



HEPV19 S.R.L.  
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)  
hepv19srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

**EHM.Solar**

EHM.SOLAR S.R.L.  
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799  
info@ehm.solar

c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

CONSTRUZIONE ED ESERCIZIO NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 9.400 kW E POTENZA MODULI PARI A 11.466,65 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO NEL COMUNE DI GUAGNANO (LE) - IMPIANTO SV03

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA

CODICE COMMESSA:

HE.19.0049

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

**Heliopolis**

Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy  
tel. +39 02 37905900  
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu  
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963



PROGETTISTA:



AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE

L.L. Engineering Srl *Tecnico incaricato Ing. Giovanni Leuzzi*  
Via XX Settembre n. 9 - 74123 Taranto  
Via Enrico Dandolo n. 68 - 74021 Carosino  
E-mail: llstudioingegneria@gmail.com - Pec:llengineering@pec.it



STUDI PEDO-AGRONOMICI

Dott. Agr. Convertini Stefano  
Via G. Sampietro n. 5  
72015 Fasano (BR)  
P.IVA 02241970744  
e-mail constef@gmail.com

STUDI ACUSTICI

Dott. Ing. Marcello LATANZA  
Via Costa n. 25/b  
74027 S. Giorgio Jonico (TA)  
P.IVA 02848560732  
e-mail marcellolatanza@gmail.com

STUDI ARCHEOLOGICI

MUSEION Soc. Coop. a R.L.  
Via del Tratturello Tarantino n. 6  
74123 Taranto  
P. IVA 02509950735  
e-mail info@museion-taranto.it

STUDI GEOLOGICI

Dott. Geol. Luigi Chiffi  
Via Kennedy n. 10  
73054 Presicce-Acquarica (LE)  
P.IVA 03966280756  
e-mail studiogeologicochiffi@gmail.com

COLLABORATORE: Dott. Agr. Stefano Convertini

OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

SE 380/150kV CELLINO SAN MARCO  
dott.ing.Luigi Barbera Opere Elettromeccaniche  
dott.ing.Vito Calò Ambiente idraulica strutture  
dott.geol. Franco Magno Geotecnica  
dr.ssa.agr. M.Nunzella  
dott. Gianfranco Dimitri archeologo  
ELETTRODOTTI AT  
dott.ing.Giulia Bettiol Opere Elettromeccaniche  
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica  
CABINA PRIMARIA AT/MT E LINEA MT  
per.ind.Mirko Girardi Opere Elettromeccaniche  
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUNO  
Via Argiro, 33 Bari  
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

Relazione di Fattibilità Agroeconomica  
Piano di Monitoraggio Ambientale

SCALA:

-:-

DATA:

NOVEMBRE 2022

NOME FILE:

EXGBS62\_RelazioneFattAgroeconomica  
PianoMonitAmbientale

ELABORATO:

-

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	11/2022	Emissione

ELABORATO

Dott. Agr. Stefano Convertini

VERIFICATO

responsabile commessa  
per.ind. Mirko Girardi

VALIDATO

direttore tecnico  
Dott. Ing. Alberto Albuzzi

## INDICE

PREMESSA .....	2
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	3
2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO .....	5
2.1 ORIENTAMENTO COLTURALE DELL'AREA DI PROGETTO .....	7
2.2 AREA TEST .....	8
3. PROGETTO DI FOTOVOLTAICO INTEGRATO PROPOSTO .....	12
3.1 Caratteristiche principali dell'impianto proposto .....	12
3.2 Rispondenza ai requisiti dell'impianto agrivoltaico .....	16
3.3 Mezzi MECCANICI previsti per l'attività agricola .....	17
3.4 Introduzione ALLA GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE FORAGGERE MELLIFERE PER LA COSTITUZIONE DI PRATI CON INSTALLAZIONE DI UN APIARIO .....	18
3.4.1 Gestione dell'apiario e fasi di lavorazione del miele .....	22
4. OBIETTIVI PERSEGUITI .....	26
4.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO E TOTALE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ESSENZE FORAGGERE (PRODUZIONE DI FORAGGIO) E CON APIARIO (PRODUZIONE DI MIELE) .....	27
4.3 Analisi dei flussi di cassa (VALORE DI MERCATO) – in euro - considerando il prezzo medio di vendita DEL MIELE BIOLOGICO A € 7,50/KG E del FORAGGIO DA PRATO STABILE ad € 0,40/kg .....	28
4.2 DETERMINAZIONE DEL fabbisogno di ore e giornate lavorative annue .....	29
4.3 RICADUTE OCCUPAZIONALI .....	29
5. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	29
5.1 MODALITÀ E FREQUENZA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELL'AGRIVOLTAICO .....	30
5.2 MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA .....	30
5.2.1 Localizzazione dell'area di indagine e punto di monitoraggio .....	30
5.2.2 Composizione della stazione meteo e tipi di sensori .....	31
5.2.3 DSS e supporto alle decisioni .....	33
5.2.4 Utilizzo della stazione meteorologica per la gestione dell'irrigazione .....	33
5.3 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA .....	34
5.4 MONITORAGGIO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO .....	36
5.4.1 Apparecchiature ed attrezzature .....	37
5.4.2 Modalità operative .....	37
5.4.3 Azioni correttive da effettuare nel caso di criticità emerse .....	39
5.5 CRONOPROGRAMMA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	41
6. CONCLUSIONI .....	42

## **PREMESSA**

*Il presente Piano di Fattibilità Agro-Economica ha come obiettivo la descrizione della fattibilità tecnica agronomica ed economica della progettazione di un impianto agro-energetico integrato fotovoltaico per la produzione di energia elettrica rinnovabile tramite la tecnologia fotovoltaica, della potenza nominale pari a 9.400 kW e di colture foraggere mellifere, da realizzarsi sulla stessa superficie di circa 18,67 ettari nel comune di Guagnano (LE).*

*Nello specifico la realizzazione dell'impianto fotovoltaico interesserà il territorio comunale di Guagnano (LE).*

*In particolare il progetto agro-energetico comprende:*

*a) un impianto fotovoltaico costituito da:*

- moduli fotovoltaici, montati su strutture metalliche conficcate nel terreno;*
- un complesso di opere di connessione comprensivo di cabine di trasformazione e cavidotti di connessione*

*b) un campo coltivato con essenze foraggere mellifere con installazione di apiario*

## 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area d'intervento relativamente all'impianto agrivoltaico si estende in agro dei comuni di Guagnano e Campi Salentina (LE) in un'area ubicata a circa 3 km a nord est del centro abitato di Guagnano e a circa 2 km a nord ovest del centro abitato di Campi Salentina. Le aree interessate dagli interventi sono ubicate in un territorio delimitato a est dalla SP102, a ovest dalla SP365 e a sud dalla SS7ter.

Il sito è caratterizzato secondo il Piano regolatore del comune di Guagnano (LE) come "Zona Agricola" "CDU", ha un'estensione di circa 18,67 Ha, è ubicato secondo il N.C.E.U. al Fg. 37 particelle 38-40-42-134-172 e Fg. 38 p.lle 5-6-7-8-9 del comune di Guagnano, di seguito si riportano le coordinate geografiche e l'ubicazione:

- Latitudine: 40°24'45.75"N
- Longitudine: 17°59'36.05"E

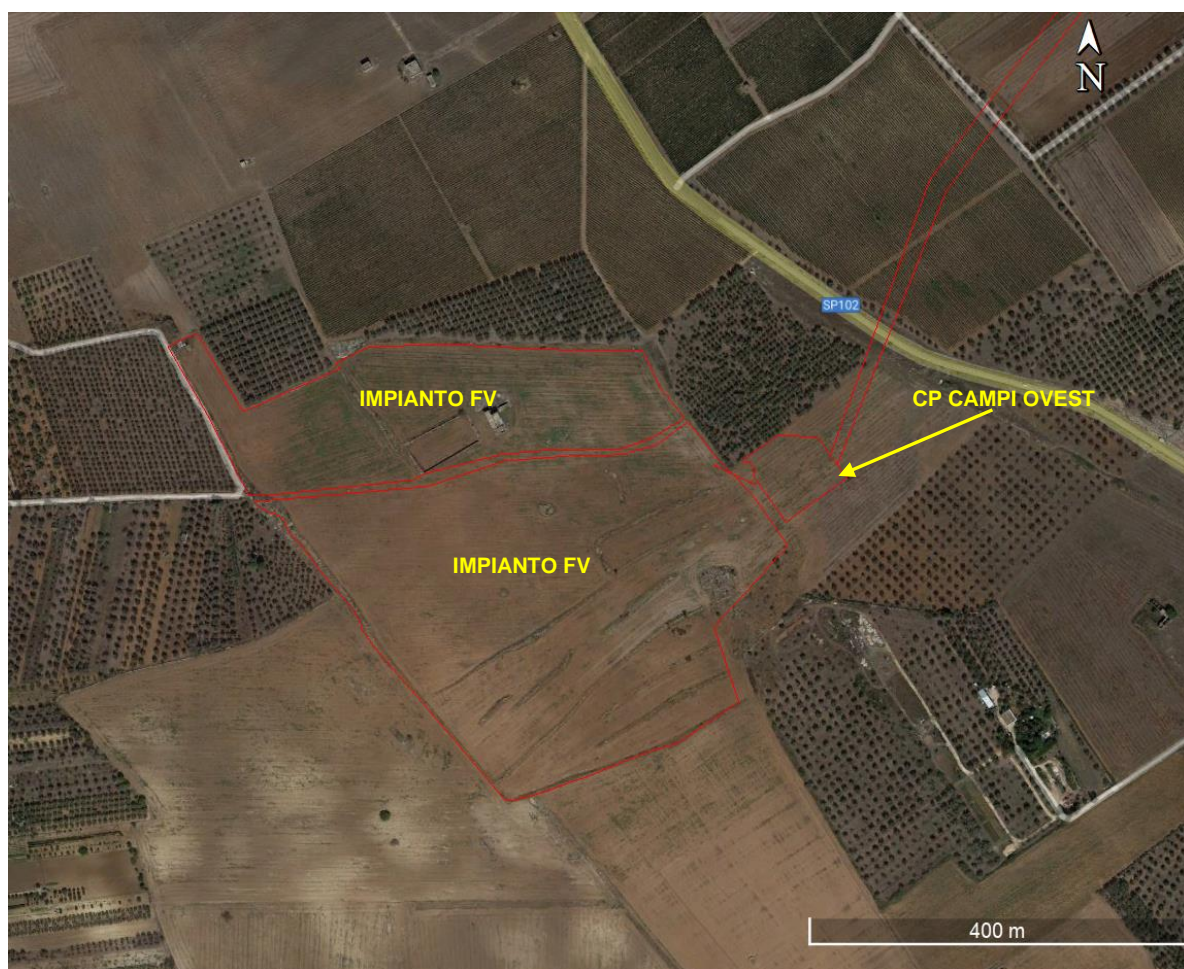


Figura 1 - Area oggetto di intervento - inquadramento su ortofoto



*Figura 2 – Porzione area impianto post operam*



*Figura 3 – Area di intervento*



*Figura 4 – Porzione area di intervento*



*Figura 5 – Porzione area di intervento*

## **2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO**

La superficie territoriale dell'agro di Guagnano è prevalentemente utilizzata per fini agricoli.

La struttura attuale della realtà agricola dell'area in esame è caratterizzata dalla presenza di piccole e medie aziende.

Per quanto attiene l'utilizzo del suolo non si è verificata una sostanziale modifica alle destinazioni d'uso nell'ultimo decennio. Il territorio dell'agro di Guagnano, e di Campi Salentina, storicamente area coltivata ad olivo e vite, si caratterizza per una elevata vocazione agricola, dove il territorio agricolo è

quasi completamente interessato da coltivazioni rappresentative quali vigneto, oliveto, seminativi, ortaggi.

I vigneti, molto frequenti in questa parte del territorio, rientrano nell'areale di produzione di vini:

- Negroamaro di Terra d'Otranto D.O.C. (D.M. 4/10/2011 – G.U. n.245 del 20/10/2011);
- Terra d'Otranto D.O.C." (D.M. 4/10/2011 – G.U. n.246 del 21/10/2011);
- Aleatico di Puglia D.O.C. (D.M. 29/5/1973 – G.U. n.214 del 20/8/1973);
- Salice Salentino D.O.C. (D.P.R. 08.04.1976, G.U. 224 del 25.08.1976);
- Puglia IGT (D.M. 3/11/2010 – G.U. n.264 dell'11/11/);
- Salento IGT (D.M. 12/09/95 - G.U. n. 237 del 10/10/95).

Gli oliveti presenti sempre nell'intero agro del comune di Guagnano e Campi Salentina possono concorrere alla produzione di "OLIO EXTRAVERGINE DI OLIVA TERRA D'OTRANTO" D.O.P. (DM 6/8/1998 – GURI n. 193 del 20/8/1998).

La natura dei suoli vede, nel Tavoliere Salentino, nel quale ricadono i territori oggetto di studio, una dominanza di terreni costituiti, per la maggior parte, da terra fina, privi di scheletro o con scheletro inferiore ai 10 grammi per mille; pochi (19% circa) quelli con scheletro da 10 a 100 grammi per mille di terra fina ed i terreni pietrosi, con scheletro oltre i 100 grammi per mille rappresentano circa il 20% circa.

Per quanto concerne la giacitura dei terreni, in generale, sono di natura pianeggiante, e i terreni in alcune zone hanno una specifica sistemazione di bonifica con delle canalizzazioni. In linea di massima la struttura produttiva, seppur con le dovute variazioni per i fenomeni socio-economici degli ultimi decenni, è rimasta sostanzialmente identica. Tra le coltivazioni arboree di grande interesse a livello locale rivestono alcune colture agrarie come l'olivo e la vite da vino, mentre per le coltivazioni erbacee hanno una certa rilevanza colture a ciclo autunno-vernino come il frumento duro e colture ortive come il pomodoro, e alcune cucurbitacee.



Figura 6 - Zone di produzione delle DOC pugliesi

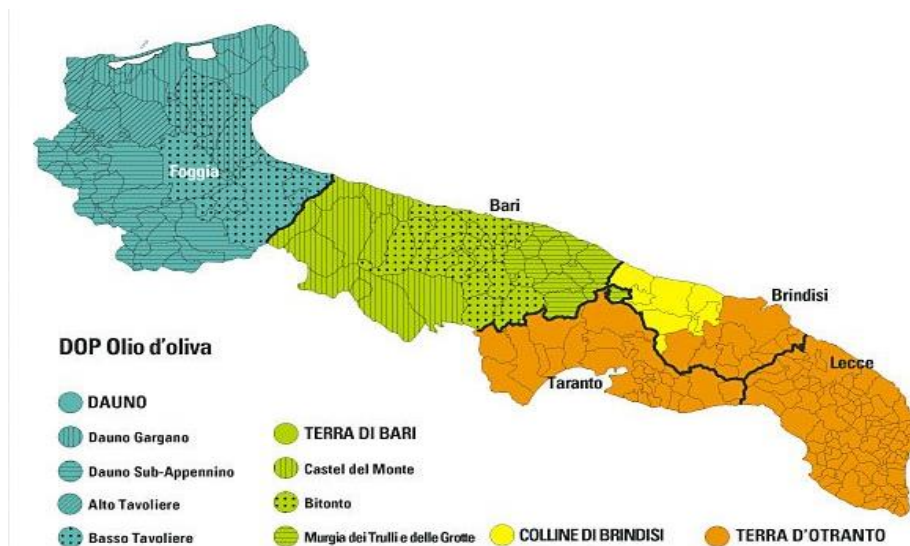


Figura 7 -Zone di produzione degli oli DOP pugliesi

## 2.1 ORIENTAMENTO CULTURALE DELL'AREA DI PROGETTO

Di seguito viene riportata la distribuzione della superficie come da visure catastali. Dal suo esame si evince che la superficie catastale totale per l'impianto fotovoltaico è pari a circa 18,67 ha utilizzata esclusivamente a seminativo.

Dai sopralluoghi effettuati si rileva che sull'intera superficie individuata per l'installazione della centrale fotovoltaica l'attuale ordinamento culturale è cerealicolo-foraggero.



Figura 8 – Porzione nord area di impianto





Figura 9 – Porzione sud-ovest area di impianto

## 2.2 AREA TEST

Durante l'ispezione è stato effettuato il campionamento del suolo (*Figura 10 - Campionamento del suolo*) ai fini della caratterizzazione fisico-chimica del suolo nei siti oggetto di intervento in agro di Guagnano (LE) a seguito delle disposizioni dei metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (Decreto Ministeriale del 13.09.1999 – GU n.28 del 21/10/1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo").



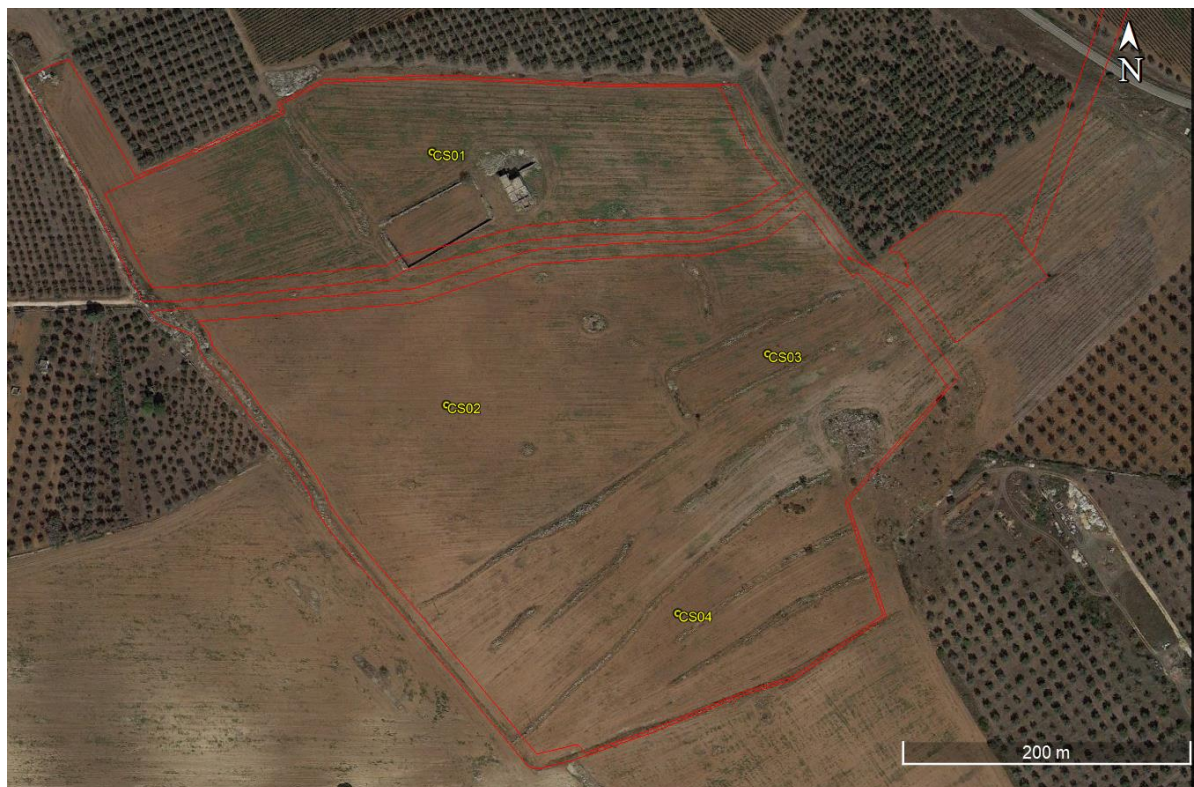




*Figura 10 - Campionamento del suolo*

Per il sito, dopo aver identificato le aree di campionamento omogenee, i campioni di terreno sono stati prelevati a una profondità di 30 cm utilizzando una coclea a spirale.

Nel sito di Guagnano è stata individuata n. 1 area omogenea, e sono stati raccolti n. 4 campioni di terreno, mediamente un campione su circa 5 ettari di superficie. L'area di prova è mostrata nella (Figura11 - N. 4 punti di campionamento).



*Figura 11 - N. 4 punti di campionamento*

	CS01	CS02	CS03	CS04
Profondità [cm]	0/30	0/30	0/30	0/30
Presenza di scheletro [%]	0,0	0,0	0,0	0,0
Argilla [%]	9,9	25,9	9,9	15,9
Sabbia [%]	55,3	53,4	65,1	63,5
pH in H <sub>2</sub> O [-]	8,1	7,5	8,3	8,1
EC 1:2 in H <sub>2</sub> O [mS/cm]	0,21	0,20	0,18	0,14
Calcare totale [g/kg - TF]	16	9	4	5
Calcare attivo [g/kg - TF]	11	5	2	1
Sost. organica [g/kg - TF]	26,4	16,7	32,9	16
Classe tessitura	Franco-sabbioso	Franco-argilloso-sabbioso	Franco-sabbioso	Franco-sabbioso

Figura 12 - Caratterizzazione del suolo

	Sand	Clay	Silt	USDA Texture
% Sand 1	55,30%	%Clay 1 9,90%	% Silt 1 34,80%	SANDY LOAM
% Sand 2	53,40%	%Clay 2 25,90%	% Silt 2 20,70%	SANDY CLAY LOAM
% Sand 3	65,10%	%Clay 3 9,90%	% Silt 3 25,00%	SANDY LOAM
% Sand 4	63,50%	%Clay 4 15,90%	% Silt 4 20,60%	SANDY LOAM

Figura 13 – Classe tessiturale

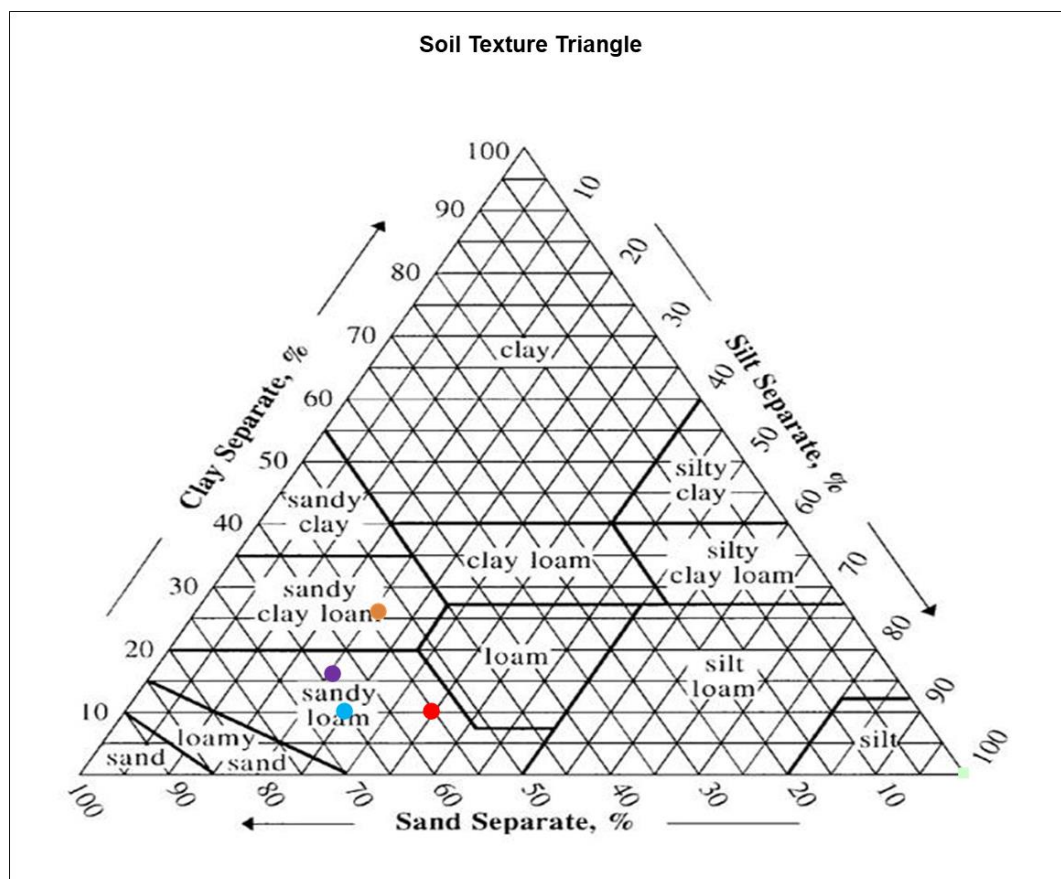


Figura 14 – Triangolo della Tessitura

I risultati mostrano una composizione granulometrica molto simile per tutti i campioni (*Figura 12 - Caratterizzazione del suolo*)

Secondo la classificazione dell'ISSS (International Society of Soil Science), sono terreni franco-sabbiosi e scheletro scarso che classifica i terreni nella I classe di capacità d'uso dei suoli. I valori di pH rendono il terreno leggermente alcalino, pertanto va corretto con degli ammendanti. La conducibilità elettrica non causa problemi di salinità del suolo. Il calcare attivo rappresenta la frazione che più facilmente reagisce con le altre componenti del terreno; per questo influenza negativamente la disponibilità di fosforo e ferro formando con essi dei composti fortemente insolubili e non assimilabili dalla pianta.

I limiti del calcare attivo riprendono quanto proposto da altre classificazioni. Tenendo conto che il calcare attivo viene considerato per i fenomeni di insolubilizzazione (ferro e fosforo) che può provocare, i giudizi "basso", "medio", "elevato" si riferiscono a bassa, media e elevata probabilità che tali fenomeni si verifichino. Tutti i campioni di suolo hanno un giudizio basso. Infine, a seconda della granulometria, la dotazione di materia organica è nei limiti (Allegato 1 – Rapporti di prova Caratterizzazione fisico-chimica).

I suoli oggetto di indagine ai fini della caratterizzazione chimico-fisica non presentano limitazioni alla coltivazione della maggioranza delle colture ed in particolar modo per la coltivazione di essenze prative foraggere.

### **3. PROGETTO DI FOTOVOLTAICO INTEGRATO PROPOSTO**

#### **3.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO PROPOSTO**

Il ministero della Transizione Ecologica ha recentemente pubblicato il documento "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", prodotto nell'ambito di un gruppo di lavoro composto dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (Crea), dal GSE, da Enea e dalla società Ricerca sul sistema energetico (RSE).

Più nel dettaglio, le linee guida pubblicate dal MiTe hanno lo scopo di chiarire quali sono i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

Il testo analizza dunque i requisiti minimi di installazione e monitoraggio.

Nel testo delle linee guida viene data una definizione ben precisa di impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico), ovvero un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione e di Impianto agrivoltaico avanzato, ovvero un impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

- adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei 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 eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
- prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare

l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

### **A.1 Superficie minima per l'attività agricola**

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021)8.

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, *Stot*) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).  $S_{agricola} \geq 0,7 \cdot Stot$ .

Nell'area di impianto verrà coltivata la superficie libera dai moduli fotovoltaici pari ad ettari 13,29. La restante superficie, occupata dai moduli e dalle opere di connessione sarà pari a ettari 5,38, pertanto la superficie agricola sarà pari al 71% della superficie totale (***Sagricola 13,29 ha/Stot 18,67 ha = 0,71***).

### **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)**

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

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

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m<sup>2</sup>/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m<sup>2</sup>). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non

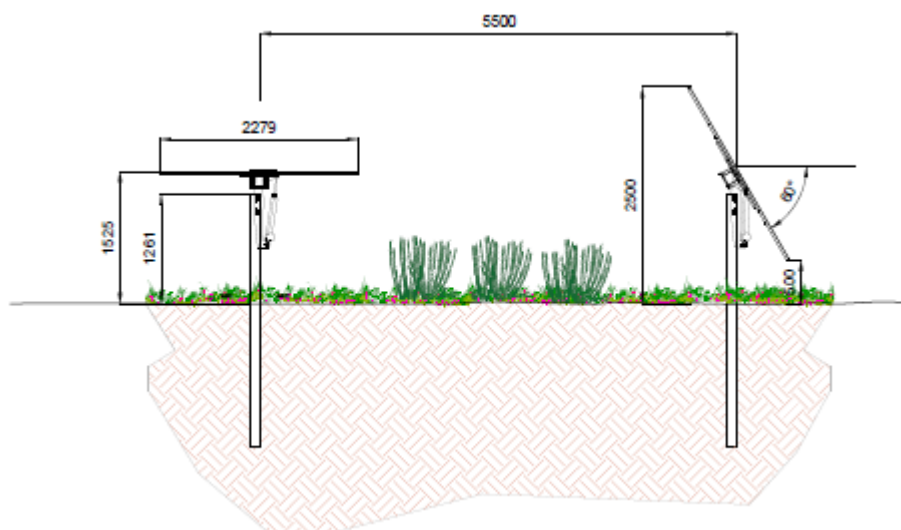
agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Con la presente iniziativa imprenditoriale il proponente si pone l'obiettivo di migliorare l'inserimento dell'iniziativa nel paesaggio ed a minimizzare l'impiego di superficie agricola che verrà invece valorizzata ed apporterà un significativo contributo alla biodiversità nonché alla conservazione dei servizi ecosistemici esistenti ed il rispetto della naturale tessitura dei luoghi attraverso la trasformazione produttiva innovativa agro-energetica sostenibile dell'intera superficie di ha 18,67 circa: il progetto, infatti, punta a far convivere fotovoltaico e agricoltura, con reciproci vantaggi in termini di produzione energetica, tutela ambientale, conservazione della biodiversità, mantenimento dei suoli. L'idea di base dell'agro-voltaico è far sì che i terreni agricoli possano essere utilizzati per produrre energia elettrica, lasciando spazio alle colture agricole. In altri termini, si tratta di coltivare i terreni sui quali è stato realizzato un impianto fotovoltaico, in modo tale da ridurre l'impatto ambientale, ma senza rinunciare alla ordinaria redditività delle colture agricole ivi praticate. Nel caso specifico, il metodo "agro-voltaico" potrebbe consistere nel coltivare la superficie libera dall'impianto fotovoltaico poiché i pannelli fotovoltaici sono disposti ad un'altezza da terra tale da non permettere il passaggio di mezzi agricoli (Altezza da terra asse orizzontale tracker = 1,52 m).

Dalle informazioni e dal layout fornito dal committente si evince che l'impianto sarà dotato di strutture ad inseguimento monoassiale con movimentazione +/- 60°. La disposizione delle strutture in pianta è tale che:

- distanza tra gli assi delle strutture: 5,5 m;
- luce tra le strutture in pianta: 3,22 m;
- altezza media da terra dei tracker 1.52 m.
- altezza minima da terra dei tracker: 0.5 m (viene raggiunta solo per poche ore durante la giornata, ovvero quando il sole è basso sull'orizzonte).



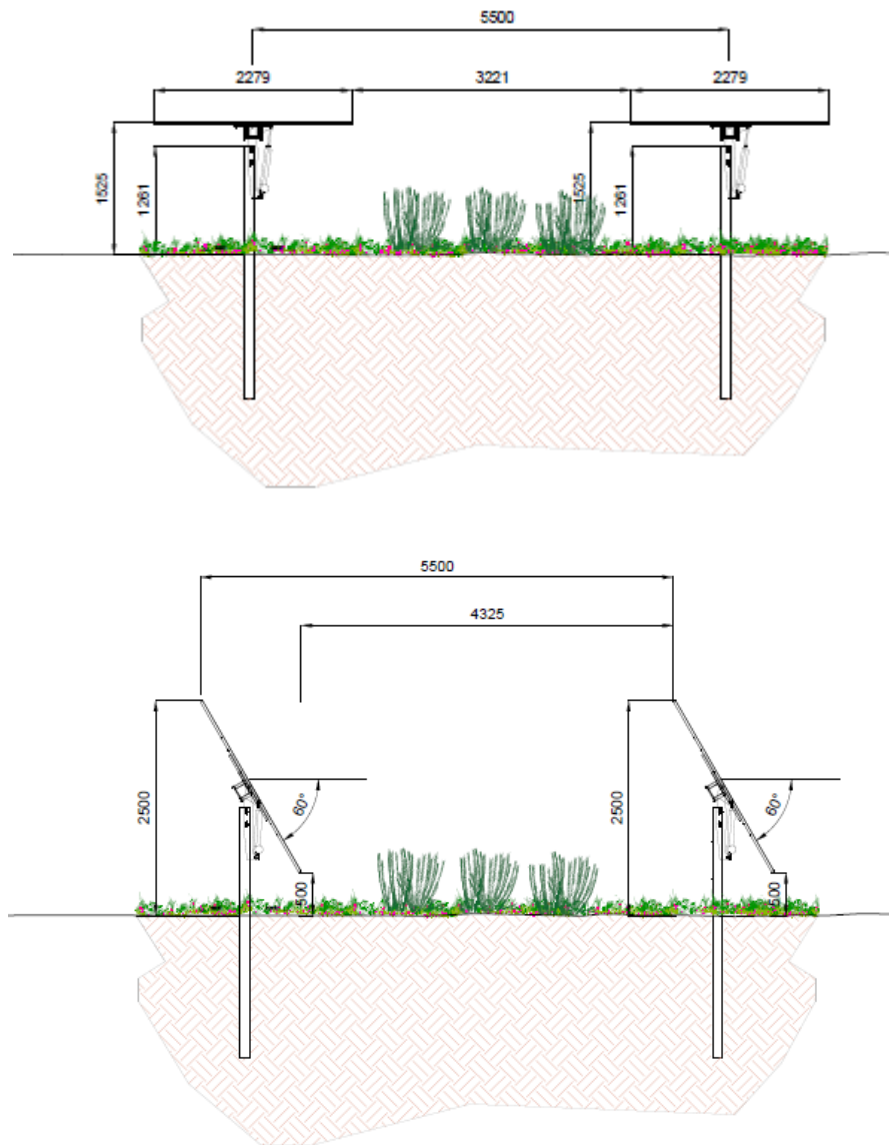


Figura 15 – particolari strutture tracker – viste laterali

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è stato quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola, mantenendo lo stesso indirizzo produttivo, ovvero la coltivazione di seminativi, nello specifico le colture foraggere mellifere, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica. Pertanto è stata ipotizzata la possibilità di coltivare, l'intera superficie libera dalle strutture, con le colture che bene si adattano alle caratteristiche pedologiche dell'area in esame, in modo tale da ridurre al minimo indispensabile l'impatto ambientale dell'impianto in questione. Tenuto conto del ciclo colturale delle diverse specie vegetali, oltre che delle rispettive esigenze lavorative (in termini di dimensioni delle macchine e degli attrezzi), anche in rapporto alla necessità di fare la periodica manutenzione dei pannelli fotovoltaici, sono state individuate colture foraggere mellifere per la costituzione di prati non irrigui costituiti da un miscuglio equilibrato di graminacee e leguminose dall'ottima produttività, quali il Loietto Perenne, la Festuca Arundinacea, il Fleolo pratense, il Loietto ibrido, la Lupinella in guscio, l'Erba Mazzolina, il Trifoglio pratense, il Trifoglio Bianco repens, come la migliore coltivazione da effettuare. La scelta è ricaduta su tali essenze prative poichè necessitano soltanto di lavorazioni superficiali del terreno e di un numero limitato di interventi agronomici, per cui risulterebbero molto più



ridotti i rischi collegati al passaggio delle macchine e delle attrezzature agricole negli spazi compresi tra i pannelli. La coltivazione di tali essenze consentirebbe anche il passaggio periodico delle macchine e delle attrezzature necessarie per la pulizia dei pannelli solari senza particolari danni per le stesse, essendo specie vegetali molto rustiche, che resistono meglio di tante altre alle avversità climatiche e che possiedono notevoli capacità vegetative anche nelle fasi più avanzate del proprio ciclo colturale. Non si può escludere, infine, anche il ricorso al metodo di “produzione biologica”, in modo tale da ridurre ulteriormente l’impatto ambientale del parco fotovoltaico.

In sintesi, l’impianto proposto è caratterizzato da:

- superficie totale di ingombro dell’impianto agrivoltaico ( $S_{pv}$ ), come somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l’impianto (superficie attiva compresa la cornice): per un’area totale  $S_{pv}$  di 5,38 ettari;
- LAOR risultante  $5,38/13,29 = 40\%$ , che è uguale al limite massimo di LAOR del 40% individuato nelle linee guida;
- superficie agricola complessiva di ha 13,29 interessata dall’impianto integrato con la coltivazione di foraggiere, realizzando uno strato erboso perenne anche nelle porzioni di terreno sottostante i pannelli (ha 5,38), costituito da essenze erbacee perennanti;
- giacitura del terreno pianeggiante del fondo rustico;
- tessitura franco-sabbiosa del terreno con franco di coltivazione mediamente profondo;
- semina ogni cinque anni di essenze erbacee perennanti su una superficie di circa 13,29 ettari;
- vita economica dell’impianto di anni 25;
- gestione dei lavori agricoli con terzisti.

### 3.2 RISPONDEZZA AI REQUISITI DELL’IMPIANTO AGRIVOLTAICO

La tabella sotto analizza la rispondenza dell’impianto agrivoltaico in esame rispetto ai requisiti delle Linee Guida MITE.

DESCRIZIONE		DATI IMPIANTO			CONTROLLO		
<b>REQUISITO A:</b> 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;	<b>A.1)</b> Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione ( $S_{coltiva} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$ )	$S_{TOT}$	$S_{IMP\_FV}$	$S_{Agricola}$	$S_{Agricola} / S_{TOT} = 0,71 (> 0,70)$		
		18,67 ha	5,38 ha	13,29 ha			
	<b>A.2)</b> LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola (LAOR $\leq 40\%$ )	$S_{MODULI\_FV}$	$S_{Agricola}$		LAOR = $S_{MODULI\_FV} / S_{Agricola} = 0,40 (\leq 0,40)$		
		5,38 ha	13,29 ha				
<b>REQUISITO B:</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;	<b>B.1)</b> la continuità dell’attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell’intervento;				<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	
	<b>B.2)</b> la producibilità elettrica dell’impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa ( $FV_{moduli} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$ )	$FV_{moduli}^1$	$*FV_{standard}^1$		$FV_{moduli} / FV_{standard} = 1 \geq 0,6$		
	1,05 GWh/ha/anno	1,05 GWh/ha/anno					
<b>REQUISITO C:</b> 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;	Altezza da terra asse orizzontale tracker			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	
	1,52 m			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>REQUISITO D:</b> 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;	<b>D.1)</b> il risparmio idrico;				<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	
	<b>D.2)</b> la continuità dell’attività agricola, ovvero: l’impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.				<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	
<b>REQUISITO E:</b> 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.	<b>E.1)</b> il recupero della fertilità del suolo;				<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	
	<b>E.2)</b> il microclima;				<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	
	<b>E.3)</b> la resilienza ai cambiamenti climatici.				<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	

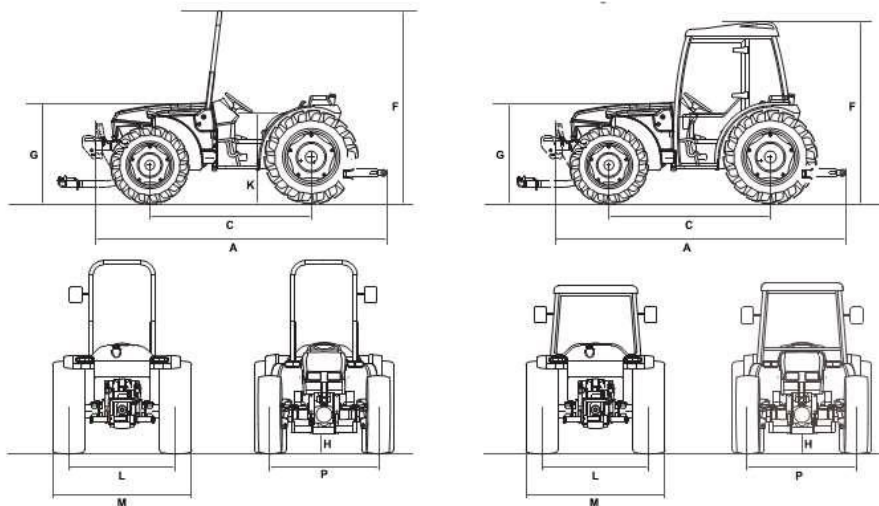
Tabella 1- Verifica requisiti dell’impianto agrivoltaico “SV03- Guagnano”

<sup>1</sup> FV agri: produzione dell’impianto in oggetto (21,21 GWh/anno) sulla STOT pari a 18,67 ha; FV standard: produzione di un impianto fotovoltaico “standard”, inteso come impianto con strutture fisse (tilt 20°) collocate a terra, insistente nella stessa località geografica, avente la stessa potenza nominale, che occupa una superficie di c.a. 16,38 ha per 9,40MW e avente una produzione specifica stimata pari a 16,39 GWh/anno.

### 3.3 MEZZI MECCANICI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA

La gestione agronomica richiede necessariamente l'impiego di una trattore gommata di dimensioni contenute tipo frutteto, al quale vanno applicati in base alle lavorazioni da effettuare, delle attrezzature come un aratro, uno spandiconcime e altre attrezzature utili per la gestione del prato come una fresatrice, un ranghinatore, una imballatrice.

Il trattore BA specifico tipo frutteto, rispetto alla trattore gommata convenzionale, avrà dimensioni più contenute, in modo da poter manovrare più agilmente fra i tracker, indicativamente indicate nella **Figura 16 - Dimensioni caratteristiche di un trattore tipo frutteto sia con cabina standard che con cabina ribassata.**



		Quasar 90	
		versione bassa / version basse	
Dimensioni e Pesì* Poids et Dimensions*	A	Lunghezza/Longueur	3026
	M	Larghezza min-max/Largeur min. et max.	1398-1774
		Altezza al telaio/Hauteur à l'arceau	2217
		Quasar 90 BA + Cabina GL6 Standard + Ruote 320/70R24 Quasar 90 BA + Cabine GL6 Standard + Pneus 320/70R24	2140
	F	Quasar 90 BA + Cabina SG1 Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1 Low profile + Pneus 340/65R20	1800
		Quasar 90 BA + Cabina SG1/I Super Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1/I Super Low profile + Pneus 340/65R20	855-1150
	K	Altezza al sedile/Hauteur au siège	1165
	G	Altezza al cofano/Hauteur au coffre	275
	H	Luce libera da terra/Garde au sol	1871
	C	Passo/Empattement	1122-1498
	P	Carreggiata ant min max/Voie avant min. max.	1048-1424
	L	Carreggiata post min max/Voie arrière min. max.	2900
		Raggio minimo di volta con freni/Rayon min. de braquage avec freins	2230
		Peso con telaio di sicurezza/Poids avec arceau de sécurité	2230

\*I dati sono calcolati con ruote posteriori 320/70R24 e anteriori 280/70R20

\* Pneus arrière 320/70R24 et avant 280/70R20

Figura 16 - Dimensioni caratteristiche di un trattore tipo frutteto sia con cabina standard che con cabina ribassata

(Foto: GOLDONI)

### **3.4 INTRODUZIONE ALLA GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE FORAGGERE MELLIFERE PER LA COSTITUZIONE DI PRATI CON ISTALLAZIONE DI UN APIARIO**

L'impianto fotovoltaico sarà integrato con la coltivazione di specie tipiche mediterranee mellifere: **il conduttore dei terreni si avvarrà di professionalità, maestranze ed eventuali partner da ricercarsi sul territorio in cui sorgerà il Progetto al fine di espletare tutte le attività necessarie per lo svolgimento dell'attività agro-economica descritta e di massimizzare l'impatto del progetto sul tessuto socio-economico locale.**

L'apiario sarà composto essenzialmente da essenze foraggere costituite da leguminose come la Lupinella in guscio, il Trifoglio pratense, il Trifoglio Bianco repens. In consociazione con graminacee come il Loietto Perenne, la Festuca Arundinacea, il Fleolo pratense, il Loietto ibrido, l'Erba Mazzolina. Lungo il lato nord dell'impianto, all'interno della recinzione saranno disposte n. 6 arnie da nomadismo per ettaro di superficie coltivata, orientate verso sud, le quali saranno ubicate all'interno dell'impianto durante **i periodi di fioritura delle essenze botaniche mellifere prescelte che ricadono nel periodo primaverile (indicativamente tra marzo e giugno).**



*Figura 17 – Esempio di fotovoltaico integrato con essenze foraggere (foto dal web)*



Figura 18 – Esempio di fotovoltaico integrato con essenze foraggere (foto dal web)

Su tutta la superficie verranno seminate ogni 5 anni essenze foraggere in consociazione costituite essenzialmente da graminacee come il Loietto Perenne, la Festuca Arundinacea, il Fleolo pratense, il Loietto ibrido, l'Erba Mazzolina e leguminose come la Lupinella in guscio, il Trifoglio pratense, il Trifoglio Bianco repens, adatte anche alla semina negli spazi sottostanti i pannelli fotovoltaici poiché sono bene adattabili a condizioni di ombreggiamento.

Nello specifico verranno seminate essenze foraggere perennanti mellifere per i seguenti motivi:

- Presentano una spiccata resistenza all'allettamento che può essere causato da diversi fattori come eventi metereologici o dal passaggio di mezzi meccanici;
- Elevata rusticità, resistenza agli stress idrici;
- Non creano in nessun modo ombreggiamento ai pannelli fotovoltaici poiché l'altezza massima raggiunta durante il pieno sviluppo vegetativo è di circa 60 cm.

**Fiore di Lupinella (*Onobrychis viciifolia*)**



**Trifoglio pratense (*Trifolium pratense*)**



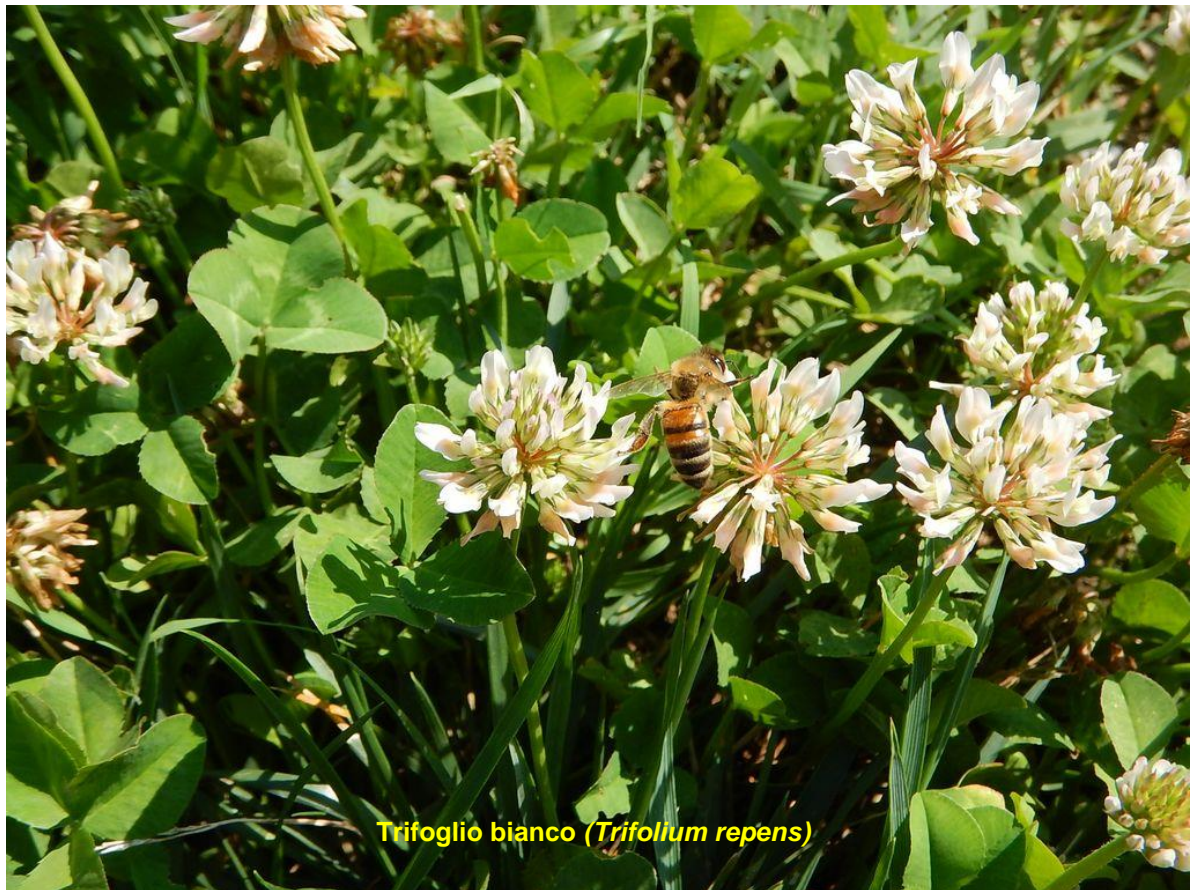


Figura 19 – Essenze erbacee mellifere (Lupinella, Trifoglio sp.)

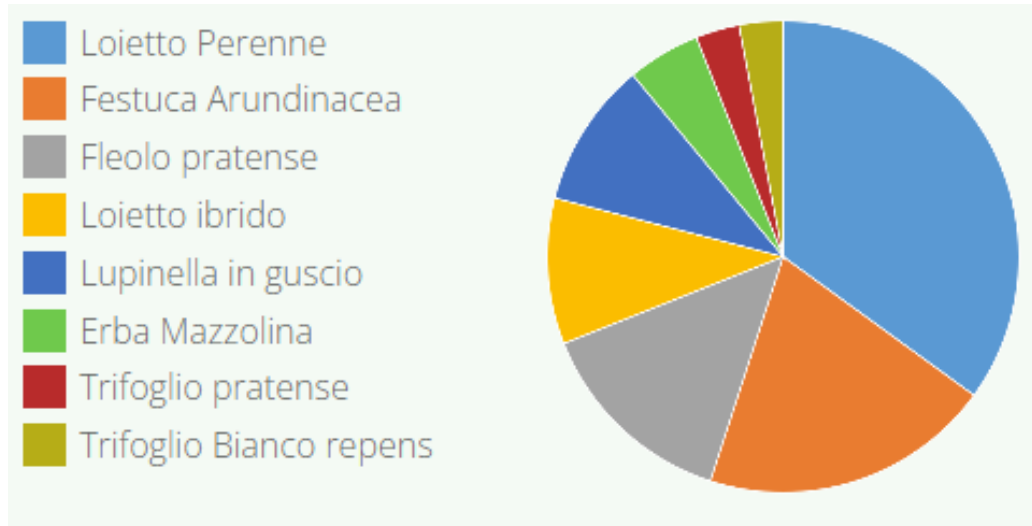


Figura 20 – diagramma con le percentuali di semente da utilizzare per singola specie

La coltivazione dei seminativi comincia con la preparazione del “letto di semina”, generalmente nel mese di settembre, con una prima lavorazione mediamente profonda (30-40 cm), seguita da altre più superficiali necessarie per amminutare gli aggregati terrosi. Prima di effettuare queste lavorazioni è necessario apportare fertilizzanti organici come il letame o organo-minerali. Il tutto consente di migliorare la struttura del terreno prima dell’operazione della semina.

Questa deve avvenire possibilmente prima dell’inverno e comunque prima che comincino le insistenti piogge autunno-invernali. Prima della semina, se non vengono effettuate letamazioni, è necessario fare una concimazione per apportare una giusta quantità di nutrienti minerali.

In giugno, dopo la fioritura, viene effettuato lo sfalcio del foraggio. Il tenore medio di acqua alla raccolta è 75-90% a seconda del foraggio, dello stadio di maturazione e delle condizioni metereologiche.



*Figura 21 - Sfalcio foraggio (foto dal web)*

In seguito, di solito con umidità del foraggio intorno al 50%, si effettua la ranghinatura del foraggio con la sistemazione dello stesso in andane per agevolare l'ulteriore perdita di umidità del foraggio.



*Figura 22 - Ranghinatura o andanatura foraggio (foto dal web)*

A distanza di qualche giorno, con valori ottimali di umidità del foraggio compresi fra il 18 e il 20% si esegue la pressatura e l'imballatura del foraggio in rotoballe.



Figura 23 Pressatura foraggio (foto dal web)

### 3.4.1 GESTIONE DELL'APIARIO E FASI DI LAVORAZIONE DEL MIELE

Dopo l'ubicazione delle arnie all'interno delle aree coltivate, che avverrà ad **inizio fioritura delle essenze mellifere (marzo-aprile)**, a **distanza di qualche mese (giugno-luglio)** si procederà con **le operazioni per l'estrazione del miele**, brevemente descritte di seguito:

1. **ESTRAZIONE DEI MELARI** - Le api accumulano il miele prodotto nei melari. Al momento opportuno l'apicoltore decide di toglierli dall'arnia per portarli in laboratorio ed iniziare l'estrazione del miele. Questa fase comporta la necessità di togliere le api contenute nel melario.  
**In questa fase verranno impiegati mezzi meccanici per la raccolta dei melari e delle arnie, costituiti da carrelli/rimorchi trainati da trattrice agricola utilizzati anche per le operazioni di installazione e raccolta delle arnie il cui impatto sull'ambiente e sul suolo sarà pressoché nullo in quanto sono mezzi utilizzati ordinariamente per le operazioni di raccolta di qualsiasi produzione agricola.**



Figura 24 - estrazioni dei melari (foto dal web)

2. STOCCAGGIO DEI MELARI - Una volta tolti dalla loro posizione sopra l'arnia, i melari vengono portati in laboratorio ed accatastati.



Figura 25 – stoccaggio melari in laboratorio (foto dal web)



3. DISOPERCOLATURA - I favi dei melari sono generalmente opercolati, ovvero con le cellette chiuse con un tappo di cera. Occorre togliere questo “tappo” per permettere al miele di fuoriuscire. Questa operazione viene effettuata manualmente con il coltello disopercolatore.



*Figura 26 – disopercolatura (foto dal web)*

4. SMIELATURA - Una volta disopercolate le celle, i telaini vengono posti nello smielatore che, grazie alla forza centrifuga, fa fuoriuscire il miele. Dallo smielatore il miele viene convogliato nei maturatori.



*Figura 27 – smielatura (foto dal web)*

5. **FILTRAGGIO** - Il miele viene versato nei maturatori passando attraverso i filtri che raccolgono i residui di cera, i resti delle api e qualsiasi altro materiale fosse accidentalmente finito nel miele. I filtri hanno maglie di diverse dimensioni e, di solito, se ne utilizzano un paio con maglie differenziate (larghe, sottili).



*Figura 28 – filtro multiplo (foto dal web)*

6. **DECANTAZIONE** - Nella fase di smielatura acquista aria che viene eliminata nella fase di decantazione: nel maturatore il miele decanta e l'aria viene a galla sotto forma di bollicine che formano la schiuma.



*Figura 29 – decantazione miele (foto dal web)*

7. SCHIUMATURA - In questa fase viene eliminata la schiuma prodotta dalla fase di decantazione.
8. INVASETTAMENTO - Una volta tornato limpido per l'eliminazione dell'aria e prima che inizi la cristallizzazione, può essere invasettato (per la vendita al dettaglio) o versato in latte o fusti (per la vendita all'ingrosso).



*Figura 30 – invasettamento del miele (foto dal web)*

#### **4. OBIETTIVI PERSEGUITI**

L'obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale è quello di perseguire una redditività accettabile dal settore agricolo del suo investimento.

Dall'analisi finanziaria del modello integrato di progetto si evince chiaramente la sua redditività, così come illustrato dal conto economico.

#### 4.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO E TOTALE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ESSENZE FORAGGERE (PRODUZIONE DI FORAGGIO) E CON APIARIO (PRODUZIONE DI MIELE)

Dati impianto	Valori
Scelta essenze erbacee	miscuglio di loietto perenne, festuca arundinacea, fleolo pratense, loietto ibrido, lupinella in guscio, erba mazzolina, trifoglio pratense, trifoglio bianco repens,
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Totale superficie di impianto (ettari)	13,29
<b>Costi di impianto</b>	
Lavori di preparazione terreno:	
Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	<b>€ 1.860,60</b>
Concimazione letto di semina € 40/ha	<b>€ 531,60</b>
Costo concime € 1000/ha	<b>€ 13.290,00</b>
Costo medio semente € 150/ha	<b>€ 1.993,50</b>
Semina € 60/ha	<b>€ 797,40</b>
Rullatura letto di semina € 40/ha	<b>€ 531,60</b>
Costi acquisto n. 80 arnie (6 arnie/Ha, fornitura e posa in opera) e attrezzature varie	<b>€ 8.000,00</b>
<b>Totale costi di impianto</b>	<b>€ 27.004,70</b>
<b>Costi annuali di gestione impianto</b>	
Costi Manodopera e delle Lavorazioni, ivi inclusi eventuali utilizzi di mezzi meccanici	<b>€ 8.000,00</b>
Costi Generali di Gestione (ivi inclusa certificazione Biologico)	<b>€ 2.000,00</b>
<b>Totale costi di gestione</b>	<b>€ 10.000,00</b>
<b>Produzione annuale impianto</b>	
Produzione media di miele per arnia (kg)	30
Produzione miele totale (kg)	2.400
Produzione media foraggio/ha (kg) 1° anno	9.000
Produzione foraggio totale (kg) 1° anno	119.600
Produzione media foraggio/ha (kg) 2° anno	6.000
Produzione foraggio totale (kg) 2° anno	79.740
Produzione media foraggio/ha (kg) 3° anno	3.000
Produzione foraggio totale (kg) 3° anno	39.870
Produzione media foraggio/ha (kg) 4°-5° anno	1.000
Produzione foraggio totale (kg) 4°-5° anno	13.290

Figura 31

**4.3 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA (VALORE DI MERCATO) – IN EURO - CONSIDERANDO IL PREZZO MEDIO DI VENDITA DEL MIELE BIOLOGICO A € 7,50/KG E DEL FORAGGIO DA PRATO STABILE AD € 0,40/Kg**

Analisi dei flussi di cassa (valore di mercato) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita del miele biologico a 7,50 €/kg e il prezzo medio di vendita del foraggio da prato stabile a 0,40 €/kg																									
ANNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>COSTI</b>	37.005 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	25.005 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	25.005 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	25.005 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	25.005 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
<b>RICAVI (VALORE DI MERCATO FORAGGIO)</b>	65.840 €	49.896 €	33.948 €	23.316 €	23.316 €	65.840 €	49.896 €	33.948 €	23.316 €	23.316 €	65.840 €	49.896 €	33.948 €	23.316 €	23.316 €	65.840 €	49.896 €	33.948 €	23.316 €	23.316 €	65.840 €	49.896 €	33.948 €	23.316 €	23.316 €
<b>CASH FLOW</b>	28.835 €	39.896 €	23.948 €	13.316 €	13.316 €	40.835 €	39.896 €	23.948 €	13.316 €	13.316 €	40.835 €	39.896 €	23.948 €	13.316 €	13.316 €	40.835 €	39.896 €	23.948 €	13.316 €	13.316 €	40.835 €	39.896 €	23.948 €	13.316 €	13.316 €
<b>Reddito totale</b>																									<b>513.245,20 €</b>

Figura 32

## **4.2 DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ORE E GIORNATE LAVORATIVE ANNUE**

### **PRATI PERMANENTI E PASCOLI**

In riferimento ai valori medi del fabbisogno di lavoro, necessari per l'espletamento delle attività agricole, di cui all'art. 2135 del Codice Civile (Deliberazione della Giunta Regionale - n. 6191 del 28 luglio 1997), dove il fabbisogno di ore lavorative per ettaro di terreno coltivato a foraggiere nella provincia di Lecce è pari a 25 ore annue e, considerato che gli ettari totali coltivati a foraggiere nell'area di intervento, sono circa 13,29, ne consegue che il fabbisogno totale di ore annue lavorative è pari a 332 ore.

### **APICOLTURA**

In riferimento ai valori medi del fabbisogno di lavoro, necessari per l'espletamento delle attività agricole, considerato che il numero di ore lavorative per arnia è pari a 4 ore annue e, considerato che il numero di arnie da installare nell'area di intervento, sono 80, ne consegue che il fabbisogno totale di ore annue lavorative è pari a 320 ore.

## **4.3 RICADUTE OCCUPAZIONALI**

La realizzazione del progetto comporterà ricadute positive a livello occupazionale con riferimento alle fasi di coltivazione e l'apicoltura.

Gli apicoltori già presenti sul territorio, avendo a disposizione ulteriore superficie agricola utile, potranno quindi migliorare ed incrementare la produzione di miele.

Pertanto, con riferimento alla gestione prato stabile e l'attività di apicoltura si stimano n. 2 unità lavorative annuali, in qualità di operaio specializzato, così suddivise: 1 per la gestione dell'attività di apicoltura e 1 per la gestione del prato stabile, per la manutenzione dei mezzi e la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto fotovoltaico.

Verranno quindi creati posti di lavoro e di impiego di manodopera qualificata.

## **5. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

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

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

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

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

D.1) il risparmio idrico;

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

Nel seguito si riportano i parametri che dovrebbero essere oggetto di monitoraggio a tali fini.

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

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

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale ha come obiettivo la descrizione delle azioni da intraprendere per il monitoraggio di microclima, produzione agricola, risparmio idrico, fertilità del suolo di un impianto agro-energetico integrato fotovoltaico-apiario per la produzione di energia elettrica rinnovabile tramite la tecnologia fotovoltaica, della potenza di 9.400 kWp e di un apiario costituito da circa 80 arnie da realizzarsi sulla stessa superficie lorda di circa 18,67 ettari nel comune di Guagnano (LE).

## **5.1 MODALITÀ E FREQUENZA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELL'AGRIVOLTAICO**

Il Progetto di Monitoraggio dell'agrivoltaico si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate:

- **Fase 1:** monitoraggio *anteoperam*, dove si procede ad effettuare l'analisi delle caratteristiche climatiche, meteo diffuse e fisiche dei terreni dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici e fisici rilevati, per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;
- **Fase 2:** monitoraggio in corso d'opera, ovvero il periodo di coltivazione dell'annata agraria avente inizio dalle prime lavorazioni del terreno fino alla raccolta. Questa fase presenta la maggiore variabilità in quanto strettamente legata all'avanzamento della coltura. Le indagini saranno condotte per tutta la durata del ciclo produttivo.
- **Fase 3:** monitoraggio *postoperam* che comprende le fasi che vanno dal post raccolta fino alle lavorazioni preliminari per la nuova annata agraria; prevede uno studio del terreno post coltivazione ed una fase di bioattivazione, utile per ripristinare le caratteristiche idonee al terreno per accogliere la nuova coltura.

## **5.2 MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA**

### **5.2.1 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E PUNTO DI MONITORAGGIO**

Affinché una stazione meteo rilevi dati corretti, attendibili e comparabili su vasta scala, l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) ha stabilito alcune regole sul posizionamento della stessa:

- I sensori di temperatura e umidità (termo-igrometro) devono essere all'interno di un apposito schermo solare ventilato rialzato ad un'altezza variabile tra 1.7 e 2.00 metri da terra su tappeto erboso naturale tagliato di frequente o tappeto sintetico di colore verde distanziato da qualsiasi ostacolo;

- Il sensore del vento (anemometro) deve essere posto ad un'altezza tra 2,50 e 10 metri dal suolo lontano da ostacoli;
- Il sensore delle precipitazioni (pluviometro) deve situarsi ad un'altezza minima di 0.50 metri senza ostacoli nelle vicinanze.

Sensore	Altezza sensore dal suolo	Osservazioni
<b>Termo-igrometro</b>	Tra 1.70 m e 2.00 m	Il termo-igrometro deve essere inserito in uno schermo solare omologato (schermo Davis o superiore) ad una altezza da terra compresa tra 1.70 m e 2.00 m <b>su superficie erbosa</b> e distante <b>almeno 10 metri da edifici od ostacoli vicini</b> .
<b>Pluviometro</b>	Almeno >0.50 m	Deve essere posizionato in campo aperto lontano almeno 10 metri dagli ostacoli, e comunque ad una distanza tale che eventuali ostacoli verticali (alberi, edifici) non possano impedire il corretto rilevamento dei dati in caso di precipitazioni trasversali.
<b>Anemometro</b>	Tra 2.50 m e 10.00 m	Posizionato in campo aperto e lontano da ostacoli verticali che possano impedire una corretta rilevazione delle raffiche e turbolenze.
<b>Radiazione solare e UV</b>		Posizionato alla sommità del palo con una buona visuale.

Figura 33 - Strumentazione per il monitoraggio del microclima

## 5.2.2 COMPOSIZIONE DELLA STAZIONE METEO E TIPI DI SENSORI

Di seguito verrà descritto il funzionamento di una stazione meteo per agricoltura il cui nome commerciale è AGRISMART-IOT, è un nodo IoT per l'acquisizione e la trasmissione dei parametri meteorologici e agricoli per applicazioni nell'agricoltura di precisione (Controllo e prevenzione). Utilizza il protocollo radio a bassa potenza SigFox, è un sistema che non necessita di nessuna connessione con reti telefoniche o reti elettriche e non necessita di pannelli solari per l'alimentazione.

### Caratteristiche generali

- Microcontrollore Low Power ad architettura ARM
- Contenitore a tenuta stagna IP65
- Alimentazione a batteria
- Misura e trasmissione ogni 30 minuti
- Comunicazione immune da sistemi Jammer
- Alta autonomia. Fino a 8 mesi con una singola carica

### Sensoristica stazione meteo

- Monitoraggio bagnatura fogliare
- Monitoraggio temperatura del suolo su un livello
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo su un livello
- Monitoraggio dei parametri atmosferici (temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica)
- Monitoraggio irradianza solare
- Monitoraggio precipitazioni (pioggia)

### Opzioni



- Monitoraggio velocità e direzione del vento
- Monitoraggio temperatura sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio dei parametri atmosferici per il controllo degli stessi in ambienti o situazioni particolari
- Monitoraggio accrescimento (misura dendrometrica)
- Monitoraggio pH
- Monitoraggio conducibilità elettrica
- Monitoraggio millimetri di acqua in uscita dal gocciolatoio negli impianti di irrigazione

### CARATTERISTICHE TECNICHE

ELETTRICHE	
Tensione di batteria	Li-Ion
Capacità di batteria	2500mAh
Tensione massima batteria	4.2V
Tensione di sistema	3.3V
Corrente in trasmissione	60 – 65 mA
Corrente in stand-by	10µA
RADIO	
Frequenza (Europa)	868.13 MHz
Potenza radiante	12.5 – 13.0 dBm
Data Rate	100B/s – 600B/s
Modulazione	DBPSK
Tasso di messaggi al giorno	96
Tipo di antenna	Elica o Monopolo (Opzione in base alla copertura)
Pattern di radiazione	Omnidirezionale

Figura 34 - Caratteristiche tecniche stazione meteo

SENSORI			
PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	RANGE	RISOLUZIONE
Bagnatura fogliare	%	0 ÷ 100	1
Temperatura suolo	°C	-55 ÷ +125	
Tensione idrica suolo	cBar	0 ÷ 200	
Temperatura Atm.	°C	-40 ÷ +85	
Umidità Relativa Atm.	%	0 ÷ 100	
Pressione Atm.	kPa	30 ÷ 110	
Velocità del vento	m/s	0 ÷ 89	
Direzione del vento	Punti sulla bussola	1 ÷ 16	
Irradianza solare	W/m <sup>2</sup>	0 ÷ 1800	
Precipitazione	mm	-	

Figura 35 - Caratteristiche tecniche sensori



Figura 36 - Stazione meteo AGRISMART IOT

### **5.2.3 DSS E SUPPORTO ALLE DECISIONI**

AGRISMART-IOT è dotato di una interfaccia utente, MAGICO, che consente di leggere e interpretare con molta facilità i dati rilevati dagli smartbox multisensore piazzati nel campo, costituisce un valido e affidabile assistente alle decisioni dell'imprenditore agricolo, nell'ambito della gestione idrica, degli interventi agronomici e della difesa delle colture.

### **5.2.4 UTILIZZO DELLA STAZIONE METEOROLOGICA PER LA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE**

In riferimento all'uso delle stazioni meteorologiche per la gestione irrigua, va detto che, attraverso l'uso dei sensori di umidità del suolo (che vengono interrati tra i filari della coltura) è possibile monitorare il contenuto idrico del suolo e conseguentemente individuare il miglior momento per l'irrigazione: questo consente di ottimizzare (e quindi risparmiare) l'uso dell'acqua irrigua. Conoscendo le caratteristiche del terreno (Tessitura e contenuto organico necessari per determinare le costanti idrologiche del terreno: Capacità di campo e punto di appassimento), è possibile stabilire con notevole precisione

quando il contenuto idrico del terreno si avvicina al punto di appassimento e quindi irrigare. Appare evidente che, le stazioni meteorologiche consentono di massimizzare l'efficienza irrigua riducendo quindi la quantità di acqua irrigua utilizzata.

### 5.3 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA

Come riportato nelle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, 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.

Tale attività sarà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza annuale. Alla relazione saranno 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 (densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

Parte delle informazioni sopra richiamate sono già comprese nell'ambito del "fascicolo aziendale", previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il Piano di coltivazione, introdotto con il DM 12 gennaio 2015 n. 162, che deve contenere la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola.

Per quanto concerne la produzione di miele, viene monitorato il potenziale mellifero delle specie vegetali.

#### Il Potenziale mellifero: calcolo teorico

Il potenziale mellifero di una specie nettariifera è la quantità di miele che si potrebbe produrre, in condizioni ideali, da un ettaro di superficie fiorita di una determinata pianta.

I numerosi studi fatti in merito si basano sull'analisi della produzione nettariifera di un singolo fiore della specie in esame, ottenuta isolando diversi fiori per tutta una giornata, per evitare l'assunzione del nettare da parte di insetti e la sua evaporazione, quindi pesando alla fine della giornata il nettare prodotto da ciascun fiore e determinandone il quantitativo medio nonché il contenuto zuccherino. Bisogna inoltre tener conto del numero di giorni di fioritura, del numero di ore in cui i fiori sono accessibili agli insetti visitatori, e naturalmente del numero di fiori e della superficie occupata dalla specie in fiore (Mc Kenna e Thomson, 1988; Nedic et al. 2013; Ricciardelli d'Albore, 1990).

Attualmente ci si avvale sempre più di tecniche GIS per valutare l'effettiva estensione di una fioritura e ricavare il potenziale mellifero di una determinata zona (Janssens et al., 2006; Vercelli et al., 2010).

L'importanza di poter valutare il "potenziale mellifero" di una pianta risiede essenzialmente in due aspetti: 1) 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;

2) la possibilità di inserire nelle normali pratiche agronomiche, forestali, ecc., oltre alle specie comunemente impiegate, anche altre di sicuro interesse apistico.

Sulla base delle numerose ricerche compiute, è possibile affermare che la quantità di nettare secreto:

- è minima quando il rapporto tra temperatura dell'aria e temperatura del terreno è uguale a 1; aumenta se questo rapporto è inferiore a 1 ed è massima quando esso è maggiore di 1 (Dietz, 1966);
- è in funzione diretta della luce (Schuel, 19- 63; Dietz, 1966);

- dipende dalla composizione del terreno (Bogojavlenskij, Rozov, Tereschenko, 1936); ma i pareri al riguardo sono discordanti e la questione è ancora lungi dall'essere risolta;
- è maggiore, per una medesima specie, quanto maggiore è l'altitudine (Bonnier, 1878);
- dipende dalla fenologia del fiore: aumenta durante l'antesi, prolungandosi in seguito a visite di insetti, e diminuisce poi progressivamente; vi sono comunque eccezioni a questo tipo di comportamento e, in alcuni casi, essa è maggiore all'inizio della fioritura di una specie (Boetius, 1948);
- dipende dalla posizione del fiore sulla pianta (Andrejev, 1927);
- è influenzata dal fenomeno del riassorbimento da parte della pianta (Ziegler 1968).

Anche la percentuale di zuccheri presente nel nettare secreto subisce l'influenza di vari fattori:

- la quantità di zucchero secreta è inversamente proporzionale al grado di umidità dell'aria (Dietz, 1966);
- la temperatura dell'aria agisce direttamente sul grado di concentrazione degli zuccheri nel nettare (Rozov, 1936; Dietz, 1966), sebbene alcune esperienze (Beutler, 1930) siano in contrasto con tale affermazione;
- in ambiente ventilato il nettare tende a concentrarsi; questo fenomeno è legato anche alla conformazione e alla posizione dei nettarii (Dietz, 1966);
- il nettare è più concentrato alla fine della fioritura di una specie, pur diminuendo quantitativamente (Boetius, 1948).

Conoscendo il numero di fiori presente in un ettaro e la quantità di nettare prodotto da un fiore nella sua vita, e considerando che gli zuccheri entrano a far parte della composizione media del miele in ragione dell'80% (cioè 0,8 kg zuccheri = 1 kg miele), si applica la seguente formula:

$$\text{kg miele/ha} = \text{Kg zucchero/ha} \times 100/80$$

Il valore così calcolato non tiene conto di tutti quegli eventi negativi che tendono ad abbassarlo (condizioni climatiche sfavorevoli ecc.).

Crane (1975) ha raccolto i dati di numerosi ricercatori sulla produzione nettarifera e sulla resa mellifera di diverse piante, definendo sei classi di potenziale mellifero basate sulla possibile produzione in chili di miele per ettaro di superficie fiorita di una specifica pianta, come indicato in tabella:

Classi di produttività	Potenziale mellifero (kg/ha)	Specie
I	0 – 25	Pero ( <i>Pyrus communis</i> ), mandorlo ( <i>Prunus dulcis</i> )
II	26 – 50	Girasole ( <i>Helianthus annuus</i> ), ciliegio ( <i>Prunus avium</i> ), melo ( <i>Malus pumila</i> ), malva ( <i>Malva sylvestris</i> ), trifoglio violetto ( <i>Trifolium pratense</i> ), erba medica ( <i>Medicago sativa</i> )**, ginestrino ( <i>Lotus corniculatus</i> ), verga d'oro ( <i>Solidago virgaurea</i> )**, castagno ( <i>Castanea sativa</i> )**
III	51 – 100	Lampone ( <i>Rubus idaeus</i> ), fiordaliso( <i>Centaurea cyanus</i> ), veccia( <i>Vicia cracca</i> ), epilobio( <i>Epilobium hirsutum</i> ), grano saraceno( <i>Fagopyrum esculentum</i> )**
IV	101 – 200	Tarassaco( <i>Taraxacum officinale</i> ), lavanda( <i>Lavandula officinalis</i> ), salice( <i>Salix alba</i> ), borragine( <i>Borago officinalis</i> ), trifoglio bianco( <i>Trifolium repens</i> ), rosmarino( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), brugo( <i>Calluna vulgaris</i> ), lampone( <i>Rubus adaeus</i> ), lupinella( <i>Onobrychis viciifolia</i> ), meliloto( <i>Melilotus officinalis</i> ), ginestrino( <i>Lotus corniculatus</i> ), erba medica( <i>Medicago sativa</i> ), acero di monte( <i>Acer pseudoplatanus</i> ), ippocastano( <i>Aesculus hippocastanum</i> ), timo( <i>Thymus vulgaris</i> ), menta selvatica( <i>Mentha longifolia</i> ),origano( <i>Origanum vulgare</i> )
V	201 – 500	Castagno( <i>Castanea sativa</i> )*, robinia( <i>Robinia pseudoacacia</i> )*,edera( <i>Hedera helix</i> ), grano saraceno( <i>Fagopyrum esculentum</i> )*, meliloto( <i>Melilotus albus</i> ), bardana maggiore( <i>Arctium lappa</i> ), coriandolo( <i>Coriandrum sativum</i> ), sulla( <i>Hedysarum coronarium</i> ),colza( <i>Brassica napus</i> ), salcerella( <i>Lythrum salicaria</i> , salvia ( <i>Salviapratensis</i> )
VI	Oltre 500	Robinia( <i>Robinia pseudoacacia</i> )**, erba viperina( <i>Echium vulgare</i> ), facelia( <i>Phaceliatanacetifolia</i> ), timo( <i>Thymus vulgaris</i> ), verga d'oro ( <i>Solidago virgaurea</i> )*,acero campestre( <i>Acer campestre</i> ), tiglio( <i>Tilia cordata</i> , <i>Tilia platyphyllos</i> )
*indagini svolte in Italia (Ricciardelli d'Albore e Intoppa, 1979,2000)		
**Indagini svolte nell'Est europeo (Cirnu, 1980; Crane,1975)		

Figura 37 - Classi del potenziale mellifero

I metodi fin qui descritti possono fornire ottime indicazioni predittive, tuttavia, per poter disporre di dati reali sul flusso nettario di una determinata zona o di una particolare fioritura, occorre seguire l'incremento in peso degli alveari.

Per questo sono in uso da tempo apposite bilance da porre sotto gli alveari.

Attualmente si stanno diffondendo dei nuovi sistemi, che pur basandosi sulla pesatura degli alveari, grazie alle nuove tecnologie, consentono di seguire l'alveare a distanza.

## 5.4 MONITORAGGIO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO

La valutazione della fertilità del suolo viene normalmente effettuata mediante l'impiego integrato di indicatori agroambientali, correntemente individuati tra le variabili fisiche, chimiche e biologiche del suolo, opportunamente selezionate in relazione alle specifiche problematiche agroecosistemiche di un territorio.

Per verificare la fertilità dei suoli è utile monitorare nel tempo il contenuto nel terreno dei principali

elementi nutritivi quali azoto, fosforo, potassio e sostanza organica. Generalmente si fa ricorso al prelievo dei campioni di terreno per l'esecuzione di opportune analisi.

Un campione di suolo è quella quantità di terra che si preleva allo scopo di raccogliere informazioni sulle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del suolo stesso, indispensabili per numerose applicazioni e finalità come, ad esempio, la valutazione dei componenti della fertilità.

poiché il campione di terreno deve contenere tutte le informazioni sul suolo d'origine, la sua rappresentatività è una condizione fondamentale, deve cioè rispecchiare, quanto più possibile, le proprietà dell'area a cui si riferisce; ne consegue che il campionamento è un'operazione estremamente delicata ed una sua esecuzione non corretta può essere fonte di errori assai più consistenti di quelli imputabili alle determinazioni analitiche.

#### **5.4.1 APPARECCHIATURE ED ATTREZZATURE**

Gli strumenti necessari per il campionamento devono essere costituiti di materiali che non possano influenzare le caratteristiche del suolo di cui si vogliono determinare le caratteristiche. Per effettuare il campionamento saranno necessari i seguenti strumenti:

- sonda o trivella (manuale o automatica)
- vanga
- paletta
- secchio di plastica, asciutto e pulito
- telone in polietilene, asciutto e pulito, di almeno 2 mq
- contenitori, di capacità di almeno un litro, dotati di un adeguato sistema di chiusura, costituiti da materiale che non interagisca con il terreno, né con i suoi componenti, ed impermeabile all'acqua (vasi in vetro con tappo a vite, oppure sacchetti in polietilene)
- etichette con campi liberi/etichette con codice a barre
- GPS (da trekking, con supporto segnale di correzione Waas – precisione  $\pm 3-5$  m)
- verbali, schede di annotazione delle coordinate di ciascun sub-campione

#### **5.4.2 MODALITÀ OPERATIVE**

Per poter effettuare un campionamento significativo e rappresentativo del terreno che si vuole analizzare, occorre prima di tutto individuare una zona di campionamento in cui i seguenti parametri risultino i più omogenei possibile:

- colore
- aspetto fisico (tessitura, pH, calcare totale)
- ordinamento colturale
- fertilizzazioni ricevute in passato
- vegetazione coltivata e spontanea

Una volta individuati i punti in cui effettuare le indagini e quindi il campionamento del suolo, è necessario evitare di effettuare trivellazioni in punti in cui siano presenti situazioni anomale, come per esempio:

- dove siano stati accumulati fertilizzanti, deiezioni, prodotti e sottoprodotti agricoli
- dove abbiano stazionato animali
- dove vi siano affioramenti del sottosuolo, ristagni di acqua ecc
- dove vi siano differenze di irrigazione e/o di drenaggio.

Infine, una volta individuata la zona di campionamento, eliminare la vegetazione che ricopre il suolo, qualora sia necessario.

La zona di campionamento deve essere costituita da superfici inferiori o uguali a 5 ettari. Il numero di campioni elementari per ettaro deve essere almeno 6, nella zona compresa tra la superficie e i 40 cm di profondità. Il campionamento deve essere di tipo non sistematico, come da figura:

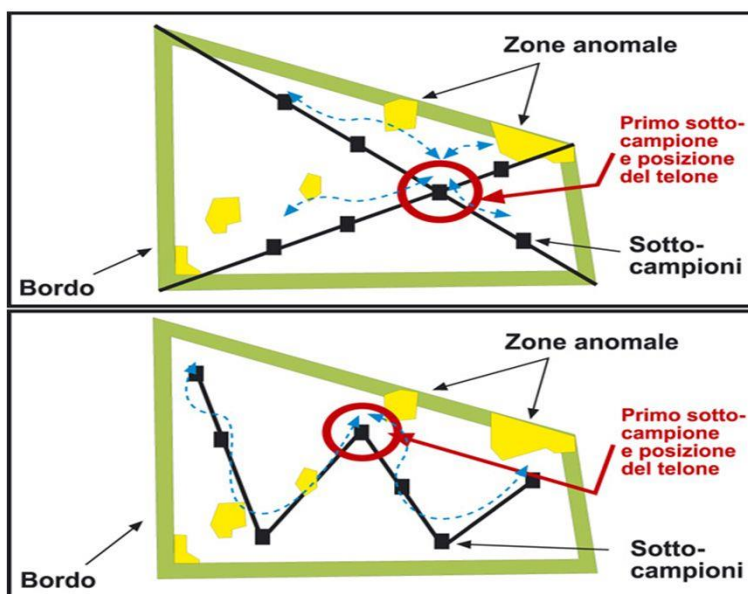


Figura 38 - Campionamento non sistematico a X(sopra) o a W(sotto).

Scegliere i punti di prelievo dei campioni elementari distribuiti in modo omogeneo lungo un percorso tracciato, formando una immagine a X o W, e prelevare un campione elementare in ogni punto. Introdurre la sonda verticalmente fino alla profondità voluta ed estrarre il campione elementare di suolo. Evitare di effettuare le trivellate in punti in cui si prevede siano presenti situazioni anomale, come ai bordi dell'appezzamento, nelle prossimità di capezzagne, e scoline, dove ristagna l'acqua. Prima di prelevare il campione occorre rimuovere il terreno in cui possono trovarsi residui vegetali indecomposti. Trasferire nel secchio i vari campioni elementari, mano a mano che vengono prelevati (dalle varie unità di campionamento). Trasferire i vari campioni dal secchio al telone di plastica, opportunamente disteso su una superficie solida, piana e asciutta. Mescolare ed omogeneizzare accuratamente i campioni elementari, fino ad ottenere il campione globale.

Ridurre la quantità di campione globale, se necessario, fino ad ottenere aliquote di circa 700 g ciascuna: prelevare dal campione globale una decina di subcampioni, ciascuno di circa 70 g, prendendoli casualmente da tutta la superficie di campione globale disteso sul telone. Il campione finale, costituito dai subcampioni, deve essere trasferito all'interno di un contenitore asciutto e pulito (vaso in vetro o sacchetto in polietilene). Dello stesso campione potranno essere approntate diverse aliquote, a seconda che vi sia la necessità di confezionare o meno controcampioni (da consegnare ad una controparte), o a seconda che vi sia la necessità di mandare diverse aliquote a diversi laboratori. Le successive analisi che si faranno sono denominate analisi di base, questo tipo di analisi permette di misurare alcune caratteristiche del terreno quali scheletro e tessitura, reazione (pH9, carbonati totali, calcare attivo, capacità di scambio cationico e conducibilità elettrica).

Un'analisi completa di questo tipo generalmente è composta dalle seguenti determinazioni:

<b>Analisi chimico-fisiche complete (Analisi di base)</b>	
<b>Determinazione analitica</b>	<b>Unità di misura</b>
<b>Tessitura (sabbia, limo e argilla)</b>	g/kg
<b>Carbonio organico</b>	g/kg
<b>Reazione</b>	
<b>Calcare totale</b>	g/kg
<b>Calcare attivo</b>	g/kg
<b>Conducibilità elettrica</b>	dS/m
<b>Azoto totale</b>	g/kg
<b>Fosforo assimilabile</b>	mg/kg
<b>Capacità di scambio cationico (CSC)</b>	meq/100g
<b>Basi di scambio (Potassio scambiabile, Calcio scambiabile, Magnesio scambiabile, Sodio scambiabile)</b>	meq/100g

Figura 39 - Analisi chimico-fisiche del terreno

#### **5.4.3 AZIONI CORRETTIVE DA EFFETTUARE NEL CASO DI CRITICITÀ EMERSE**

Se dalle analisi di base effettuate emergono delle criticità che possono compromettere la fertilità del suolo, è opportuno intervenire con una serie di azioni correttive volte a ristabilire la fertilità ottimale. Una moderna gestione agronomica delle coltivazioni non può ignorare l'importanza di ammendanti e correttivi.

Con i termini di ammendanti e correttivi definiamo tutti quei prodotti che non hanno la capacità di "nutrire" le colture, bensì di rendere ospitale e adatto a produrre in modo migliore il substrato nel quale sono coltivate.

Queste sostanze ci permettono di correggere in modo efficiente i valori di alcuni parametri che si discostano dalla situazione ottimale, come può essere il caso di pH, capacità di scambio cationico, attività microbica.

Il miglioramento di struttura e pH del suolo in tutto il suo profilo mediante l'uso di un ammendante o correttivo è un risultato difficile da conseguire, poiché la correzione si esprime in scala logaritmica, e richiederebbe quantità grandissime di prodotto.

Ciò che maggiormente ci interessa ottenere, grazie ad una corretta azione correttiva o ammendante, è il miglioramento della reazione a livello della soluzione circolante, cioè l'insieme di acqua e sostanze nutritive che è costantemente a contatto con l'apparato radicale delle piante, e partecipa ai processi di scambio cationico e all'assorbimento.

Per correggere suoli alcalini, cioè con pH maggiori di 7, o salini, cioè ricchi di sodio e cloro, un buon metodo è quello di ricorrere a prodotti a base di zolfo.

I solfati che si formano in seguito all'attacco con questo minerale dei carbonati del suolo sono più solubili e consentono la lisciviazione di sodio e cloro, rendendo al contempo più disponibili magnesio, potassio e calcio, nonché i fosfati.

Inoltre, il pH della soluzione circolante si abbassa e ciò rende più disponibili anche tutti gli altri elementi.



Se invece nel terreno il pH tende all'acidità (<6), è utile intervenire in maniera opposta, ovvero riportando il terreno verso valori neutri; per fare questo si usa un correttivo calcareo.

L'attività del suolo in termini di scambio cationico è un altro fattore estremamente importante.

La capacità di scambio cationico (C.S.C.) dipende dal tipo di suolo, ed è maggiore in suoli argillosi e ricchi di sostanza organica, e minore in suoli sabbiosi.

Non è possibile cambiare la tessitura di un terreno, ma si può migliorare l'attività del suo complesso di scambio, grazie all'apporto di un altro tipo di correttivo, la leonardite, che è una sostanza organica ad altissima efficienza.

Una leonardite di qualità contiene percentuali di sostanza organica del 60 %, di cui oltre il 70 % è umificata.

Queste caratteristiche la rendono efficace nel migliorare la capacità di scambio cationico del terreno, legata in buona parte alla sua ricchezza in sostanza organica.

Un contenuto elevato di acidi umici e fulvici permette di "chelare" gli elementi nutritivi, proteggendoli dal dilavamento o dalla fissazione.

Poiché la sostanza organica ha forti capacità di ritenzione dell'acqua (fino a 20 volte il suo peso) l'uso di leonardite permette di migliorare la gestione idrica; al contempo migliora anche la struttura del suolo, evitando crepacciamenti nei suoli argillosi, e in generale aumentando la permeabilità, gli scambi gassosi, l'attività microbica.

## 5.5 CRONOPROGRAMMA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Di seguito si riportano, in forma tabellare, le attività di monitoraggio da realizzare nelle fasi di gestione dell'impianto.

MONITORAGGIO	AREE DI INDAGINE E PUNTI DI MONITORAGGIO	INDICATORI AMBIENTALI	INDICATORI VERIFICA QUALITA' PRODUTTIVA	METODICHE DI RILIEVO/CAMPIONAMENTO E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	FREQUENZA E DURATA	CRONOPROGRAMMA	VALORI MASSIMI IMPATTI ATTESI	MODALITA' DI TRASMISSIONE PARAMETRI RILEVATI	STRUMENTI E METODI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ESITI DEL MONITORAGGIO	MISURE CORRETTIVE
MONITORAGGIO MICROCLIMA <ul style="list-style-type: none"> <li>•Monitoraggio bagnatura fogliare</li> <li>•Monitoraggio temperatura del suolo su un livello</li> <li>•Monitoraggio potenziale idrico del suolo su un livello</li> <li>•Monitoraggio dei parametri atmosferici (temperatura, U.R. e pressione atmosferica)</li> <li>•Monitoraggio irradianza solare</li> <li>•Monitoraggio precipitazioni (pioggia)</li> <li>•Monitoraggio velocità e direzione del vento</li> <li>•Monitoraggio temperatura sul secondo livello di profondità</li> <li>•Monitoraggio potenziale idrico del suolo sul secondo livello di profondità</li> <li>•Monitoraggio accrescimento (misura dendrometrica)</li> <li>•Monitoraggio pH</li> <li>•Monitoraggio conducibilità elettrica</li> </ul>	In posizione centrale nell'area di intervento come rappresentato al paragrafo 5.1 Localizzazione dell'area di indagine e punto di monitoraggio, Figure 4 e 5 Coordinate geografiche dell'area di indagine: 40° 9'43.25"N 18° 9'30.11"E	Bagnatura fogliare; Temperatura suolo; Tensione idrica suolo; Temperatura Atm.; U. R. Atm.; Pressione Atm.; Velocità del vento; Direzione del vento; Irradianza solare; Precipitazione;	-	Stazione meteo AGRISMART-IOT completa di termigrometro, pluviometro, anemometro, sensore per la determinazione della radiazione solare e UV	Ogni 30 minuti per un periodo di 25 anni	Installazione stazione meteo e inizio monitoraggio a chiusura del cantiere e antecedente alla coltivazione dei terreni a partire dal 15 luglio 2023	-	Attraverso il protocollo radio a bassa potenza SigFox	Software dedicato MAGICO	-
MONITORAGGIO PRODUZIONE AGRICOLA	Intero appezzamento	-	Verifica produzione agricola annua	Valutazioni periodiche da parte di tecnico specializzato (Agronomo)	Annuale o semestrale (in base alla coltura) per un periodo di 25 anni	Monitoraggio produzioni agricole a cadenza annuale o semestrale a partire da luglio 2023	Riduzione della produttività	Valutazioni in campo da parte di un Agronomo	Attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da parte di un Agronomo	Azioni correttive con concimazioni specifiche
MONITORAGGIO DELLA FERTILITA' DEL SUOLO	Intero appezzamento, campioni di terreno prelevati random come rappresentato al paragrafo 7.2 Modalità operative, Figura 9	Valutazione del rapporto C/N del suolo attraverso il campionamento e analisi	Valutazione dello stato del suolo tramite campionamento ed analisi	Sonda o trivella (manuale o automatica) - vanga - paletta - secchio di plastica - telone in polietilene - contenitori, di capacità di almeno un litro (vasi in vetro con tappo a vite, oppure sacchetti in polietilene) - etichette con campi liberi/etichette con codice a barre - GPS (da trekking, con supporto segnale di correzione Waas - precisione ± 3-5 m) - verbali, schede di annotazione delle coordinate di ciascun sub-campione	Ogni 5 anni per un periodo di 25 anni	Analisi chimico-fisiche del terreno in gennaio 2023 (ante-operam) e ripetute periodicamente ogni 5 anni nel periodo giugno-luglio	Diminuzione della fertilità dei suoli (valore soglia minimo S.O. 1%)	Invio campioni di terreno ad un laboratorio di analisi	Attraverso la redazione di Rapporti di Prova da parte di un laboratorio accreditato	Azioni correttive attraverso l'utilizzo di concimi/ammendanti specifici

Tabella 2 – Cronoprogramma attività di monitoraggio

## 6. CONCLUSIONI

In relazione a quanto esposto, alla scelta delle essenze, ed alla tecnica di coltivazione utilizzata per l'impianto integrato proposto, si ritiene che lo stesso sia compatibile con le esigenze di maggiore conservazione dell'uso agricolo del suolo dal punto di vista agronomico, economico, ecologico, paesaggistico.

Il settore fotovoltaico sta vivendo, a livello globale, una fase di rapida crescita e presenta enormi opportunità per integrare modelli operativi a basso impatto, dalla progettazione alla dismissione degli impianti. La vegetazione erbacea trattiene meglio l'acqua, sia in caso di forti piogge che di siccità, e migliora la salute e la produttività dei terreni. Inoltre il loro apparato radicale fittonante oltre a rilasciare importanti quantità di sostanza organica nel terreno, contribuisce anche a migliorarne la struttura. La presenza di essenze erbacee come le leguminose foraggere sono un beneficio anche per la qualità del suolo.

Alcuni studi riportano come i pannelli solari causino variazioni stagionali e diurne nel microclima di aria e suolo. Ad esempio, l'ombra dei pannelli solari permette un uso più efficiente dell'acqua, oltre a proteggere le piante dal sole nelle ore più calde.

In particolare, durante l'estate sulla porzione di suolo ombreggiata dai pannelli si può avere un raffreddamento fino a 5,2° C. A cambiare non è solo la temperatura, ma anche l'umidità, i processi fotosintetici, il tasso di crescita delle piante e quello di respirazione dell'ecosistema. L'ombra sotto i pannelli, infatti, non solo raffredda ma aumenta il grado di umidità trattenendo parte dell'evaporazione del terreno.

C'è da aggiungere che la coltivazione dei terreni con piante miglioratrici ha un ruolo ambientale confermato dalla letteratura scientifica sull'argomento che, seppur non molto vasta, mostra risultati concordi sugli effetti benefici della misura sulle risorse naturali.

Una valutazione più accurata di tali effetti fa evidenziare che la semina di essenze foraggere perennanti, interessando generalmente ampie superfici e per periodi prolungati di tempo, ha una notevole valenza ambientale, contribuendo in maniera significativa all'incremento della fauna selvatica nelle zone agricole. La conservazione della biodiversità degli agro-ecosistemi, il controllo dell'erosione, inoltre ha effetti positivi sulla fertilità dei suoli, incrementando il contenuto di sostanza organica e di azoto, poiché le leguminose come la lupinella in guscio, il trifoglio pratense, il trifoglio bianco repens, sono delle azotofissatrici, ovvero sequestrano azoto atmosferico fissando elevate quantità di azoto organico al terreno.

Tra gli effetti della sostanza organica sulla produttività del suolo e sulla biodiversità ne possiamo elencare di diversi tipi:

### Fisici

- aumenta la scorta di acqua per le coltivazioni;
- aumenta l'aggregazione delle particelle di suolo;
- riduce l'impatto negativo del compattamento del suolo;
- migliora il drenaggio dei suoli.

### Chimici

- rilascia azoto, fosforo, zolfo e potassio con la mineralizzazione;
- trattiene micro e macro elementi, per esempio ioni calcio, magnesio, potassio, ammonio contro la

perdita per lisciviazione;  
- agisce da tampone del pH.

### Biologici

- crea un ambiente adatto all'incremento di microrganismi che sono alla base di numerose attività come le trasformazioni della sostanza organica, la mineralizzazione e il ciclo dell'azoto e del carbonio, cicli di tutti i nutrienti indispensabili per le piante, la stabilità della struttura del suolo, il flusso dell'acqua, il biorisanamento, le risposte allo stress e il mantenimento della fertilità.

Per quanto concerne l'apiario, va ricordato che le api recano importanti benefici e servizi ecologici per la società. Con l'impollinazione le api svolgono una funzione strategica per la conservazione della flora, contribuendo al miglioramento ed al mantenimento della biodiversità. Una diminuzione delle api può quindi rappresentare una importante minaccia per gli ecosistemi naturali in cui esse vivono. L'agricoltura, d'altro canto, ha un enorme interesse a mantenere le api quali efficaci agenti impollinatori. La Food and Agriculture Organization - FAO ha informato la comunità internazionale dell'allarmante riduzione a livello mondiale di insetti impollinatori, tra cui *Apis mellifera*, le api da miele. Circa l'84% delle specie di piante e l'80% della produzione alimentare in Europa dipendono in larga misura dall'impollinazione ad opera delle api ed altri insetti pronubi. Pertanto, il valore economico del servizio di impollinazione offerto dalle api risulta fino a dieci volte maggiore rispetto al valore del miele prodotto (Aizen et al., 2009; FAO, 2014). Nel corso degli ultimi anni in Italia si sono registrate perdite di api tra cento e mille volte maggiori di quanto osservato normalmente. La moria delle api costituisce un problema sempre più grave in molte regioni italiane, a causa di una combinazione di fattori, tra i quali i cambiamenti climatici e la variazione della destinazione d'uso dei terreni in periodi di penuria di fonti alimentari e di aree di bottinamento per le api. Infine, una progressiva diminuzione delle piante mellifere e l'uso massiccio di prodotti fitosanitari e di tecniche agricole poco sostenibili rappresentano ulteriori fattori responsabili della scomparsa delle api (Le Féon et al., 2010; Maini et al., 2010).

**Un recente studio inglese pubblicato sulla rivista scientifica “Biological Conservation” e intitolato “Honeybee pollination benefits could inform solar park business cases, planning decisions and environmental sustainability targets” ha dimostrato, attraverso l'utilizzo di mappe molto dettagliate per esaminare dove si trovano i parchi solari, come sono distribuiti i campi coltivati, la quantità di alveari esistenti, i requisiti di impollinazione delle differenti colture, come la presenza di alveari accanto agli impianti fotovoltaici può aumentare la resa delle coltivazioni circostanti, grazie alle attività di impollinazione delle api, assicurando vantaggi non solo ambientali, come una maggiore biodiversità, ma anche di tipo economico, perché i terreni diventano più produttivi.**

L'apicoltura è inoltre riconosciuta, in conformità a quanto stabilito dalla legge 24 dicembre 2004 n. 313 recante Disciplina per l'apicoltura, attività di interesse nazionale utile per la conservazione dell'ambiente naturale, dell'ecosistema e dell'agricoltura in generale ed è finalizzata a garantire l'impollinazione naturale e la biodiversità di specie apistiche, con particolare riferimento alla salvaguardia della razza di ape italiana o ape ligustica (*Apis mellifera ligustica* Spinola che è una sottospecie dell'ape mellifera) e delle popolazioni di api autoctone tipiche o delle zone di confine. L'apicoltura contribuisce, altresì, alla salvaguardia della biodiversità vegetale. Si stima che almeno diecimila specie di piante si sarebbero già estinte se non ci fossero le api. L'apicoltura inoltre, avendo

caratteristiche e finalità proprie, è strettamente collegata al settore agricolo quale fattore insostituibile nei processi di impollinazione per il miglioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni agricole.

Riassumendo quanto rappresentato nei paragrafi precedenti si può affermare, per l'impianto in questione che:

1. Sul 71% dell'area utilizzata per realizzare l'impianto agrivoltaico si darà continuità all'attività agricola e pertanto il consumo del suolo è pressoché annullato;
2. La conduzione agricola è pienamente compatibile con la presenza delle strutture a sostegno dei pannelli fotovoltaici consentendo il ricorso alla ordinaria attrezzatura agricola;
3. La resa economica dell'implementazione agricola/apicoltura è migliorativa rispetto alla situazione quo-ante;
4. La organizzazione spaziale dell'impianto è tale che sono soddisfatti i requisiti per la definizione di "agrivoltaico semplice" ai sensi delle Linee Guida del Ministero della Transizione ecologica";
5. L'intervento agrivoltaico di progetto è anche un significativo sostegno alla ricostruzione e conservazione delle biodiversità.

#### **ALLEGATI**

- **Allegato 1 – Rapporti di prova Caratterizzazione fisico-chimica**