamento produttivo) e di redditività economica (dimensione economica). In pratica, per poter determinare la dimensione economica di un'azienda occorre poter sommare tutte le produzioni aziendali, che essendo espresse in unità di misura diverse, devono essere ricondotte ad un unico denominatore comune. Tale denominatore è rappresentato dal valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale, che permette di misurare il valore economico di un indirizzo produttivo; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

Per quanto riguarda il progetto in esame, tale coefficiente è stato calcolato nel paragrafo "Valutazione del valore della produzione agricola ante e post intervento progettuale", sulla base del confronto tra indirizzo produttivo ante e post-intervento è evidente l'incremento della Produzione Standard Lorda **PSL** che passa da circa 27.682,74 € a 288.367,92 €. Pertanto, anche il requisito relativo alla continuità dell'attività agricola è ampiamente soddisfatto.

10.1.4 REQUISITO B.2 – Producibilità elettrica minima

La producibilità elettrica minima viene stabilita attraverso un rapporto tra la produzione specifica di un impianto agrivoltaico e la producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard costituito da strutture fisse con inclinazione di 12° che interessi la stessa area di impianto.

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che la produzione elettrica specifica di un impianto (FV_{agri} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{standard}$ in GWh/ha/anno) non dovrebbe essere inferiore al 60% di quest'ultima:

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

Nello specifico i calcoli effettuati per l'impianto in oggetto sono:

$$FV_{agri} = 24,29 \text{ GWh/anno} : 27,22 \text{ ha} = 0,89 \text{ GWh/ha/anno}$$

$$FV_{standard} = 25,54 \text{ GWh/anno} : 27,22 \text{ ha} = 0,94 \text{ GWh/ha/anno}$$

$$0,89 \text{ GWh/ha/anno} \geq 0,6 \times 0,94 \text{ GWh/ha/anno}$$

$$0,89 \text{ GWh/ha/anno} \geq 0,56 \text{ GWh/ha/anno}$$

$$FV_{agri} \ 0,89 > 0,56 \ FV$$

10.1.5 REQUISITO C – L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

In base alla tipologia di strutture utilizzate questo requisito non è da ritenersi soddisfatto.

10.1.6 REQUISITO D.1 – Il risparmio idrico

Nelle aziende con colture in asciutta, come il caso del progetto in esame, il tema riguarda l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana. L'indice di umidità del terreno coperto dai pannelli evidenzia un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici.

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. Nel citato decreto è indicato che riguardo l'obbligo di misurazione dell'auto-provvigionamento, le Regioni dovranno prevedere 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 – seppur con modalità differenti – anche per il monitoraggio del risparmio idrico in terreni non irrigui come quelli interessati dal progetto, prevedendo aree dove sia effettuata la medesima coltura in assenza di un sistema agrivoltaico, al fine di poter effettuare una comparazione dei livelli di umidità rilevati. Tali valutazioni possono essere svolte attraverso la raccolta dei dati medi giornalieri e restituiti in un report sintetico triennale redatto da parte del proponente. Nel nostro caso si prevede di coltivare una porzione di terreno con lavanda e origano ma in assenza di sistema agrivoltaico, come area di controllo. Il monitoraggio in continuo dei due terreni, attraverso l'installazione di un tensiometro, (o altro sensore per misurare l'umidità del suolo), dovrebbe mettere in evidenza il fatto che il terreno su cui è presente l'impianto trattiene maggiormente l'umidità del terreno rispetto a quello con medesima coltura ma in assenza di strutture che limitino l'evapotraspirazione.

10.1.7 REQUISITO D.2 – La continuità dell'attività agricola

Il sistema agrivoltaico in esame prevede un sistema di monitoraggio che consente di verificare l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, per cui può essere classificato come sistema agrivoltaico avanzato.

I dati raccolti dal sistema di monitoraggio presente in campo verranno analizzati e restituiti da una relazione tecnica asseverata da un agronomo con cadenza annuale. Alla relazione saranno allegati, **inoltre i piani annuali di coltivazione**, recanti indicazioni in merito:

- alle specie annualmente coltivate;
- alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni;
- alle condizioni di crescita delle piante
- alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

10.1.8 REQUISITO E.1 – Recupero della fertilità del suolo

Un altro importante aspetto legato allo sviluppo dei sistemi agrivoltaici riguarda la possibilità di recuperare i terreni non coltivati, restituendoli così all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dalla produzione congiunta agricola e elettrica. È quindi importante monitorare i casi in cui si riprenda l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi cinque anni.

Il monitoraggio relativo al recupero o al miglioramento della fertilità del suolo verrà effettuato nella stessa relazione tecnica asseverata da un agronomo utile per il monitoraggio, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente corredata dai dati restituiti dall'analisi del terreno o dall'utilizzo di un "fertimetro", uno strumento

messo a punto dalla Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Padova, che misura la fertilità di un terreno in campo, senza la necessità di test in laboratorio.

10.1.9 REQUISITO 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 fitopatologie 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. In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura dell'ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (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 (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 risultati di tale monitoraggio verranno restituiti tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente, con l'evidenza dei dati registrati.

10.1.10 REQUISITO 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)”*, per ogni progetto deve essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro.

In conclusione, per quanto sopra esposto, il progetto Agrovoltaico così come predisposto soddisfa tutti i requisiti delle linee Guide Ministeriali e quindi può essere ritenuto un "Impianto Agrovoltaico Avanzato", ciò nonostante per il progetto descritto non sarà richiesto l'accesso agli incentivi statali sulle tariffe elettriche né l'accesso ai contributi del PNRR, poiché sarà realizzato totalmente con investimenti privati da parte della società proponente.

TABELLA 12 QUADRO SINOTTICO DELLE CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

REQUISITO	DEFINIZIONE	PARAMETRO	DEFINIZIONE PARAMETRO	AZIONE PREVISTA DAL PROGETTO	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO
A	Consentire attraverso un'opportuna configurazione spaziale e scelte tecnologiche l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.	A.1 : $S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$	Si deve garantire sugli appezzamenti oggetto dell'intervento (superficie totale del sistema agrovoltatoico, S_{tot}) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA)	$\frac{Superficie\ Agricola\ produttiva}{Superficie\ totale\ di\ progetto} \times 100 = \frac{200.644}{272.213} = 73,71\% > 70\%$	Relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita
		A.2: Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli -LAOR $\leq 40\%$		$\frac{Superficie\ dei\ Moduli}{Superficie\ totale\ di\ progetto} \times 100 = \frac{71.297}{272.213} = 26,19\% < 40\%$	N.A.
B	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.	B1: Continuità dell'attività agricola	Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.	Passaggio ad un indirizzo produttivo di valore economico più elevato: si passa infatti dalla coltivazione di frumento ad piante aromatiche.	La resa verrà monitorata prevedendo all'interno del campo agrovoltatoico un'area di controllo non coperta dai pannelli fotovoltaici, che permetta di confrontare la resa rispetto al terreno sotteso dall'impianto. Per poter determinare la dimensione economica di un'azienda occorre poter sommare tutte le produzioni aziendali, che essendo espresse in unità di misura diverse, devono essere ricondotte ad un unico denominatore comune. Tale denominatore è rappresentato dal valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale, che permette di misurare il valore economico di un indirizzo produttivo; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.
		B.2: $FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$	In base alle caratteristiche degli impianti agrovoltati analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrovoltatoico (FV_{agri} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{standard}$ in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima.	$FV_{agri} > 0,56 \cdot FV$	N.A.
C	L'impianto agrovoltatoico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra. L'area destinata a coltura può coincidere con l'intera area del sistema agrovoltatoico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto.	C.1: $h_{media} = (h_{max} + h_{min.})/2 > 2,10m$	L'altezza media dei moduli su strutture mobili è studiata in modo tale da consentire la continuità delle attività agricole anche sotto i moduli fotovoltaici. Tipo 1) Impianto agrovoltatoico avanzato	-	N.A.
D	I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrovoltatoico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. A tale scopo è opportuno installare un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrovoltatoico con particolare riferimento al risparmio idrico e alla continuità dell'attività agricola	D.1: Risparmio idrico	I sistemi agrovoltati 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. Il monitoraggio di questo parametro nelle aziende con colture in asciutta riguarda solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente alla diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrovoltati.	Nelle aziende con colture in asciutta, come il caso del progetto in esame, il tema riguarda l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana. L'indice di umidità del terreno coperto dai pannelli evidenzia un miglioramento conseguente alla diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrovoltati. Installazione di stazioni meteo che possano monitorare il microclima dell'area assoggettata all'ombra dei moduli e dell'area libera dall'ombreggiamento (parametro di confronto). Le stazioni meteo saranno costituite ognuna da termometro (a minima e massima) per misurare la temperatura; igrometro per misurare l'umidità atmosferica; anemometro per misurare la velocità del vento; pluviometro per misurare la quantità di pioggia caduta.; solarimetro o piranometro per la misura dell'intensità della radiazione solare entrante; sensore di bagnatura fogliare; sensore di umidità del terreno a diverse profondità, tramite sonda; sensore di temperatura del terreno.	Saranno monitorati, registrati e confrontati i dati raccolti durante tutta la vita dell'impianto.
		D.2: Continuità dell'attività agricola	Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono: 1. l'esistenza e la resa della coltivazione; 2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo	Redazione di piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).	Relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita
E	Finalizzato a valutare gli effetti dell'agrovoltatoico	E1: Recupero della fertilità del suolo	Riguarda il recupero dei terreni non coltivati, che potrebbero essere restituiti all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dai sistemi agrovoltati. È pertanto importante monitorare i casi in cui sia ripresa l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi 5 anni	N.A.	N.A.
		E2: Microclima	Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. 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.	Installazione di stazioni meteo che possano monitorare il microclima dell'area assoggettata all'ombra dei moduli e dell'area libera dall'ombreggiamento (parametro di confronto). Le stazioni meteo saranno costituite ognuna da termometro (a minima e massima) per misurare la temperatura; igrometro per misurare l'umidità atmosferica; anemometro per misurare la velocità del vento; pluviometro per misurare la quantità di pioggia caduta.; solarimetro o piranometro per la misura dell'intensità della radiazione solare entrante; sensore di bagnatura fogliare; sensore di umidità del terreno a diverse profondità, tramite sonda; sensore di temperatura del terreno.	Saranno monitorati, registrate e confrontati i dati raccolti durante tutta la vita dell'impianto.
		E3: Resilienza ai cambiamenti climatici	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.	-	-

11. CONSIDERAZIONI FINALI

I sistemi agrivoltaici possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali (più o meno dense) e gradi di integrazione ed innovazione differenti, al fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (fotovoltaico e colturale).

Le soluzioni adottate nella proposta agrivoltaica in oggetto, così come progettata, soddisfa tutti i requisiti richiesti dalle linee guida Ministeriali in ambito agrivoltaico, e può pertanto ritenersi un progetto agrivoltaico avanzato. Tuttavia per il progetto in questione, non saranno richiesti finanziamenti o fondi statali collegati al PNRR, bensì l'investimento per la realizzazione delle opere in progetto, sarà totalmente a carico della società proponente, attraverso l'utilizzo di fondi ed investimenti privati.

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica. A livello globale sono in corso di sviluppo diverse soluzioni e sono state avviate ricerche specifiche per mettere in luce i vantaggi di questo approccio sia per il fotovoltaico, sia per l'agricoltura, migliore resa dei terreni, minore consumo di acqua per l'irrigazione, indipendenza energetica e rivitalizzazione delle attività agricole sono solo alcuni dei benefici che l'agrivoltaico porta all'agricoltura, sia in termini di conservazione della natura e della salvaguardia dei servizi ecosistemici, come ad esempio il contributo che i sistemi agrivoltaici danno nei confronti degli insetti impollinatori garantendo loro un habitat favorevole a vantaggio dell'intero ecosistema agricolo.

11.1 Protezione delle colture agrarie da eventi atmosferici

La presenza dei pannelli fotovoltaici costituisce una barriera rispetto agli eventi atmosferici, soprattutto di forte intensità quali piogge, grandine e vento, che costituiscono un potenziale danno per le colture in essere. La presenza di tali strutture di protezione è da considerarsi anche motivo di riduzione dei costi assicurativi sui raccolti. In questo contesto le coltivazioni che si sviluppano ad altezze medio basse, come erbe aromatiche, orticole o foraggere, traggono i maggiori benefici.

Grazie all'agrivoltaico, le colture sono protette dagli aumenti delle temperature diurne e dalle repentine riduzioni delle temperature notturne e, grazie al maggior ombreggiamento dovuto ai moduli, si riduce la quantità di acqua necessaria alle coltivazioni oltre che proteggere le piante dagli agenti climatici più estremi (Marrou et al., 2013 - How does a shelter of solar panels influence water flows in a soil-crop system?). Uno studio pubblicato nel 2019 ("APV-RESOLA") da parte del National Renewable Energy Laboratory (NREL), il laboratorio del

Dipartimento dell'Energia, negli Stati Uniti, che si occupa di ricerca sulle energie rinnovabili, conferma questi dati: la combinazione di agricoltura e pannelli fotovoltaici potrebbe avere effetti sinergici che incrementeranno la produzione agricola, la regolazione del clima locale e la riduzione del fabbisogno idrico con benefici che aiuteranno a rendere ecosostenibili e maggiormente competitivi ed efficienti i processi di produzione agricola.

Le condizioni di ombreggiamento parziale sotto i pannelli, permette alle colture di affrontare meglio le condizioni climatiche avverse ed eventi metereologici estremi incrementando la resilienza dell'agroecosistema ai cambiamenti climatici.

Com'è già noto, inoltre, le colture così dette sciafile sono quelle che si avvantaggiano di un'esposizione ombreggiata e necessitano perciò di un'illuminazione priva di luce solare diretta. Queste colture, come ad esempio molte specie di ortaggi a foglia, trovano al di sotto delle strutture fotovoltaiche un microecosistema favorevole che permette loro di aumentare la produzione rispetto alle condizioni di pieno campo.

Grazie all'ombra fornita dai trackers potremmo ottenere una consistente riduzione dell'evapotraspirazione perché maggiormente protetti dalla radiazione solare e dai forti venti e dunque un minor consumo idrico, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione.

11.2 Integrazione per il reddito dell'azienda agricola

La produzione di energia è già da tempo considerata attività di integrazione del reddito per le aziende agricole. L'impianto agrivoltaico è quindi da considerarsi una fonte collaterale di reddito, con una funzione di ammortizzatore rispetto alla forte variabilità dei redditi agricoli fortemente influenzati da fattori esterni non prevedibili e non governabili dall'azienda stessa. Inoltre, l'adozione di sensori di ultima generazione, che restituiscono dati utili per migliorare l'attività agricola, rende l'agrivoltaico un trampolino di lancio ed un abilitatore di pratiche sostenibili ed efficienti.

11.3 Creazione nelle comunità rurali di nuove opportunità lavorative

La presenza di impianti di generazione da fonte rinnovabile costituisce occasione di lavoro e di diversificazione per molte figure lavorative che, a tempo pieno o secondariamente rispetto ad altre attività, anch'essa agricola, possono crescere professionalmente in questo settore ancora emergente.

11.4 Contrasto all'abbandono dei terreni agricoli

La presenza di nuove fonti di reddito integrative o diverse possibilità professionali, in aree dove in precedenza il settore agricolo e pastorale era fortemente predominante, costituisce motivo di permanenza per tutta una serie di categorie di lavoratori non prettamente agricoli. Lo stesso operatore agricolo può integrare la propria attività con quella di manutenzione e custodia degli impianti. Nuove opportunità di collaborazione,

dunque, che evidenziano come il mondo energetico e quello agricolo non siano in contrapposizione bensì parte di un percorso comune e sostenibile.

12. BIBLIOGRAFIA

GREGORICH E.G., Greer K.J., Anderson D.W., Liang, B.C. (1998) Carbon distribution and losses: erosion and deposition effects. *Soil and Tillage Research*, 47, 291-302. In: Lal R. (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123, 1-22.

GREGORICH E.G., Drury C.f., Baldock J.A. (2001) Changes in soil carbon under long-term maize in monoculture and legume-based rotation. *Canadian Journal of Soil Science*, 81, 21-31. In: Lal R. (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123, 1-22.

SIX J., Elliott E.T., Paustian K. (2000) Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil biology & Biogeochemistry*, 32, 2099-2103.

LAL R. (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123, 1-22.

ERSAF (2014) Progetto Life HelpSoil, Linee guida per l'applicazione e la diffusione dell'Agricoltura Conservativa, prima edizione.

MARROU ET AL., 2013 - How does a shelter of solar panels influence water flows in a soil-crop system?

PAUSTIAN K., Lehmann J., Stephen O., Reay D., Robertson P., Smith P. (2016) Climate-smart soils. *Nature*, 532, 49-57.

PIUSSI PIETRO (1994). *Selvicoltura generale*. Torino, UTET.

QUEZEL P. (1985). Definition of the mediterranean region and the origin of its flora. In Gomez-Campo C.L., *Plant conservation in the Mediterranean Area*. Junk, La Hauge, p.9-24.

QUEZEL P. (1995). La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, en place, endémisme. *Ecologia Mediterranea*, 21, pagg. 19-39.

QUEZEL P. (1998). Caracterisation des forets mediterranéennes. In: Empresa de Gestion Medioambiental S.A. (Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía, ed.). Conferencia internacional sobre la conservacion y el uso sostenible del monte mediterraneo. 28-31 ottobre 1998, Malaga, pagg. 19-31.