



REGIONE  
PUGLIA



PROVINCIA  
LECCE



COMUNE NARDO'

OGGETTO:

Progetto di un impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO", di potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel comune di Nardò (LE)

ELABORATO:

## RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE



PROPONENTE:



ABEI ENERGY GREEN ITALY VI S.R.L.  
VIA VINCENZO BELLINI, 22  
00198- ROMA (RM)  
P.IVA 16335531006

AGRONOMO  
Dott. Agr. Stefano Convertini

PROGETTAZIONE:



Ing. Carmen Martone  
Iscr. n. 1872  
Ordine Ingegneri Potenza  
C.F. MRTCMN73D56H703E



Geol. Raffaele Nardone  
Iscr. n. 243  
Ordine Geologi Basilicata  
C.F. NRDRFL71H04A509H



EGM PROJECT S.R.L.  
VIA VERRASTRO 15/A  
85100- POTENZA (PZ)  
P.IVA 02094310766  
REA PZ-206983

Livello prog.	Cat. opera	N° . prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio	Tot. fogli	Nome file	Scala
PD	I.IF	A.15.3	R				
REV.	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	DICEMBRE 2022	Emissione			Dott. Agr. Stefano Convertini	Geol. Raffaele Nardone EGM Project	Ing. Carmen Martone EGM Project

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022</p> <p>Pag. 1 di 62</p>
---	--	---

## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	2
<b>1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	3
<b>2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO</b> .....	6
2.1 ORIENTAMENTO COLTURALE DELL'AREA DI PROGETTO .....	8
2.2 LA CONDUZIONE DEI TERRENI .....	9
<b>3. PROGETTO DI FOTOVOLTAICO INTEGRATO PROPOSTO</b> .....	10
3.1 Caratteristiche principali dell'impianto proposto .....	10
3.2 Rispondenza ai requisiti dell'impianto agrivoltaico .....	15
3.3 Mezzi MECCANICI previsti per l'attività agricola .....	16
3.4 APPLICAZIONE DELLE TECNOLOGIE E DELLE TECNICHE DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE .....	18
3.4.1 SISTEMI DI GUIDA PARALLELA O AUTOMATICA .....	19
3.4.2 IRRORATRICI .....	20
3.4.3 SISTEMI PER RATEO VARIABILE .....	20
3.5 Introduzione ALLA GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE FORAGGERE	
21	
3.5.1 OPERAZIONI COLTURALI .....	33
3.5.2 Avvicendamento colturale .....	36
<b>4. OBIETTIVI PERSEGUITI</b> .....	38
4.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO E TOTALE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON	
ESSENZE FORAGGERE PER LA PRODUZIONE DI FORAGGIO .....	39
4.2 Analisi dei flussi di cassa (VALORE DI MERCATO) – in euro - considerando il prezzo medio di vendita del FORAGGIO	
ad € 0,25/kg .....	41
4.3 DETERMINAZIONE DEL fabbisogno di ore e giornate lavorative annue .....	42
4.4 RICADUTE OCCUPAZIONALI .....	42
<b>5. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> .....	42
5.1 MODALITÀ E FREQUENZA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELL'AGRIVOLTAICO .....	43
5.2 MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA .....	44
5.2.1 Localizzazione dell'area di indagine e punto di monitoraggio .....	44
5.2.2 Composizione della stazione meteo e tipi di sensori .....	45
5.2.3 DSS e supporto alle decisioni .....	49
5.2.4 Utilizzo della stazione meteorologica per la gestione dell'irrigazione .....	50
5.3 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA .....	50
5.4 MONITORAGGIO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO .....	50
5.4.1 Apparecchiature ed attrezzature .....	51
5.4.2 Modalità operative .....	52
5.4.3 Azioni correttive da effettuare nel caso di criticità emerse .....	57
5.5 CRONOPROGRAMMA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	60
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	61

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022</p> <p>Pag. 2 di 62</p>
---	--	---

## 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 19,58 MW e di colture foraggere, da realizzarsi sulla stessa superficie di circa 27 ettari nel comune di Nardò (LE).*

*Nello specifico la realizzazione dell'impianto fotovoltaico interesserà il territorio comunale di Nardò (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*

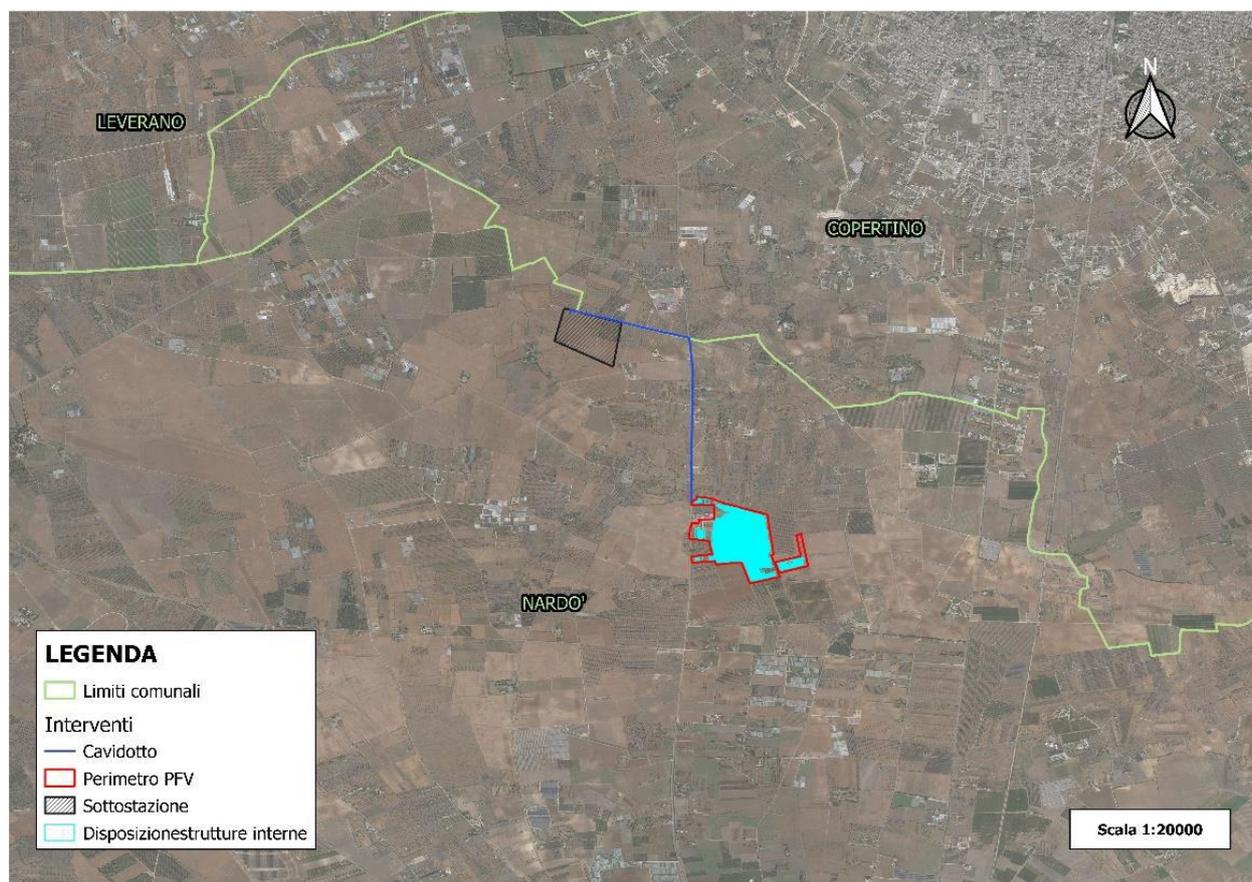
*b) un campo coltivato con essenze foraggere*

## 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area d'intervento si estende in agro del comune di Nardò (LE) ed insiste su un'area sub pianeggiante compresa tra il comune di Leverano a N, il comune di Copertino a N-NE e il comune di Nardò sito a S.

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato della lunghezza di circa 2,2 km uscente dalla cabina di impianto alla tensione di 30kV, sarà collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Erchie 380 – Galatina 380".

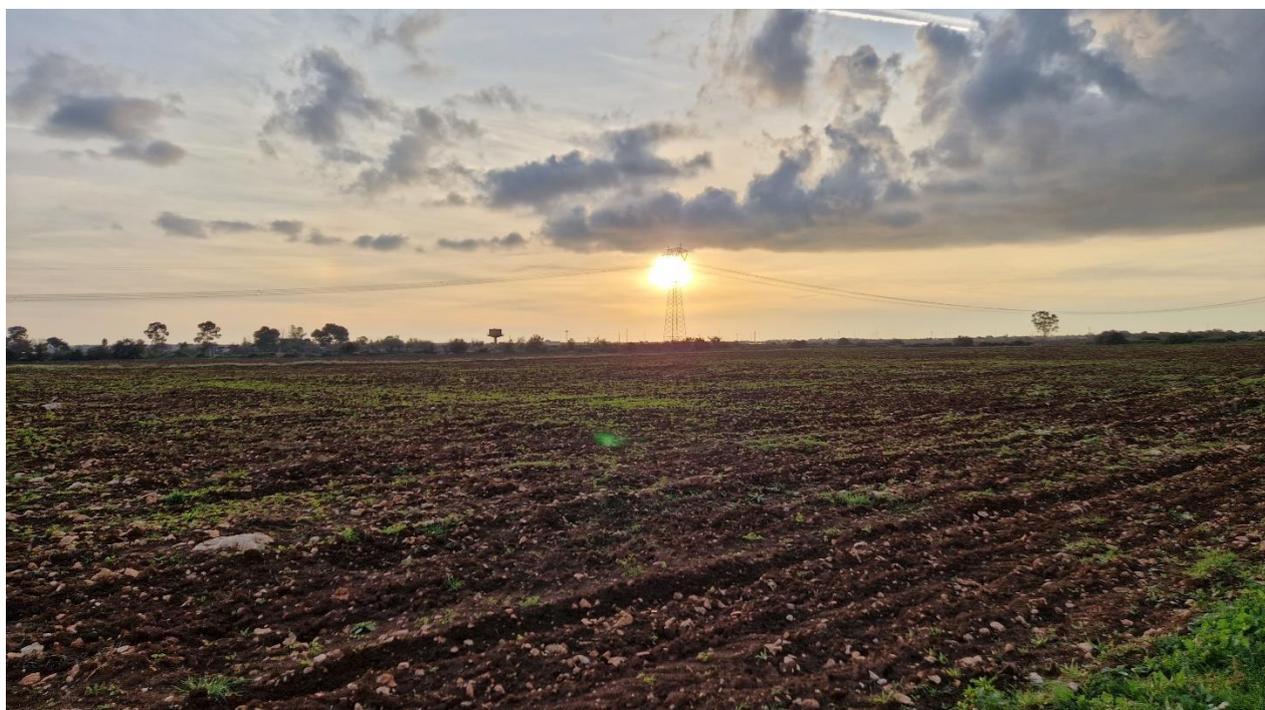
L'area d'intervento si colloca ad un'altitudine intorno ai 35 m s.l.m. nel cuore della pianura Salentina. Il paesaggio è quindi pianeggiante.



*Figura 1. Area oggetto di studio – inquadramento su ortofoto*



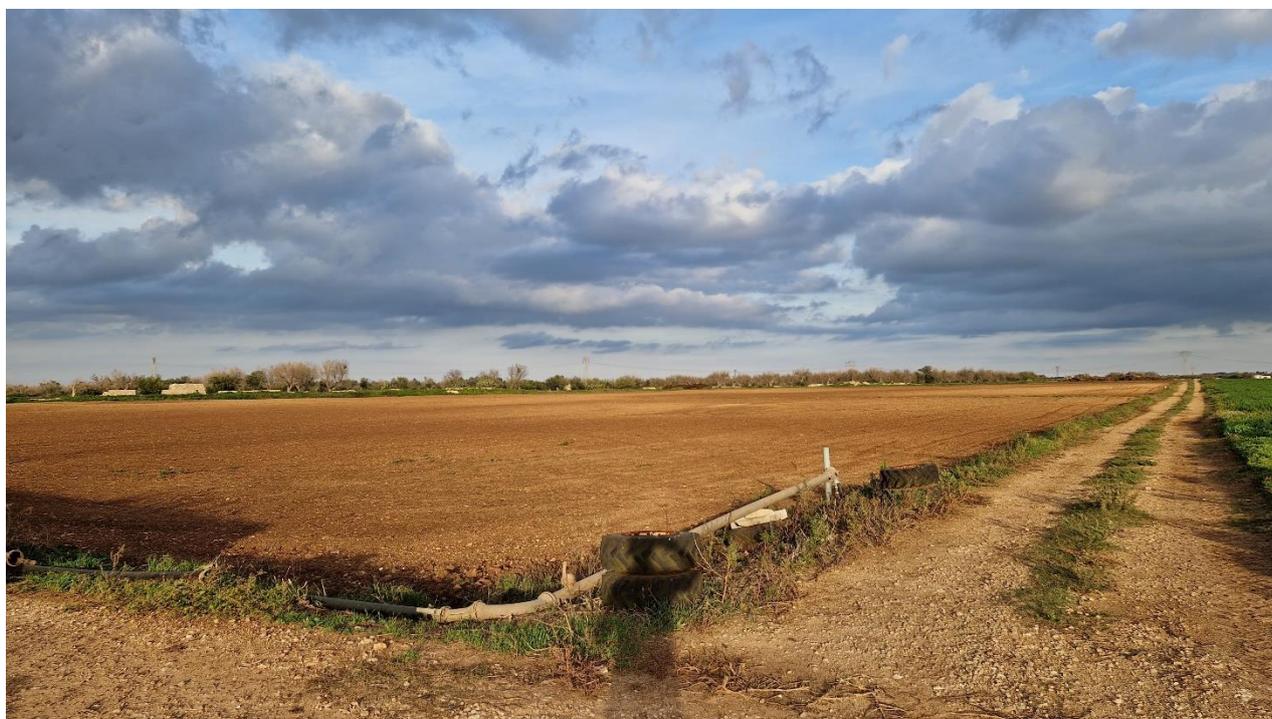
*Figura 2 – Porzione area impianto con coltivazione di erba medica*



*Figura 3 – Porzione area impianto con coltivazione di avena da foraggio*



*Figura 4 – Figura 3 – Porzione area impianto con coltivazione di orzo da foraggio*



*Figura 5 – Porzione area di intervento*

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 6 di 62</p>
---	--	--

## 2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO

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 Nardò, come del resto di tutto il salento, 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, non molto frequenti in questa parte del territorio comunale, rientrano nell'areale di produzione di vini:

- Nardò DOC (D.P.R. 06.04.1987, G.U. 226 del 28.09.1987);
- 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);
- 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 Nardò 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).

Per quanto attiene le condizioni pedologiche dell'area vasta, i suoli variano da molto sottili a sottili fino a divenire moderatamente profondi e soltanto in alcuni casi superano il metro di profondità. La tessitura, raramente grossolana, è moderatamente fina o fina. Talvolta i terreni presentano una colorazione rossa accentuata, ma dubbia è la presenza dell'orizzonte argillico. La percentuale di carbonati totali è a volte inferiore allo 0,5%, raramente supera il 5%, generalmente è compresa tra l'1% e il 5%. La pietrosità superficiale varia da zona a zona.

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

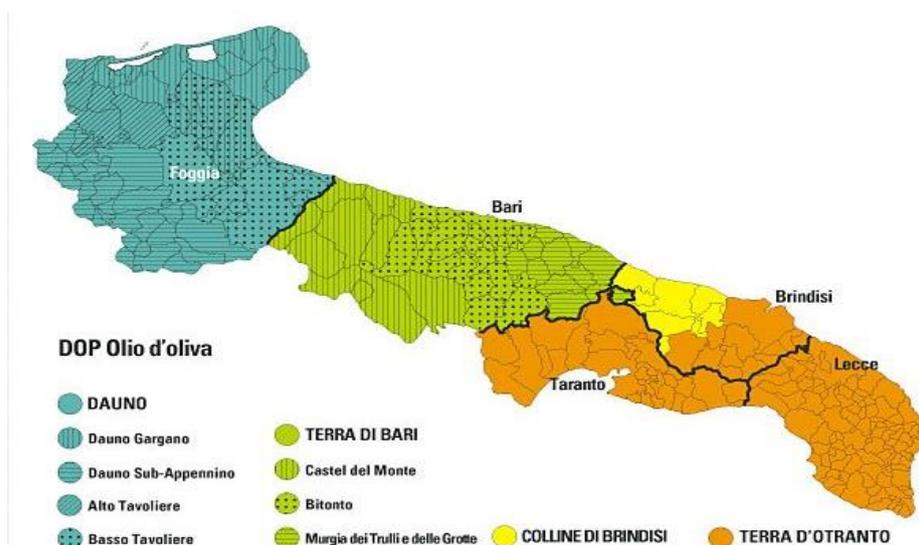


Figura 7 -Zone di produzione degli oli DOP pugliesi

## 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 27 ha utilizzata esclusivamente a seminativo.

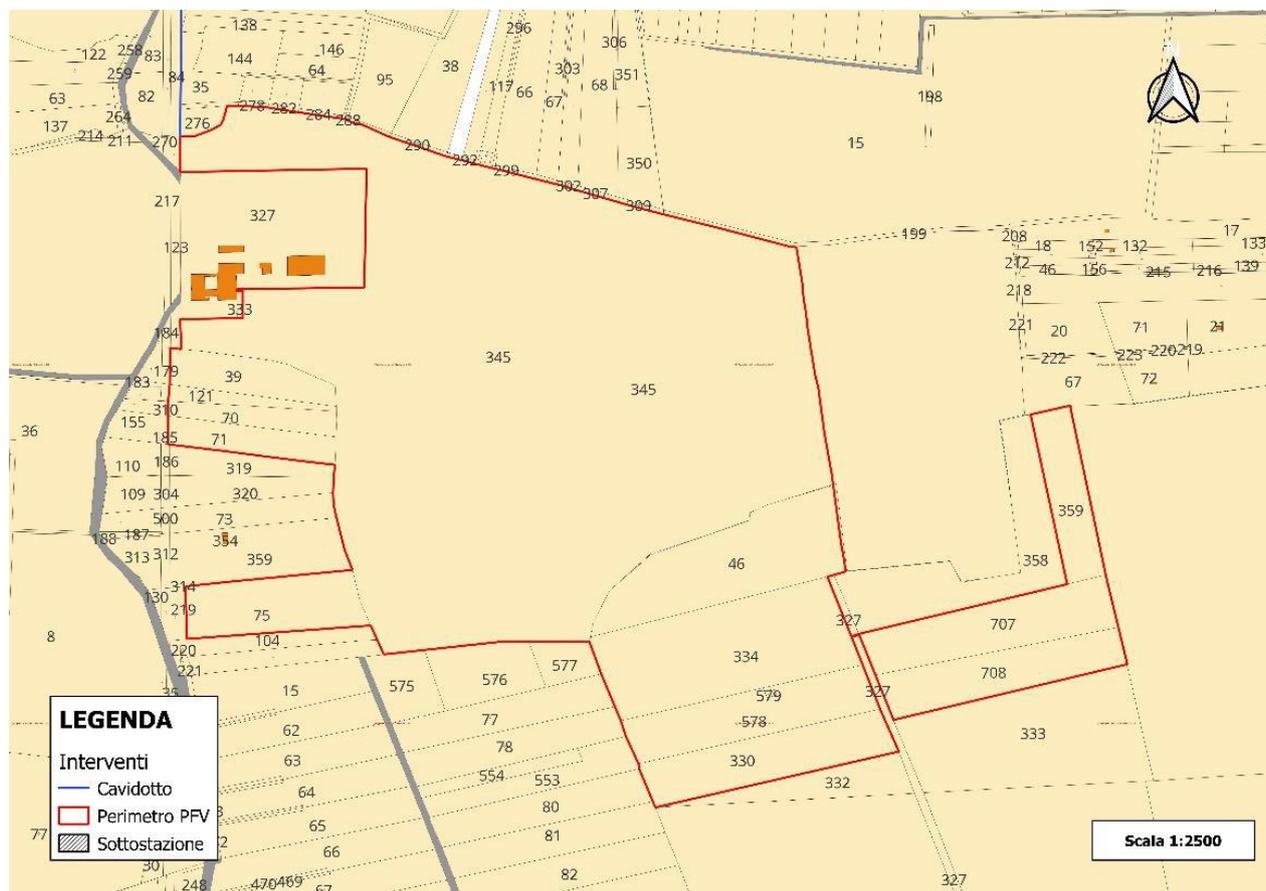


Figura 8. Area oggetto di studio - inquadramento su catastale

Sito di progetto:

Località: Nardò

Luogo:

Nardò - LE

Particelle Catastali Impianto Fotovoltaico:

Foglio 43, Particelle: 345 – 39 – 121 – 70 – 71 – 75

Foglio 55, Particelle: 46 – 334 – 579 – 578 – 330 – 707 – 708 – 359

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

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.



*Figura 9. Porzione delle strutture aziendali adiacenti all'area di impianto (allevamento bovine da latte)*

## 2.2 LA CONDUZIONE DEI TERRENI

La conduzione dei terreni sarà affidata all'attuale proprietà dei terreni che è anche azienda agricola ad indirizzo zootecnico, regolarmente iscritta che esercita tale attività a titolo principale da diverse generazioni.

L'azienda agricola Mariano Antonio con sede operativa in Nardò (LE), c.da Pozzovivo, strada Paduli Nardò-Leverano, di cui il proprietario dei terreni è titolare ed è anche un'azienda agricola specializzata nell'allevamento di bovine da latte.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 10 di 62</p>
---	--	---

### 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.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 11 di 62</p>
---	--	---

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 l'intera superficie verrà coltivata, poiché l'altezza minima dei moduli fotovoltaici è superiore a 210 cm (Figura 10 – particolari strutture – viste laterali; Figura 11 – particolari strutture – vista dall'alto stringa), tale da garantire il passaggio dei mezzi agricoli (Figura 12 - Dimensioni caratteristiche di un trattore tipo frutteto sia con cabina standard che con cabina ribassata) per effettuare le poche operazioni colturali previste durante l'anno.

### ***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".

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 12 di 62</p>
---	--	---

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 27 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.

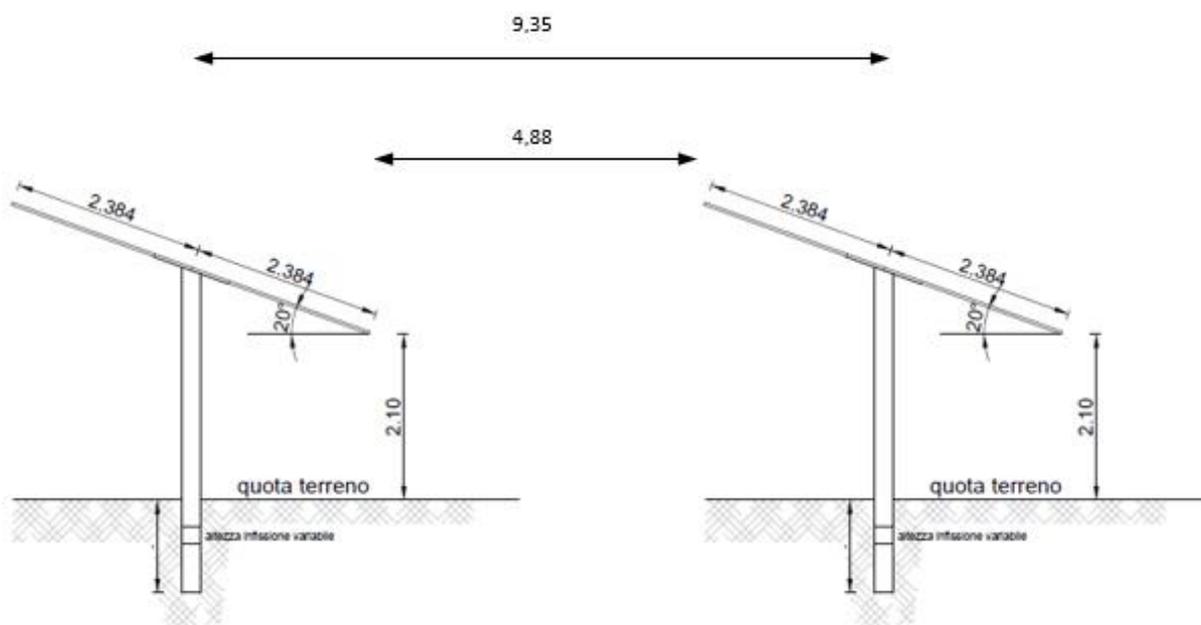
L'idea di base dell'agro-voltaico è far sì che i terreni agricoli possano essere utilizzati per produrre energia

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 l’intera superficie interessata dall’impianto fotovoltaico poiché i pannelli fotovoltaici sono disposti ad un’idonea altezza da terra.

Dalle informazioni e dal layout fornito dal committente si evince che l’impianto sarà dotato di strutture fisse. La disposizione delle strutture in pianta è tale che:

- distanza tra gli assi delle strutture: 9,35 m;
- luce tra le strutture in pianta: 4,88 m;
- altezza minima da terra dei moduli fotovoltaici: 2,10 m.



*Figura 10 – particolari strutture – viste laterali*



*Figura 11 – particolari strutture – vista dall'alto stringa*

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, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica. Pertanto è stata ipotizzata la possibilità di coltivare, l'intera superficie, 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 per la costituzione di prati irrigui costituiti da erba medica e colture foraggere autunno-vernine come graminacee e leguminose dall'ottima produttività, quali l'avena, l'orzo, il frumento tenero, il favino, il trifoglio incarnato, la veccia, come la migliore coltivazione da effettuare. La scelta è ricaduta su tali essenze foraggere 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

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 15 di 62</p>
---	--	---

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 9,35 ettari (30.120 moduli aventi ognuno una superficie di 3,106 mq);
- LAOR risultante  $9,35/27 = 34,6\%$ , che è inferiore al limite massimo di LAOR del 40% individuato nelle linee guida;
- superficie agricola complessiva di ha 27 interessata dall'impianto integrato con la coltivazione di foraggere;
- giacitura del terreno pianeggiante del fondo rustico;
- franco di coltivazione mediamente profondo;
- semina annuale o quinquennale di essenze erbacee foraggere su una superficie di circa 27 ettari;
- vita economica dell'impianto di anni 25;
- gestione dei lavori agricoli con il conduttore dell'azienda agricola.

### 3.2 RISPONDENZA 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 ( $S_{coltivata} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$ )	$S_{tot}$ 28 ha	$S_{imp\_fv}$ 9,35 ha	$S_{agricola}$ 27 ha	$S_{agricola} / S_{tot} = 0,96 (> 0,70)$	
	<b>A.2)</b> LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola (LAOR $\leq 40\%$ )	$S_{moduli\_fv}$ 9,35 ha	$S_{agricola}$ 27 ha		$LAOR = S_{moduli\_fv} / S_{agricola} = 0,35 (\leq 0,40)$	
<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 ( $FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$ )	$FV_{agri}^1$ 1,15 GWh/ha/anno	$*FV_{standard}^1$ 1,15 GWh/ha/anno		$FV_{agri} / FV_{standard} = 1 \geq 0,6$	
<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;	<b>Altezza minima da terra asse orizzontale moduli</b> 2,10 m			<b>TIPO 1</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>TIPO 2</b> <input type="checkbox"/>	<b>TIPO 3</b> <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	

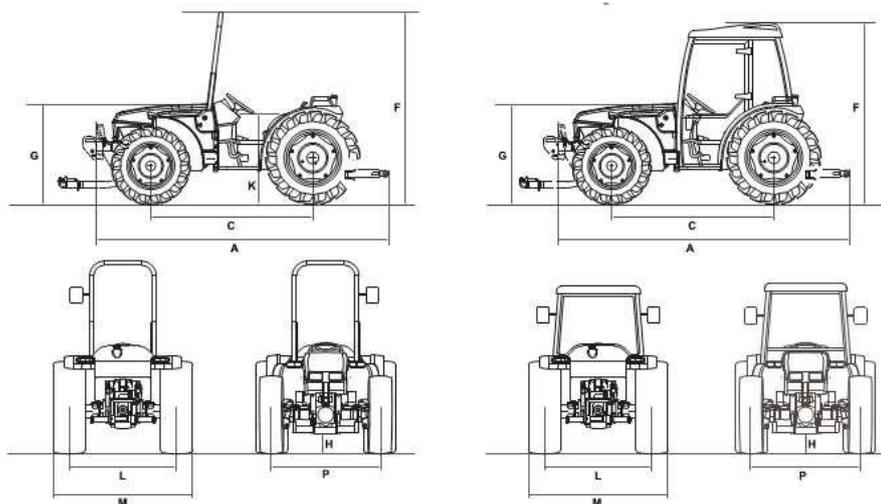
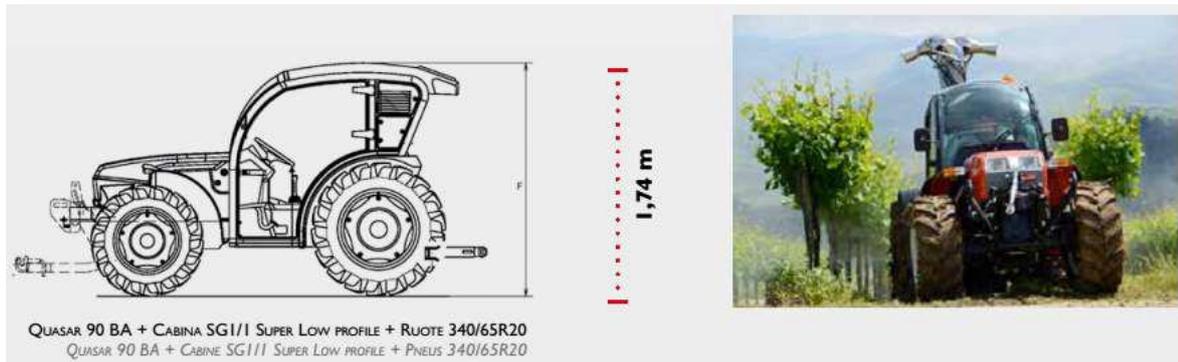
Tabella 1- Verifica requisiti dell'impianto agrivoltaico

*1 FVagri: produzione dell'impianto in oggetto (31,148 GWh/anno) sulla STOT pari a 28 ha; FVstandard: 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. 18 ha per 19,58MW e avente una produzione specifica stimata pari a 31,148 GWh/anno.*

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

La gestione agronomica richiede necessariamente l'impiego di una trattrice 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 delle foraggere come una fresatrice, un ranghinatore, una imballatrice.

Il trattore specifico tipo frutteto, rispetto alla trattrice gommata convenzionale, avrà dimensioni più contenute, in modo da poter manovrare più agilmente fra i tracker, indicativamente indicate nella *Figura 12 - Dimensioni caratteristiche di un trattore tipo frutteto sia con cabina standard che con cabina ribassata*



		Quasar 90		
		versione bassa / version basse		
Dimensioni e Pesi* Poids et Dimensions*	A	Lunghezza/Longueur	3026	
	M	Larghezza min-max/Largeur min. et max.	1398-1774	
	F	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 SG1/1 Super Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG111 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	Kg 2230		

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

Figura 12 - Dimensioni caratteristiche di un trattore tipo frutteto sia con cabina standard che con cabina ribassata (Foto: GOLDONI)

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 18 di 62</p>
---	--	---

### 3.4 APPLICAZIONE DELLE TECNOLOGIE E DELLE TECNICHE DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

L'applicazione dell'agricoltura di precisione, dei sistemi meccanici e di automazione della attività agricole si prestano al meglio ad essere utilizzate nei campi agrivoltaici, sia per le geometrie delle aree coltivate (filari di pannelli fotovoltaici) che per le particolari condizioni di luce e di umidità del terreno.

La conformazione dei campi agrivoltaici si presta bene alle applicazioni della guida automatica che consente di coltivare con precisione le varie aree; consente inoltre di garantire un elevato grado di sicurezza rispetto a possibili incidenti che potrebbero arrecare danno alle strutture fotovoltaiche.

Allo stesso modo, l'applicazione dell'agricoltura di precisione consente di correggere tutte le variazioni che possono subire le piante e il terreno in relazione alla variabilità delle luminosità e all'umidità del suolo. A tale

scopo sono utilizzati i sistemi isobus, che permettono una comunicazione standardizzata fra diversi tipi di trattori e macchinari, portando diversi vantaggi, tra cui ad esempio il fatto che non serve più munirsi di un diverso terminale per ogni tipo di macchina, ma è possibile usare un unico terminale universale, collegabile a più macchinari. Ciò significa che è possibile collegare tutte le macchine a un trattore.

Consentono cioè di automatizzare ottimizzando una serie di applicazioni agrarie quali:

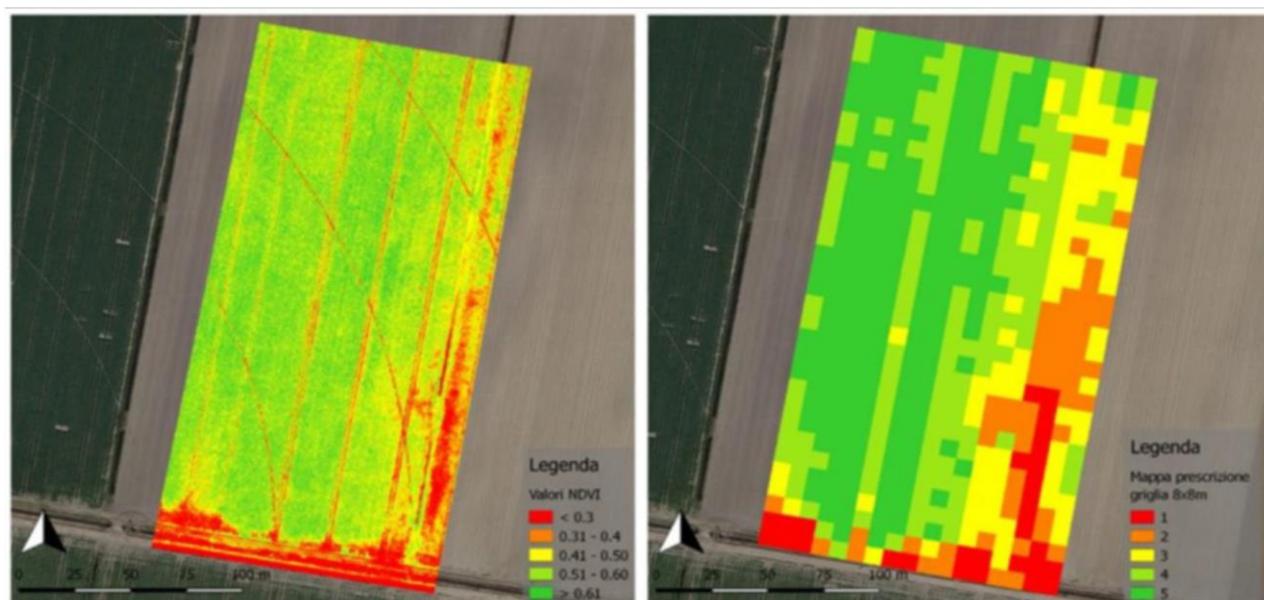
- La guida automatica o parallela;
- Irrorazione mirata;
- Concimazione;
- Semina;
- Raccolto;
- Monitoraggio differenziato.

L'applicazione della tecnologia isobus è realizzabile anche con sistemi trasferibili da un mezzo ad un altro e quindi anche con costi moderati.

Questi sistemi consentono di:

- Migliorare e uniformare verso l'alto la qualità dei prodotti coltivati;
- Incrementare l'efficienza del processo produttivo, con maggiori rese per ettaro e una decisa razionalizzazione dei costi;

- Ridurre l'impatto ambientale di concimi e agrofarmaci grazie a un uso mirato di questi prodotti che vanno tutti a bersaglio, annullando gli sprechi;
- Diminuire l'affaticamento dell'operatore agricolo grazie all'automazione delle operazioni e aumentare la sua sicurezza sul lavoro;
- Tracciare tutto il percorso produttivo e documentarlo con report di fine campagna;
- Si partirà con l'individuazione dei parametri prima delle piantumazioni e dell'istallazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici.



*Figura 13. Mappe di resa*

Si procederà, quindi, ad una rilevazione dei dati del terreno con analisi chimico fisiche con registrazione dei punti di prelievo e loro georeferenziazione. Le analisi ripetute in un programma definito. Saranno campionati i seguenti fattori come previsto dalla normativa nazionale sulla caratterizzazione dei terreni.

### 3.4.1 SISTEMI DI GUIDA PARALLELA O AUTOMATICA

La guida parallela e con maggiore precisione quella automatica permette di limitare a pochi centimetri il sormonto fra passate attigue. Senza tali dispositivi la sovrapposizione è in genere di alcune decine di centimetri nel caso di lavorazioni superficiali del terreno e di metri nella

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 20 di 62</p>
---	--	---

distribuzione di concimi e nell'esecuzione di trattamenti antiparassitari o di diserbo. La sovrapposizione genera un aumento dei tempi di lavoro, un incremento nel consumo di gasolio, uno spreco di prodotto, un conseguente potenziale impatto ambientale. Inoltre, nel caso di diserbi in post-emergenza e di trattamenti antiparassitari nelle zone di sovrapposizione avviene una doppia distribuzione che può generare un danno alla coltura, talvolta poco visibile, ma reale.

Quindi permette una guida che segue una direzione precisa che non consente deviazioni o sbandamenti.

Tali sistemi segnalano quando il veicolo non è in linea per regolare la posizione e seguire il percorso corretto, indipendentemente dal percorso da seguire nel campo o dal tipo di terreno.

Si potrà optare per sistemi fissi o intercambiabili su più mezzi.

### 3.4.2 IRRORATRICI

Un'irroratrice per trattamenti tecnologicamente aggiornata dispone di sistemi per disattivare progressivamente gli ugelli (di solito per gruppi) e chiudere progressivamente le sezioni della barra distributrice. La georeferenziazione consente di conoscere dove si è irrorato e in presenza del dispositivo che governa l'apertura e chiusura degli ugelli evitare le doppie distribuzioni. Se si possono chiudere le sezioni della barra sarà possibile superare agevolmente eventuali ostacoli sul campo. Anche in questo caso i vantaggi sono l'incremento della produttività del lavoro, il risparmio di prodotto, l'ottima copertura e il minore impatto ambientale.

### 3.4.3 SISTEMI PER RATEO VARIABILE

Questi sistemi consentono di gestire la variabilità ambientale applicando in modo conseguente gli input chimici, meccanici e biologici. È possibile farlo in tutte le fasi del ciclo colturale: lavorazioni del terreno, semina, concimazioni, trattamenti di difesa e irrigazione. Le metodologie per affrontare la distribuzione variabile (o rateo variabile) sono fondamentalmente due: quella impostata su mappe e quella che utilizza sensori.

Per tale tecnica si utilizzano dispositivi (sensori) che rilevano in tempo reale i dati reputati interessanti (caratteristiche chimico-fisiche del terreno, stato della coltura ecc.) e da utilizzare come indicatori per gestire lo svolgimento dell'operazione.

Una macchina distributrice di agrochimici a rateo variabile può modificare le quantità distribuite in base alle informazioni raccolte dal sensore fornendo vantaggi in termini di risparmio e miglioramento delle performance produttive. Se tali informazioni sono memorizzate e

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 21 di 62</p>
---	--	---

georeferenziate potranno però essere elaborate in mappe, confrontate con altri rilievi e in tal modo fornire indicazioni per impostare strategie agronomiche più efficaci sulle colture successive. La georeferenziazione, quindi, offre più ampie possibilità di applicazione.

### 3.5 INTRODUZIONE ALLA GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE FORAGGERE

L'impianto fotovoltaico sarà integrato con la coltivazione di specie foraggere tipiche mediterranee: **il conduttore dei terreni si avvarrà di professionalità, maestranze e partner già presenti 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'impianto sarà composto essenzialmente da essenze foraggere costituite da leguminose come l'erba medica, il trifoglio incarnato, il favino, la veccia, coltivate in purezza o in consociazione con graminacee come l'orzo, l'avena, il frumento tenero.



*Figura 14 – Esempio di fotovoltaico integrato con essenze foraggere (foto dal web)*

La superficie verrà suddivisa in 3 lotti ognuno della superficie di 9 ettari circa dove verranno seminate ogni anno essenze foraggere in purezza o in consociazione costituite essenzialmente da graminacee come l'avena, l'orzo, il frumento tenero e leguminose come il favino, il trifoglio incarnato, la veccia, e specie foraggere perenni come l'erba medica che verrà seminata ogni 5 anni. Queste specie foraggere verranno seminate anche negli spazi sottostanti i pannelli fotovoltaici poiché sono bene adattabili a condizioni di ombreggiamento.

Nello specifico verranno seminate essenze foraggere annuali e perennanti 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 150 cm.





*Figura 15 – Essenze erbacee*

### **Erba medica (*Medicago sativa* L.)**



*Figura 16. Erba medica*

L'erba medica è considerata tradizionalmente la pianta foraggera per eccellenza; le sono infatti riconosciute notevoli caratteristiche positive in termini di longevità, velocità di ricaccio, produttività, qualità della produzione e l'azione miglioratrice delle caratteristiche chimiche e fisiche del terreno. Di particolare significato sono anche le diverse forme di utilizzazione cui può essere sottoposta; infatti, pur trattandosi tradizionalmente di una specie da coltura prativa, pertanto impiegata prevalentemente nella produzione di fieno, essa può essere utilizzata anche come pascolo. L'erba medica è una pianta perenne, dotata di apparato radicale primario, fittonante, con un unico fittone molto robusto e allungato in profondità, nei tipi mediterranei. L'erba medica è pianta adattabile a climi e terreni differenti. Resiste alle basse come alle alte temperature e cresce bene sia

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 24 di 62</p>
---	--	---

nei climi umidi che in quelli aridi. Predilige le zone a clima temperato piuttosto fresco ed uniforme. La medica cresce stentatamente nei terreni poco profondi, poco permeabili ed a reazione acida. I migliori terreni per la medica sono quelli di medio impasto, dotati di calcare e ricchi di elementi nutritivi. Poiché l'apparto radicale si spinge negli strati più profondi del terreno, non sfrutta molto gli strati superficiali che, anzi, si arricchiscono di sostanza organica derivante dai residui della coltura. Inoltre, come del resto le altre leguminose, l'erba medica è in grado di utilizzare l'azoto atmosferico per mezzo dei batteri azotofissatori simbiotici che provocano la formazione dei tubercoli radicali. In genere l'infezione avviene normalmente, in quanto i batteri azoto-fissatori specifici sono presenti nel terreno.

Le piante di erba medica sono erbacee, perenni. La radice, a fittone, molto robusta, è lunga 4-5 metri (può raggiungere anche i 10 metri) ed ha sotto il colletto un diametro di 2-3 cm. Il fusto è eretto o suberetto, alto 50-80 cm, ramificato e ricco, a livello del colletto, di numerosi germogli laterali dai quali, dopo il taglio, si originano nuovi fusti. Le foglie sono alterne, trifogliate e picciolate; la fogliolina centrale presenta un picciolo più lungo delle foglioline laterali. All'ascella delle foglie, soprattutto delle inferiori, si originano nuove foglie trifogliate, mentre all'ascella delle foglie inferiori lunghi peduncoli portano le infiorescenze. Le infiorescenze sono racemi con in media una decina di fiori che presentano brevi peduncoli. Il fiore è quello tipico delle leguminose, composto da cinque petali: i due inferiori sono più o meno saldati fra loro e formano la carena, ai lati di questa si trovano altri due petali od ali e superiormente vi è lo stendardo composto dal quinto petalo. Gli stami sono in numero di dieci; il pistillo è costituito da un ovario composto da 2-7 ovuli, da uno stilo corto e da stigma bilobato. Il nettario è formato da un rigonfiamento del tessuto nettariofero situato all'interno del tubo formato dagli stami e circostante l'ovario. Il frutto è un legume spiralato in media tre volte, con superficie reticolata e pubescente. La sutura dorsale del legume, posta all'esterno, presenta una costolonatura che al momento della deiscenza dei semi origina un filamento ritorto su se stesso. I semi sono molto piccoli, lunghi circa 2 mm e larghi 1 mm; 1.000 semi pesano circa 2 grammi.

### **Trifoglio incarnato (*Trifolium incarnatum* L.)**



*Figura 17. Trifoglio incarnato*

Pianta cespitosa con radice fittonante, fusto tormentoso alto fino a 80 cm. Le tre foglioline sono sub-ovate, denticolate all'apice ed articolate sullo stesso punto. I fiori sono riuniti in un capolino di colore rosso molto caratteristico. I semi sono ovali, di colore giallo-bruno lucido, con peso di 1000 semi di 3,2-3,6 g.

Resiste bene al freddo, ma nelle regioni settentrionali e nei terreni argillosi, soprattutto se seminato tardi, può subire gravi danni per sradicamento da gelo. Il trifoglio incarnato rappresenta una pianta interessante per i terreni sciolti, asciutti e poveri di calcare, dove la veccia ed il pisello forniscono in genere delle prestazioni produttive piuttosto scarse.

In coltura pura si semina ai primi di ottobre con 25-35 o più Kg/ha di seme, in file distanti 18-20 cm. La raccolta deve essere eseguita con piante in fioritura; raccolte più tardive possono causare disturbi all'animale a causa di numerosi peli ispidi di cui è provvisto il calice dei fiori.

L'utilizzazione più frequente è la coltura in miscuglio con la loiessa ed in qualche caso anche con i cereali, ma viene coltivato anche in purezza.

Nelle regioni meridionali può essere usato anche per un buon pascolo in inverno e per produzioni di seme in primavera.

Il trifoglio incarnato comprende diverse forme e tipi che si differenziano tra di loro per la diversa precocità, la produzione ed anche per il colore dei fiori. In Campania ad esempio si segnalano 4 diversi tipi con fioritura da Marzo a tutto Giugno. Un buon erbaio di trifoglio incarnato può produrre 25-30 t/ha di foraggio verde.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 26 di 62</p>
---	--	---

Sono iscritte a Registro undici varietà.

### **Favino (*Vicia faba minor* L.)**



*Figura 18. Favino*

Il favino è una leguminosa appartenente alla tribù delle Viciae. Appartiene alla varietà minor, si distingue dalle altre varietà in base alla dimensione dei semi; quelli del favino sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700g) e si impiegano per seminare erbai e sovesci (poiché fanno risparmiare seme, rispetto alle altre varietà) e anche come concentrati nell'alimentazione del bestiame.

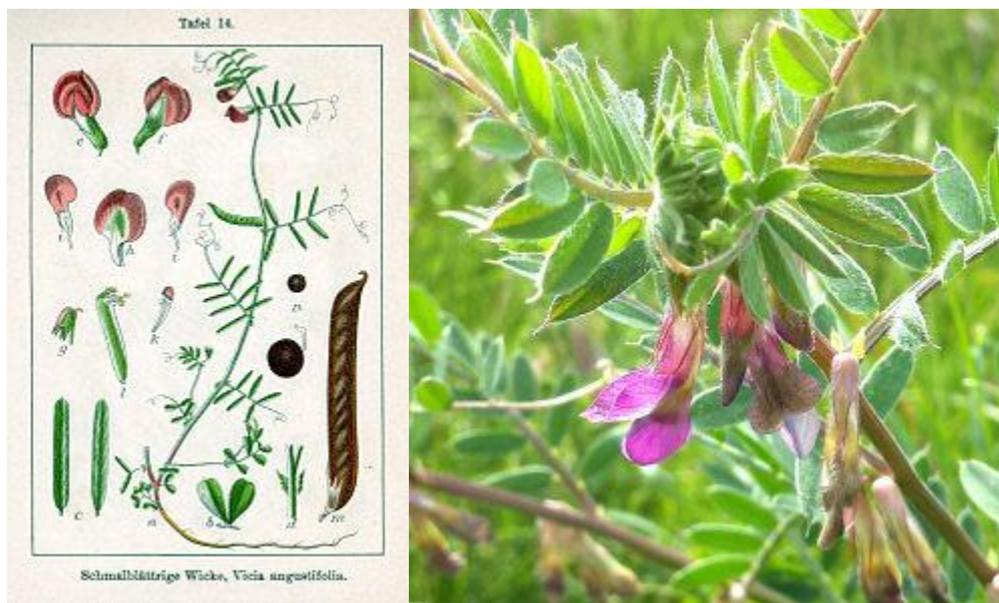
Il favino è una pianta annuale, a rapido sviluppo, a portamento eretto, glabra, di colore grigio-verde, a sviluppo indeterminato. La radice è fittonante, ricca di tubercoli voluminosi. Gli steli eretti, fistolosi, quadrangolari, alti fino a 1,50 m (media 0,80-1,00) non sono ramificati, ma talora si può avere un limitatissimo accostamento con steli secondari sorgenti alla base di quello principale.

Le foglie sono alterne, paripennate, composte da due o tre paia di foglioline sessili ellittiche intere, con la fogliolina terminale trasformata in un'appendice poco appariscente ma riconducibile al cirro che caratterizza le foglie delle Viciae. I fiori si formano in numero da 1 a 6 su un breve racemo che nasce all'ascella delle foglie medie e superiori dello stelo. I fiori sono quasi sessili, piuttosto appariscenti (lunghezza 25 mm), la corolla ha petali bianchi e talora violacei e, quasi sempre, con caratteristica macchia scura sulle ali. L'ovario è pubescente, allungato e termina con uno stigma a capocchia, esso contiene da 2 a 10 ovuli.

Nel favino la fecondazione può essere allogama, con impollinazione incrociata operata da imenotteri (api e bombi), o autogama. L'ovario fecondato si sviluppa in un baccello allungato, verde allo stato immaturo, bruno quando maturo e secco, esso contiene da 2 a 10 semi.

Uno degli usi più frequenti del favino è quello come coltura da sovescio, in questo caso il favino va seminato a inizio autunno, così che abbia raggiunto un buono sviluppo prima dei freddi invernali, e poi in primavera quando si trova in fioritura la coltura viene arata in modo che tutta la parte verde sia interrata, così facendo arricchisco il terreno di sostanza organica che sarà facilmente degradata in quanto il terreno dove si trovava il favino è ricco in azoto grazie all'azotofissazione dei batteri simbiotici delle radici e quindi i microrganismi troveranno un substrato ideale sul quale moltiplicarsi e in seguito degradare la sostanza organica. Inoltre con questa tecnica si arricchisce di molto il contenuto in acqua del terreno che sarà ceduta lentamente e quindi si eviteranno stress idrici alle colture che seguiranno. Nonostante una parte di azoto venga usato dai microrganismi nel terreno ne rimane una buona quantità, per questo si deve evitare di fare il sovescio di leguminose per vari anni sullo stesso appezzamento soprattutto se ci sono colture arboree perché la forte presenza di azoto promuove un'anticipata ripresa vegetativa correndo quindi maggiori rischi di gelate tardive.

### **Veccia (*Vicia sativa*)**



*Figura 19. Veccia*

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 28 di 62</p>
---	--	---

La veccia è una tipica pianta da erbaio molto appetita dal bestiame, è adatta all'impiego come essenza da sovescio per la sua attività azoto fissatrice ed ha un'ottima capacità di soffocamento delle malerbe, ma è molto sensibile ai ristagni d'acqua.

Pur adattandosi a tutti gli ambienti, essa prospera meglio in quelli non eccessivamente umidi e freddi, preferendo i climi temperato-caldi. La veccia è una pianta rustica che raramente viene attaccata da crittogame anche se fra i possibili patogeni dannosi, ricordiamo il mal bianco, la peronospora e la ruggine.

Essa è un'ottima essenza da foraggio, è ricca di proteine (18% sulla sostanza secca), è di grande digeribilità ed è ben appetita dal bestiame, purché venga utilizzata ad inizio fioritura.

La veccia è una foraggera che solitamente entra in miscugli oligofiti con altre essenze che fungono da tutore.

Si consiglia la semina meccanica che garantisce un interrimento regolare per evitare danni provocati dai volatili.

Un miscuglio classico è quello avena-veccia-pisello, erbaio tipico per il foraggiamento verde, e il cui equilibrio fra le essenze, dipende dall'ambiente pedo-climatico e dal rapporto di semina dei componenti che varia in percentuale, con una dose di semina complessiva consigliata di 120-160 kg/ha.

La veccia può essere mischiata anche all'avena e al favino. La dose di semina consigliata per eventuali semine in purezza è di 100-150 kg/ha.

Dall'erbaio di veccia si possono ricavare 40-50 q.li/ha di sostanza secca in caso di coltura monofita, 40-70 q.li/ha in caso di consociazione.

La veccia è una pianta miglioratrice in virtù del suo apparato radicale fittonante e ricco di tubercoli. Nell'avvicendamento delle colture principali per esempio grano-mais o grano-sorgo, si inserisce la veccia come coltura da erbaio.

La veccia dimostra di trarre molto vantaggio da una accurata preparazione del terreno infatti, un buon livellamento evita possibili ristagni d'acqua che sono dannosi per questa leguminosa, e un buon affinamento superficiale favorisce l'interrimento del seme.

La veccia può essere seminata in autunno nelle regioni a clima mite, oppure in primavera nelle zone più settentrionali dove le basse temperature non compromettono la sopravvivenza.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 29 di 62</p>
---	--	---

In merito alla concimazione, considerando la capacità azoto-fissatrice della pianta, si consiglia l'apporto di poco fosforo e potassio nell'ordine di 80-120 kg/ha di p<sub>2</sub>o<sub>5</sub> e di 40-80 kg/ha di k<sub>2</sub>o, da somministrare nella fase di impianto della coltura.

### **Avena (*Avena sativa* L.)**



*Figura 20. Avena*

L'avena presenta un apparato radicale di sviluppo notevole, superiore agli altri cereali per profondità ed espansione; culmi robusti, costituiti da un numero di nodi in genere superiore a quello degli altri cereali del gruppo; foglie con lamina larga, verde bluastrò, con ligula sviluppatissima, mentre le agricole mancano.

L'infiorescenza è un pannicolo tipico, spargolo, con numerose ramificazioni portanti spighe con due (meno frequentemente tre) fiori; le cariossidi a maturazione sono vestite; le glumelle talora sono ristate, con caratteristica resta ginocchiata, inserita sul dorso della giumenta stessa. La fecondazione è autogamia.

Il peso di 1000 semi si aggira sui 25-35 grammi, quello dell'ettolitro su 40-60 Kg. Il valore nutritivo è alquanto basso a causa della notevole quantità di fibra: in media 0,7 UF/Kg.

L'avena ha i consumi idrici più alti di tutti i cereali, escluso il riso, per cui è particolarmente suscettibile al danno del caldo e del secco, specialmente durante la granigione: è per questo che è specie ben adatta ai climi freschi e umidi.

L'avena è pochissimo resistente al freddo, per cui quasi tutta l'avena del mondo è coltivata in semina primaverile, con l'eccezione dei climi caldo-aridi dove si semina in autunno. Temperature minime

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 30 di 62</p>
---	--	---

dell'ordine di -10°C sono fatali per le varietà primaverili, mentre per quelle autunnali la soglia è di -14°C.

Quanto al terreno l'avena è molto più adattabile di ogni altro cereale: a terreni magri o sub-acidi, molto compatti o molto sciolti (purché in questi l'umidità non manchi), troppo soffici perché ricchi di sostanza organica mal decomposta (quindi ottima su dissodamento di lande, boschi, prati, ecc.). E' meno adattabile del frumento alla salinità del terreno.

Essendo molto resistente al mal del piede, l'avena si adatta bene ai ristoppi.

I principali obiettivi del miglioramento genetico dell'avena sono la resistenza all'allettamento, per forzare la concimazione azotata, e al freddo, per poter fare la semina autunnale.

Il miglioramento genetico dell'avena non è stato in Italia sviluppato come quello del frumento. Pertanto poche e ancora non soddisfacenti sono le varietà italiane oggi disponibili; la maggior parte delle varietà di avena iscritte al Registro nazionale sono straniere, di provenienza Nord-europea: ma queste, essendo selezionate in Paesi nordici dove la semina è sempre primaverile, non resistono al freddo e quindi non si prestano a semine autunnali, e per di più sono inaccettabilmente tardive.

La semina autunnale va fatta anticipata rispetto al frumento e allo stesso orzo: quindi in ottobre; quella primaverile, in marzo-aprile.

La quantità di seme più consigliabile è di 120-150 Kg/ha, adottando le densità inferiori nel caso di semine precoci.

La concimazione azotata va commisurata, oltre che alla fertilità, del terreno e al clima, alla resistenza all'allettamento delle varietà impiegate. Le dosi massime applicabili alla cv. Ava, sono di 60-80 Kg/ha di azoto; sulle altre varietà, più allettabili, 30-40 unità sono il massimo che si può dare. La risposta dell'avena alla concimazione azotata è ancora più spettacolare che negli altri cereali.

Il diserbo ricalca quello del frumento (ovviamente con esclusione degli avenicidi).

Con buone cultivar si possono raggiungere, in ottime condizioni, 4-5 t/ha.

Buone sono da considerare rese di 3,5-4 t/ha.

Si consideri che la granella nel migliore dei casi, cioè di regolare riempimento delle cariossidi, è costituita per il 25-30% dalle giumelle che le rivestono: nel caso molto frequente che la granigione sia stata ostacolata dalla deficienza di acqua, la quota di rivestimento può aumentare anche di molto oltre le percentuali indicate.

### **Orzo (*Hordeum vulgare* L.)**



*Figura 21. Orzo*

L'orzo si coltiva, oltre che per granella, anche come pianta da foraggio. Nelle zone dove il clima è meno adatto alla coltivazione del frumento, l'orzo è stato, ed in molti Paesi in via di sviluppo è tuttora, un importante alimento per l'uomo, come fonte di carboidrati e secondariamente di proteine. Invece nei Paesi più sviluppati, la granella di orzo trova la destinazione principale (85-90%) nella mangimistica zootecnica e secondariamente (10-15%) nell'industria del malto (il malto, cioè la granella in cui l'amido è stato idrolizzato, è la materia prima per la fabbricazione della birra, del whisky e per la preparazione di farine al malto, ecc.).

L'orzo ha una serie di caratteristiche che lo differenziano dal frumento e che gli conferiscono una maggiore adattabilità ad ambienti marginali molto diversi.

L'orzo è più precoce del frumento e il suo breve ciclo biologico gli consente di essere coltivato fin quasi al circolo polare artico dove è l'unico cereale che, seminato dopo l'inverno, riesce a giungere a maturazione in quelle brevi estati.

L'orzo è altresì preferito al frumento dove la siccità è molto spinta: ciò grazie alla precocità, ai consumi idrici relativamente ridotti e alla tolleranza delle alte temperature. L'orzo in semina autunnale riesce a maturare tanto presto da sfuggire meglio delle altre specie alla siccità e a utilizzare al massimo ai fini produttivi la poca acqua disponibile. Per questo l'orzo è il cereale dominante nelle zone semiaride del Medio Oriente e del Nord Africa.

L'orzo è il principale cereale coltivato nelle oasi dei deserti africani medio-orientali grazie alla sua maggiore tolleranza alla salinità dell'acqua e del terreno.

In Italia l'orzo ha il principale motivo d'interesse nella sua maggior resistenza al mal del piede che lo rende più adatto del frumento al ringrano. Inoltre la sua precocità lo fa maturare 8-10 giorni prima del frumento tenero con vantaggio per l'organizzazione aziendale della raccolta.

Per quanto riguarda il terreno, l'orzo produce meglio del frumento in terreni magri, sciolti, difettosi, purché ben drenati; l'orzo è il cereale più resistente alla salinità del terreno. Resiste al freddo meno del frumento.

### **Frumento tenero (*Triticum aestivum* L.)**



*Figura 22. Frumento tenero*

Il frumento, o grano tenero, è un cereale autunno-primaverile, noto fin dai tempi antichi (fu una delle prime colture su larga scala), originario della Mezzaluna Fertile tra il Tigri e l'Eufrate, derivante dall'incrocio di diverse specie (si tratta di un esaploide con numero cromosomico  $2n=42$ ). I frumenti diploidi e tetraploidi sono giunti nel bacino del Mediterraneo già alla fine del Neolitico, quelli esaploidi probabilmente più tardi. A volte la specie sfugge alle colture e appare allo stato spontaneo in ambienti disturbati presso le strade. Il nome generico secondo Varrone deriva dal latino 'tritum' (battuto), per l'uso di battere il frumento onde far uscire il grano dalle spighe. Forma biologica: terofita scaposa. Periodo di fioritura: maggio-giugno. L'impiego del frumento in campo zootecnico da sempre riveste un'importanza relativa, dal momento che il soddisfacimento dei fabbisogni energetici degli animali è assicurato in gran parte dal mais (insilato allo stato ceroso, granella secca, pastone di granella o di pannocchia) e in secondo ordine dall'orzo (granella secca, insilato allo stato ceroso).

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 33 di 62</p>
---	--	---

Negli ultimi anni sono però emerse, specialmente per il mais, delle criticità legate al diffondersi di parassiti, alla necessità di adempiere ai regolamenti della politica comunitaria (rotazione) e alla disponibilità di acqua (specialmente per le zone marginali).

### 3.5.1 OPERAZIONI COLTURALI

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 meteorologiche.

Per quanto concerne la coltivazione dell'erba medica, questa sarà effettuata in irriguo sfruttando gli irrigatori semoventi già presenti in azienda.

Gli irrigatori semoventi sono dei dispositivi di irrigazione meccanica composti da una macchina con ruote e da un tubo avvolgibile, questi irrigatori consentono di innaffiare ampie porzioni di superficie. Gli irrigatori semoventi sono realizzati con diversi modelli e fasce di potenza. Anche la lunghezza e il diametro del tubo avvolgibile cambiano in base alla potenza della macchina e alle dimensioni della superficie da irrigare. Gli irrigatori semoventi mobili hanno un tubo con lunghezza compresa tra 180 e 450 metri e diametro compreso tra 63 e 125 centimetri.



*Figura 23. Irrigatore semovente mobile per l'irrigazione dell'erba medica*



*Figura 24. 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 25. 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 26. Pressatura foraggio (foto dal web)*

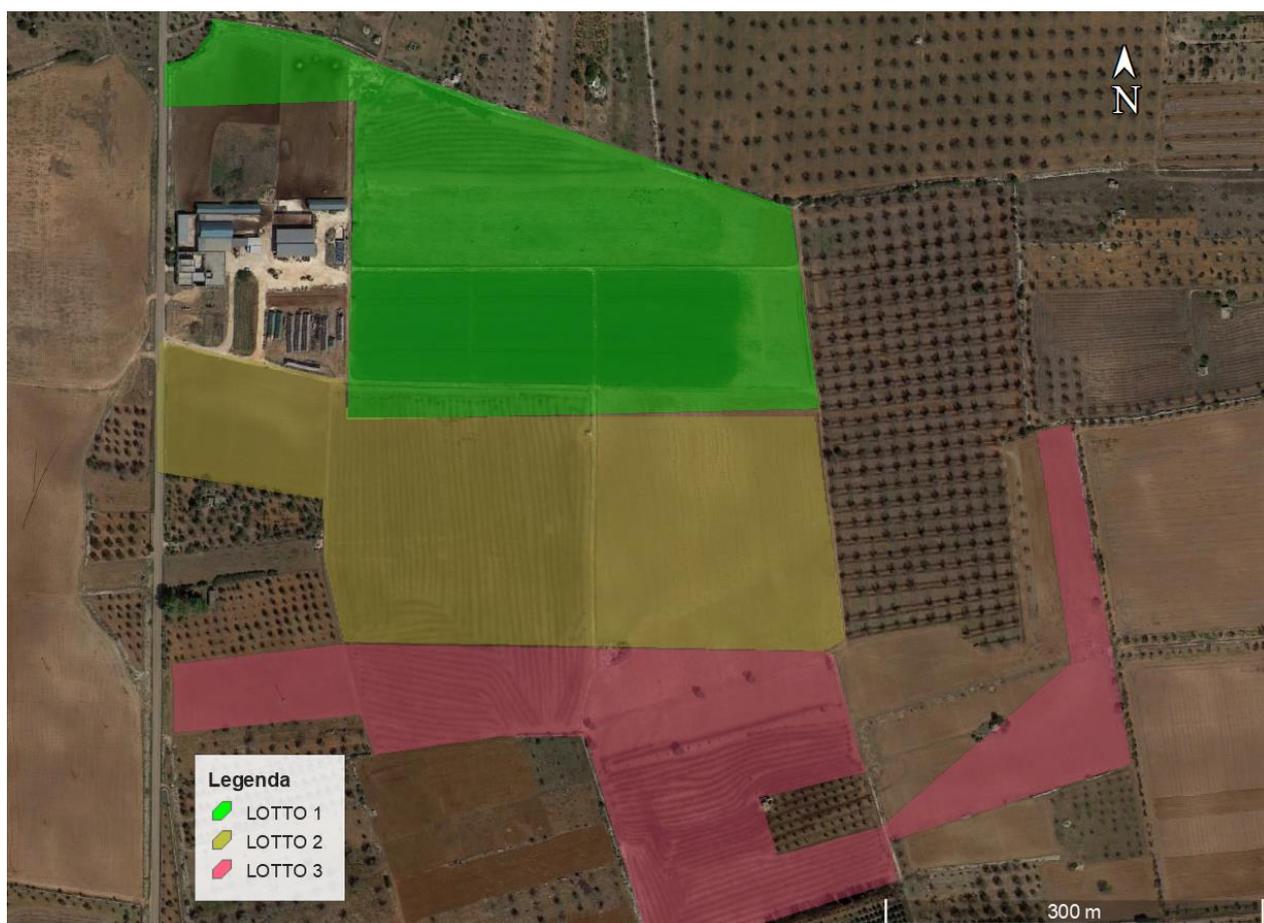
### 3.5.2 AVVICENDAMENTO CULTURALE

L'intera area di impianto è stata suddivisa in tre lotti di pari dimensioni, circa 9 ettari per ogni lotto, dove verranno coltivate le essenze foraggere seguendo la pratica culturale dell'avvicendamento o rotazione culturale, una tecnica agronomica che prevede l'alternanza, sullo stesso appezzamento di terreno, di diverse specie agrarie con l'obiettivo di riequilibrare le proprietà biologiche, chimiche e fisiche del suolo coltivato.

I principali vantaggi agronomici di questa tecnica sono strettamente connessi all'aumento della fertilità fisica e chimica del suolo. Questa viene ottenuta grazie alla diversa conformazione degli apparati radicali e a un diverso rapporto carbonio/azoto dei residui colturali. Rapporto che impatta

in maniera importante sul bilancio unico del suolo. Inoltre, l'avvicendamento riduce le allelopatie, l'instaurarsi di focolai di patogeni coltura-specifici e l'insediarsi di malerbe tipiche di una determinata coltura.

Dal punto di vista ambientale, la rotazione permette di mantenere una maggior variabilità paesaggistica ed ecologica, oltre a ridurre la persistenza di disservizi ecosistemici come i focolai di parassiti.



*Figura 27. Lotti di coltivazione*

ANNO	LOTTO 1	LOTTO 2	LOTTO 3
1	ERBA MEDICA	AVENA-VECCIA	ORZO
2	ERBA MEDICA	ORZO	FAVINO
3	ERBA MEDICA	FRUMENTO TENERO	AVENA-VECCIA
4	ERBA MEDICA	TRIFOGLIO INCARNATO	FRUMENTO TENERO
5	ERBA MEDICA	ORZO	MAGGESE
6	FRUMENTO TENERO	ERBA MEDICA	FAVINO
7	MAGGESE	ERBA MEDICA	ORZO
8	ORZO	ERBA MEDICA	FRUMENTO TENERO
9	AVENA-VECCIA	ERBA MEDICA	TRIFOGLIO INCARNATO
10	FRUMENTO TENERO	ERBA MEDICA	AVENA-VECCIA
11	TRIFOGLIO INCARNATO	ORZO	ERBA MEDICA
12	ORZO	MAGGESE	ERBA MEDICA
13	MAGGESE	FRUMENTO TENERO	ERBA MEDICA
14	FAVINO	AVENA-VECCIA	ERBA MEDICA
15	FRUMENTO TENERO	ORZO	ERBA MEDICA
16	ERBA MEDICA	TRIFOGLIO INCARNATO	ORZO
17	ERBA MEDICA	AVENA-VECCIA	FRUMENTO TENERO
18	ERBA MEDICA	FRUMENTO TENERO	TRIFOGLIO INCARNATO
19	ERBA MEDICA	ORZO	MAGGESE
20	ERBA MEDICA	MAGGESE	AVENA-VECCIA
21	ORZO	ERBA MEDICA	FRUMENTO TENERO
22	FRUMENTO TENERO	ERBA MEDICA	ORZO
23	MAGGESE	ERBA MEDICA	AVENA-VECCIA
24	AVENA-VECCIA	ERBA MEDICA	FRUMENTO TENERO
25	FRUMENTO TENERO	ERBA MEDICA	MAGGESE

*Tabella 2. Piano delle rotazioni colturali*

#### 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.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 39 di 62</p>
---	--	---

#### 4.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO E TOTALE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ESSENZE FORAGGERE PER LA PRODUZIONE DI FORAGGIO

Dati impianto	Valori
Scelta essenze erbacee	Erba medica, trifoglio incarnato, favino, veccia, orzo, avena, frumento tenero
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Totale superficie di impianto (ettari)	27
<b>Costi di impianto</b>	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	<b>€ 3.780,00</b>
- Concimazione letto di semina con letame € 40/ha	<b>€ 1.080,00</b>
- Costo concime € 0 (letame autoprodotta)	<b>€ 0,00</b>
Costo medio semente € 150/ha	<b>€ 4.050,00</b>
Semina € 60/ha	<b>€ 1.620,00</b>
Rullatura letto di semina € 40/ha	<b>€ 1.080,00</b>
Costi di irrigazione erba medica € 250/ha (9 ha)	<b>€ 2.250,00</b>
Totale costi di impianto	<b>€ 13.860,00</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 di irrigazione erba medica € 250/ha (9 ha)	<b>€ 2.250,00</b>

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 40 di 62</p>
---	--	---

Costi Generali di Gestione (ivi inclusa certificazione Biologico)	<b>€ 2.000,00</b>
Totale costi di gestione	<b>€ 12.250,00</b>
<b>Produzione annuale impianto</b>	
Produzione media foraggio erba medica/ha (kg) 1° anno	10.000
Produzione foraggio totale erba medica (kg) 1° anno (9 ha)	90.000
Produzione media foraggio erba medica/ha (kg) 2° anno	13.000
Produzione foraggio totale erba medica (kg) 2° anno (9 ha)	117.000
Produzione media foraggio erba medica/ha (kg) 3° anno	10.000
Produzione foraggio totale erba medica (kg) 3° anno (9 ha)	90.000
Produzione media foraggio erba medica/ha (kg) 4-5° anno	7.000
Produzione foraggio totale erba medica (kg) 4-5° anno (9 ha)	63.000
Produzione media annuale foraggio altre foraggere/ha (kg)	14.000
Produzione foraggio annuale totale altre foraggere (kg) (18 ha)	252.000

*Tabella 3.*

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGRONOMICA E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>DATA:</b> DICEMBRE 2022 Pag. 41 di 62</p>
---	--	---

#### 4.2 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA (VALORE DI MERCATO) – IN EURO - CONSIDERANDO IL PREZZO MEDIO DI VENDITA DEL FORAGGIO AD € 0,25/KG

Analisi dei flussi di cassa (valore di mercato) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita del foraggio a 0,25 €/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>	13.860 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	13.860 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	13.860 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	13.860 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	13.860 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €	12.250 €
<b>RICAVI (VALORE DI MERCATO FORAGGIO)</b>	85.500 €	92.250 €	85.500 €	78.750 €	78.750 €	85.500 €	92.250 €	85.500 €	78.750 €	78.750 €	85.500 €	92.250 €	85.500 €	78.750 €	78.750 €	85.500 €	92.250 €	85.500 €	78.750 €	78.750 €	85.500 €	92.250 €	85.500 €	78.750 €	78.750 €
<b>CASH FLOW</b>	71.640 €	80.000 €	73.250 €	66.500 €	66.500 €	71.640 €	80.000 €	73.250 €	66.500 €	66.500 €	71.640 €	80.000 €	73.250 €	66.500 €	66.500 €	71.640 €	80.000 €	73.250 €	66.500 €	66.500 €	71.640 €	80.000 €	73.250 €	66.500 €	66.500 €
<b>Reddito totale</b>																								<b>1.431.560,00 €</b>	

Tabella 4.

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

#### **PRATI PERMANENTI, FORAGGERE**

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 27, ne consegue che il fabbisogno totale di ore annue lavorative è pari a 675 ore.

#### **4.4 RICADUTE OCCUPAZIONALI**

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

Pertanto, con riferimento alla gestione delle foraggiere si stimano n. 2 unità lavorative annuali 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):

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' AL PTA</b></p>	<p><b>DATA:</b>  <b>DICEMBRE 2022</b>  Pag. 43 di 62</p>
--	---	--

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-colture foraggere per la produzione di energia elettrica rinnovabile tramite la tecnologia fotovoltaica, della potenza di picco installata in corrente continua di 19,58MW e la produzione di foraggio in continuità con l'attività agricola già svolta sulla stessa superficie lorda di circa 27 ettari nel comune di Nardò (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.

<b>Sensore</b>	<b>Altezza sensore dal suolo</b>	<b>Osservazioni</b>
<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 e distante 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.

*Tabella 5. 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

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

*Tabella 6. Caratteristiche tecniche stazione meteo*

SENSORI			
PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	RANGE	RISOLUZIONE
Bagnatura fogliare	%	0 ÷ 100	1
Temperatura suolo	°C	-55 ÷ +125	
Tensione idrica suolo	<u>cBar</u>	0 ÷ 200	
Temperatura Atm.	°C	-40 ÷ +85	
Umidità Relativa Atm.	%	0 ÷ 100	
Pressione Atm.	<u>kPa</u>	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	-	

*Tabella 7. Caratteristiche tecniche sensori*



*Figura 28. 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.

#### **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:

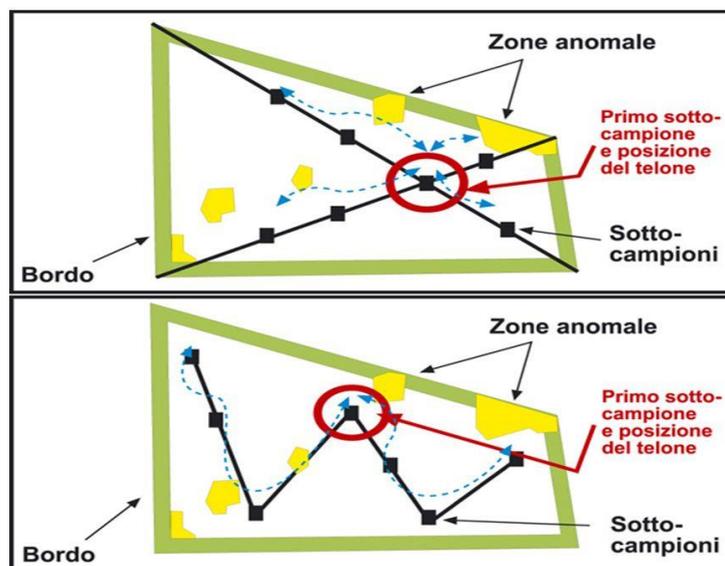


Figura 29. Campionamento non sistematico a X(sopra) o a W(sotto).

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

*Tabella 8. Analisi chimico-fisiche del terreno*

Particolare attenzione verrà posta al controllo dei nitrati presenti nel suolo mediante la tecnica spettrofotometrica: la percentuale dei nitrati presenti verrà costantemente monitorata ed annotata annualmente sui quaderni di campagna e sul gestionale tecnico dell'azienda.

Nelle analisi chimico-fisiche che annualmente verranno eseguite si cercherà anche la presenza di metalli pesanti e metalloidi nel suolo relativamente a 14 metalli:

- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1. ANTIMONIO | 8. NICHEL   |
| 2. ARSENICO  | 9. PIOMBO   |
| 3. BERILLIO  | 10. RAME    |
| 4. CADMIO    | 11. SELENIO |
| 5. COBALTO   | 12. STAGNO  |
| 6. CROMO     | 13. VANADIO |
| 7. MERCURIO  | 14. ZINCO   |

La campionatura dovrà essere effettuata in conformità con quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. N° 248 delr 21/10/1999.

La frazione superficiale (*top-soil*) deve essere prelevata a una profondità compresa tra 0 e 20 cm e la frazione sotto superficiale (*sub-soil*) a una profondità compresa tra 20 e 60 cm. Ogni campione dovrà essere eseguito con 3 punti di prelievo o aliquote, distanti planimetricamente tra loro, minimo 2,5 mt e massimo 5 mt, ottenuti scavando dei mini-profili con trivella pedologica manuale, miscelati in un'unica aliquota. Il campione *top-soil* sarà quindi l'unione di 3 aliquote *top-soil* e il campione *sub-soil* sarà l'unione di 3 aliquote *sub-soil*, tutte esattamente georeferenziate.

A loro volta le analisi dei campioni devono essere condotte in conformità con il Decreto Ministeriale 13/09/1999. Secondo tale decreto, oltre ai parametri chimico fisici, il rapporto di analisi deve contenere una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione.

Il prelievo e l'analisi devono essere eseguiti da laboratori accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC17025. Per la parametrizzazione dei valori chimo-fisici del terreno si prenderanno in considerazione gli elementi della seguente tabella:

Parametro	Metodo analitico	Unità di misura
tessitura	Classificazione secondo il triangolo della tessitura USDA	/
pH	Metodo potenziometrico, D.M. 13/09/99	unità pH
calcare totale	Determinazione gas volumetrica	g/kg S.S. CaCO3
calcare attivo	Permanganometria (metodo Drouineau)	g/kg S.S. CaCO3
Sostanza organica	Metodo Springler-Klee	g/kg S.S. C
CSC	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
N totale	Metodi Kjeldhal	g/kg S.S. N
P assimilabile	Metodo Olsen	mg/kg S.S. P
Conduttività elettrica	Conduttività elettrica dell'estratto acquoso	µS/cm
K scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
Mg scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
rapporto Mg/K	Determinazione con ammonio acetato	/
Ca scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.

Tabella 9. Parametrazione dei valori chimo-fisici del terreno

Giudizio	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FSA)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)
molto basso	<50	<75	<100
basso	50-80	75-100	100-150
medio	80-150	100-250	150-300
elevato	150-250	250-350	300-450
molto elevato	>250	>350	>450

Tabella 10. Interpretazione della dotazione di potassio scambiabile in base alla tessitura (mg/kg)

Base di Scambio	Giudizio agronomico				
	molto basso	basso	medio	alto	molto alto
Potassio	<1	1-2	2-4	4-6	>6
Magnesio	<3	3-6	6-12	12-20	>20
Calcio	<35	35-55	55-70	>70	

Tabella 11. Interpretazione della dotazione delle basi di scambio in relazione alla CSC (% equivalenti sulla CSC)

Si provvederà a campionare il terreno periodicamente (una volta all'anno, un campione per lotto) per la verifica del rilascio dei metalli pesanti da parte dei pannelli fotovoltaici o da parte di altri componenti dell'impianto che potrebbero contaminare il suolo agricolo. A tal scopo, ai sensi del D.P.R.n. 120/2017 Allegato 4, si provvederà a parametrare la presenza di:

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (\*)
- IPA (\*)

#### **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.



Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO"  
della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione  
alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)  
**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' AL PTA**

**DATA:**  
**DICEMBRE 2022**  
**Pag. 59 di 62**

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 • Monitoraggio bagnatura fogliare • Monitoraggio temperatura del suolo su un livello • Monitoraggio potenziale idrico del suolo su un livello • Monitoraggio dei parametri atmosferici (temperatura, U.R. e pressione atmosferica) • Monitoraggio irradianza solare • Monitoraggio precipitazioni (pioggia) • Monitoraggio velocità e direzione del vento • Monitoraggio temperatura sul secondo livello di profondità • Monitoraggio potenziale idrico del suolo sul secondo livello di profondità • Monitoraggio accrescimento (misura dendrometrica) • Monitoraggio pH • Monitoraggio conducibilità elettrica	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 termigigrometro, 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 monitoraggi 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 12. Cronoprogramma attività di monitoraggio

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p><b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' AL PTA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2022</b> <b>Pag. 61 di 62</b></p>
--	---	---

## 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.

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

1. Sulla quasi totalità 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 è migliorativa rispetto alla situazione quante;
4. La organizzazione spaziale dell'impianto è tale che sono soddisfatti i requisiti per la definizione di "agrivoltaico Avanzato" 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.