

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE DI SALANDRA E DI SAN MAURO FORTE

LOCALITA':

PROGETTO:

INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE"

TITOLO DOCUMENTO:

RELAZIONE FATTIBILITA' AGROECONOMICA

REFERENTE PER LO SVILUPPO DEL PROGETTO



ENERGY CONSULTING & SERVICES ITALY s.r.l.

N. REA 2639769 C.C.I.A.A. di Milano
Corso Matteotti, 1 - 20121 Milano (MI)
energyconsultingervicesitaly srl@legalmail.it
CF/P.IVA 12085480965

SOGGETTO RICHIEDENTE



CLEAN ENERGY BASILICATA S.R.L.

N. REA 2587685 C.C.I.A.A. di Milano
Via Santa Sofia, 22 - 20122 Milano (MI)
PEC: cleanenergyragosrl@legalmail.it
CF/P.IVA 11210080963

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



Ing. Carmen Martone
Geol. Raffaele Nardone

Via Verrastro 15/A, 85100 Potenza
P.Iva 02094310766



Ing. Domenico Ivan CASTALDO

Iscr. n°8630 Y Ordine Ingegneri di Torino
C.F. CST DNC 73M18 H355W -
Via Treviso n. 12 CAP 10144 - Torino
Tel. 011/217.0291

PEC: info@pec.studioingcastaldo.it

Codice lavoro	Livello projet	Cat. Op.	Tipologia	Numero	Rev.	Pag.	di	Nome file	Scala	Progressivo
C261	PD	I.FV_IF	R	A.15.2	/00	1	1	A.15.2_Relazione_fattibilita_agronomica		
Rev.	Data	Descrizione						Redazione	Controllo	Approvazione
00	Aprile 2024	Emissione						ing. Domenico Castaldo EGM Project	ing. Domenico Castaldo EGM Project	ing. Domenico Castaldo EGM Project

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO.....	7
3.1 ORIENTAMENTO COLTURALE DELL'AREA DI PROGETTO	8
4. PROGETTO DI FOTOVOLTAICO INTEGRATO PROPOSTO.....	8
4.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO PROPOSTO	8
4.2 RISPONDENZA AI REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	11
4.3 MEZZI MECCANICI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA	14
4.4 APPLICAZIONE DELLE TECNOLOGIE E DELLE TECNICHE DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE	16
4.4.1 SISTEMI DI GUIDA PARALLELA O AUTOMATICA	18
4.4.2 IRRORATRICI	18
4.4.3 SISTEMI PER RATEO VARIABILE	18
4.5 INTRODUZIONE ALLA GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE CEREALICOLE E FORAGGERE	19
4.5.1 COLTIVAZIONE DELLE ESSENZE CEREALICOLE E FORAGGERE	19
4.5.2 AVVICENDAMENTO COLTURALE	30
5. OBIETTIVI PERSEGUITI	33
5.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO E TOTALE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ESSENZE CEREALICOLE E FORAGGERE PER LA PRODUZIONE DI GRANELLA E FORAGGIO	33
5.2 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA IN EURO PER 1 ETTARO DI SUPERFICIE COLTIVATA CON CEREALI O FORAGGERE	35
5.3 RICADUTE OCCUPAZIONALI.....	36
6. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	36
6.1 MODALITÀ E FREQUENZA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELL'AGRIVOLTAICO	36
7. IDENTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI DA MONITORARE	37
7.1 COMPONENTI DA MONITORARE.....	37
7.2 IMPATTI DA MONITORARE	38
7.3 TIPOLOGIA E FASI DELLA MANIFESTAZIONE DEGLI IMPATTI	38
8. COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE	40
8.1 SCOPO DELLE OSSERVAZIONE E DEL CAMPIONAMENTO.....	42
8.2. MODALITÀ DI OSSERVAZIONE E CAMPIONAMENTO	43
9. MONITORAGGIO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO	47
10. MONITORAGGIO COMPONENTE IDRICA.....	50
11. MONITORAGGIO BIODIVERSITÀ	53
12. MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA.....	54
13. PERIODICITÀ DEL RILEVAMENTO E DELLA CAMPIONATURA.....	55
14. COMPOSIZIONE DELLA STAZIONE METEO E TIPI DI SENSORI	55
14.1 DSS E SUPPORTO ALLE DECISIONI	57
14.2 UTILIZZO DELLA STAZIONE METEOROLOGICA PER LA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE	57
15. SINTESI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	58
16. GESTIONE E COMUNICAZIONE DEI DATI.....	58
17. CRONOPROGRAMMA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO	59
18. PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO	60
19. CONCLUSIONI	60

1. 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 di picco installata in corrente continua di 160 MW e di colture cerealicole e foraggere, da realizzarsi sulla stessa superficie di complessiva di circa 248 ettari nei comuni di Salandra e San Mauro Forte.

Nello specifico la realizzazione dell'impianto fotovoltaico interesserà i territori comunali di Salandra e San Mauro Forte.

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 colture cerealicole e foraggere

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona dove verranno realizzati gli impianti si colloca in provincia di Matera, nei comuni di Salandra e San Mauro Forte (MT).

La destinazione urbanistica dei terreni interessati alla realizzazione degli interventi è stata desunta dai vigenti strumenti di gestione territoriale dei comuni interessati, e risulta essere classificata Zona Agricola e pertanto compatibile con l'installazione di impianti fotovoltaici ai sensi del D. Lgs. 387/03.

Le aree delle particelle interessate dal progetto sono libere da vegetazione d'alto fusto, sono di tipo seminativo di classe 2, in grado, quindi, di accogliere il tipo di intervento descritto. Non verranno realizzati volumi tecnici sotto la quota del piano di campagna.

La morfologia dell'area su cui sarà installato l'impianto fotovoltaico è di tipo prevalentemente pianeggiante.

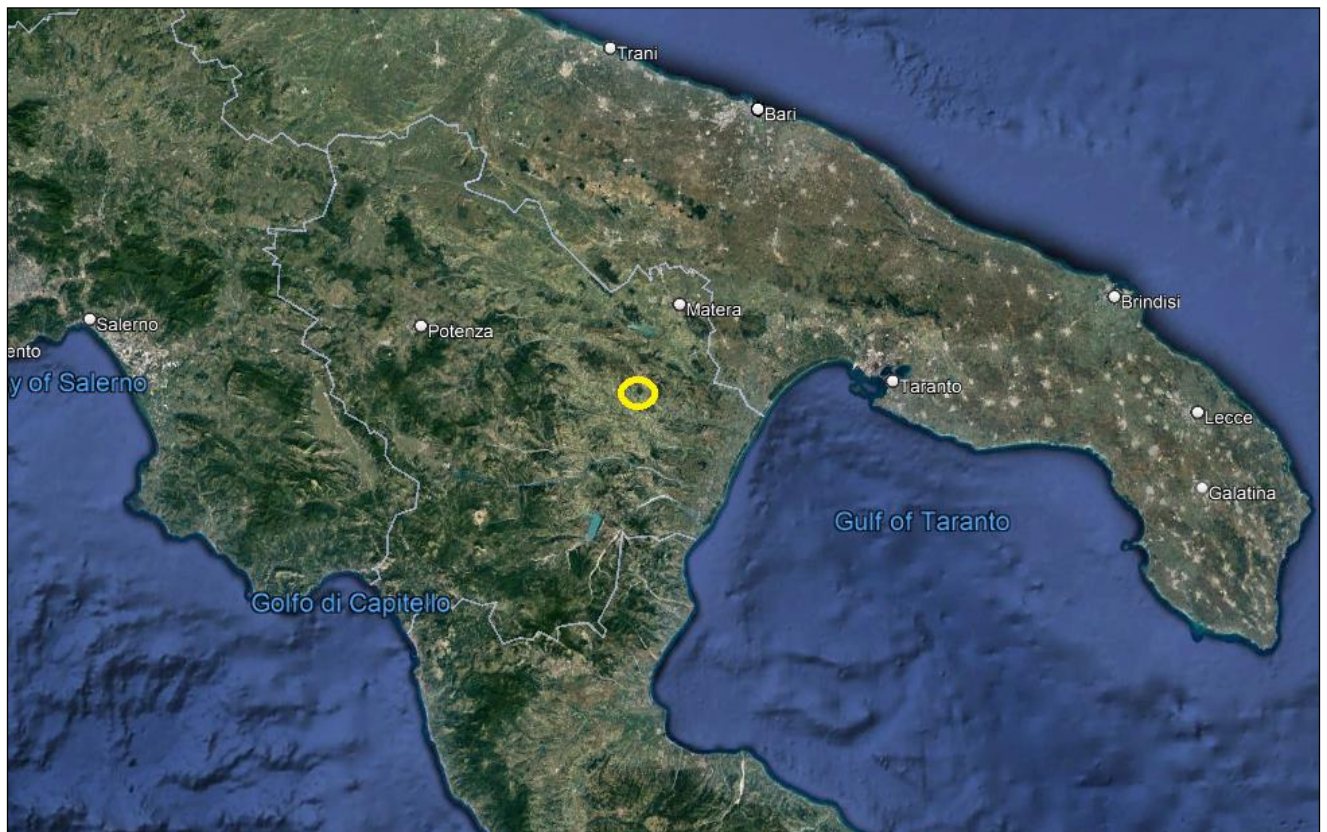


Figura 1 - Area oggetto di studio – inquadramento ad ampia scala su ortofoto

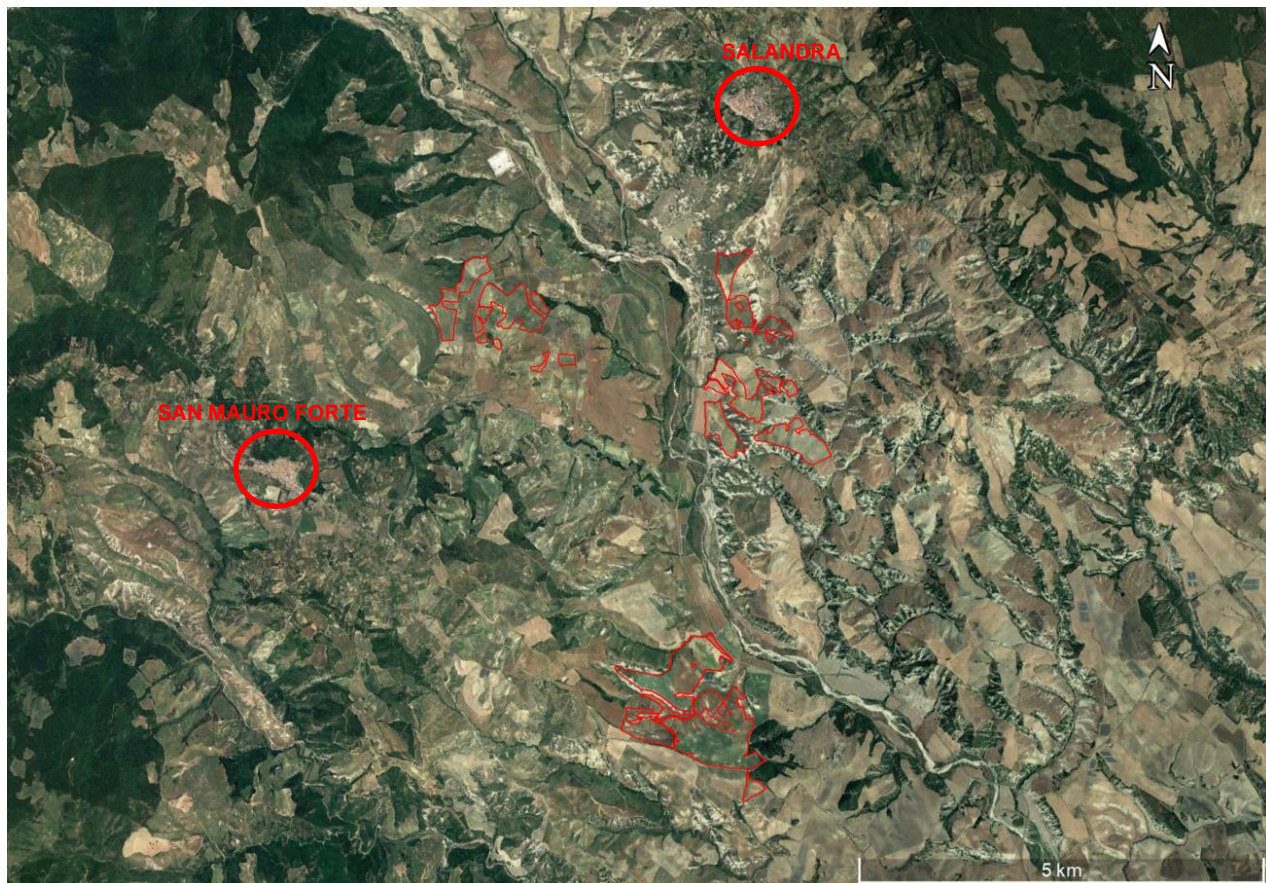


Figura 2 - Localizzazione dell'impianto su ortofoto rispetto ai comuni di Salandra e San Mauro Forte (fonte Google Earth)

La seguente tabella riassume la suddivisione dell'impianto nel suo insieme:

LAYOUT	COMUNE	COORDINATE GPS	TRACKER	POTENZA IN PROGETTO [MW]	N° PANNELLI	SUP MODULI (mq)	AREA RECINZIONE EXT (ha)	AREA RECINZIONE EXT (mq)	LAOR %
Piano di Lino	San Mauro Forte	40°30'19"N 16°16'36"E	inseguitori monoassiali	39,36	57888	179.821	57,4581	574.581	31,30%
Terranova	Salandra	40°30'30"N - 16°18'56"E	inseguitori monoassiali	14,72	21030	65.327	26,4321	264.321	24,71%
Piano Mele	San Mauro Forte	40°27'26"N - 16°18'39"E	inseguitori monoassiali	39,62	60958	189.357	57,7882	577.882	32,77%
F.lli Loiudice	San Mauro Forte	40°27'51"N - 16°18'36"E	inseguitori monoassiali	32,17	49496	153.752	48,8883	488.883	31,45%
Lombone	Salandra	40°29'33"N - 16°19'10"E	inseguitori monoassiali	34,96	53777	167.050	58,0188	580.188	28,79%
				160,83	243149	755.306	248,5855	2.485.855	30,38%

Tabella 1 – dati generali impianto



Figura 3 – Porzione area impianto



Figura 4 – Porzione area impianto



Figura 5 – Porzione area impianto



Figura 6 – Porzione area impianto

3. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO

L'area di intervento si colloca in un territorio prettamente collinare con un'altitudine media di circa 300 metri sul livello del mare.

Per quanto concerne il comparto agricolo, le colture principali riguardano seminativi, e alcuni sporadici oliveti. Per quanto concerne la giacitura dei terreni, in generale, sono di natura collinare. 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 erbacee di grande interesse a livello locale rivestono alcune colture agrarie a ciclo annuale come il frumento duro e altri cereali autunno-vernini come l'orzo, l'avena. La filiera cerealicola rappresenta un pilastro produttivo rilevante per l'agricoltura locale, sia per il contributo alla composizione del reddito agricolo sia per l'importante ruolo che riveste nelle tradizioni alimentari e artigianali.

Secondo i dati dell'ultimo Censimento dell'Agricoltura, una fetta consistente della superficie agricola locale è investita annualmente a seminativi. La fetta più cospicua è appannaggio del frumento duro.

Le restanti superfici destinate a seminativi sono invece investite a cereali di minore importanza come avena, orzo, frumento tenero ecc.

Per la maggior parte delle aziende agricole questa coltura assume un ruolo insostituibile nelle rotazioni aziendali, in quanto le caratteristiche di elevata rusticità e capacità di adattarsi alle condizioni agronomiche diverse, la rendono ideale a questo ambiente; la facile conduzione richiesta, associata a una tecnica colturale completamente meccanizzata, ne favorisce la sua coltivazione.

3.1 ORIENTAMENTO CULTURALE DELL'AREA DI PROGETTO

La superficie catastale totale per l'impianto fotovoltaico è pari a circa 248 ettari e dai rilievi effettuati sull'intera superficie individuata per l'installazione della centrale fotovoltaica, risultano essere coltivate essenzialmente a seminativi come frumento, orzo, avena, foraggiere.

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 colture cerealicolo-foraggiere.

4. PROGETTO DI FOTOVOLTAICO INTEGRATO PROPOSTO

4.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO PROPOSTO

Il Ministero della Transizione Ecologica ha pubblicato in data 27 giugno 2022, 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 (oggi MASE) 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 agrivoltaico, o agro-fotovoltaico), ovvero un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione e di Impianto agrivoltaico avanzato, ovvero un impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

- adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo

la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;

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

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

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

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

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

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

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

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

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

Nell'area di impianto verrà coltivata l'intera superficie al netto delle aree occupate da strade e opere di connessione.

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

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

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

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

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 600 – 700Wp (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 2 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 lorda di ha 248 circa: il progetto, infatti, punta a far convivere fotovoltaico e agricoltura, con reciproci vantaggi in termini di produzione energetica, tutela ambientale, conservazione della biodiversità, mantenimento dei suoli.

L'idea di base dell'agro-voltaico è far sì che i terreni agricoli possano essere utilizzati per produrre energia elettrica, lasciando spazio alle colture agricole. In altri termini, si tratta di coltivare i terreni sui quali è stato realizzato un impianto fotovoltaico, in modo tale da ridurre l'impatto ambientale, ma senza rinunciare alla ordinaria redditività delle colture agricole ivi praticate. Nel caso specifico, il metodo "agro-voltaico" potrebbe consistere nel coltivare la quasi totalità della superficie di impianto poiché i pannelli fotovoltaici sono disposti ad un'altezza minima da terra tale da permettere il passaggio di mezzi agricoli (2,20 m).

Dalle informazioni e dal layout fornito dal committente si evince che l'impianto sarà dotato di strutture ad inseguimento monoassiale con movimentazione +/- 55°.

La disposizione delle strutture in pianta è tale che:

- distanza tra gli assi delle strutture: 5,18 m;
- luce tra le strutture in pianta: 3,00 m;
- altezza media da terra dei tracker 3,25 m.
- altezza minima da terra dei tracker: 2,20 m (viene raggiunta solo per poche ore durante la giornata, ovvero quando il sole è basso sull'orizzonte).

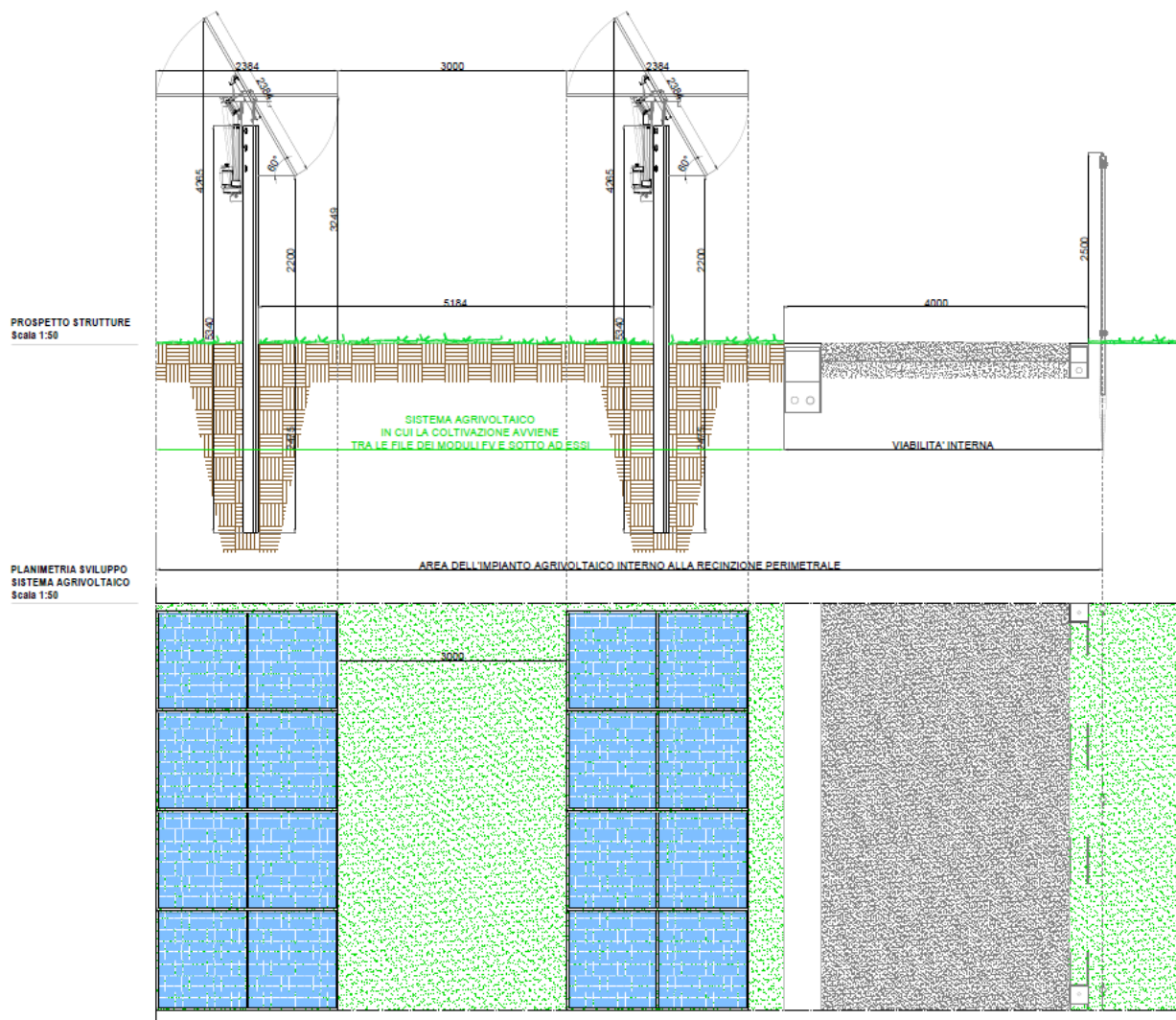


Figura 7 – particolari strutture – viste laterali e vista dall'alto stringa

4.2 RISPONDENZA AI REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

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, 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 cerealicole e foraggere autunno-vernine come graminacee e leguminose dall'ottima produttività, quali l'avena, l'orzo, il frumento tenero, il favo, il trifoglio incarnato, la veccia, come la migliore coltivazione da effettuare. 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 755.336 mq (243.149 moduli aventi ognuno una superficie di 3,106 mq);
- LAOR risultante $755.306/2485855 = 30,38\%$, (il LAOR minimo e massimo per ogni impianto oscilla fra il 24,71% dell'impianto Terranova e il 32,77% dell'impianto Piano Mele) che è inferiore al limite massimo di LAOR del 40% individuato nelle linee guida:
- L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra (altezza minima 210 cm), volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli, poiché l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici;
- 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;
- 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;
- superficie complessiva di ha 248,5855 interessata dall'impianto integrato con la coltivazione di cerealicole e foraggiere;
- giacitura del terreno collinare dei fondi rustici;
- franco di coltivazione mediamente profondo;
- semina/trapianto annuale di colture cerealicole e/o foraggiere su una superficie di circa 185 ettari;
- vita economica dell'impianto di anni 25;
- gestione dei lavori agricoli con i conduttori delle aziende agricole.

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

DESCRIZIONE		DATI IMPIANTO			CONTROLLO		
REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;	A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione ($S_{\text{agricola}} \geq 0,7 \cdot S_{\text{tot}}$)	S_{TOT} 248,59 ha	S_{IMP_FV} 95,59 ha	S_{agricola} 185,01 ha	$S_{\text{agricola}} / S_{\text{TOT}} = 0,74$ $(> 0,70)$		
	A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola ($LAOR \leq 40\%$)	S_{MODULI_FV} 75,53 ha	S_{agricola totale} 248,59 ha		$LAOR = S_{\text{MODULI_FV}} / S_{\text{agricola tot}} = 0,30$ $(\leq 0,40)$		
REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;	B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;				<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	
	B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa ($FV_{\text{agri}} \geq 0,6 \cdot FV_{\text{standard}}$)	FV_{agri}¹ 1,704 GWh/ha/anno	*FV_{standard}¹ 13,85 GWh/ha/anno		$FV_{\text{agri}} / FV_{\text{standard}} = 0,81$ $\geq 0,6$		
REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;	Altezza minima da terra tracker 2,20 m			TIPO 1 <input checked="" type="checkbox"/>	TIPO 2 <input type="checkbox"/>	TIPO 3 <input type="checkbox"/>	
REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;	D.1) il risparmio idrico;			<input checked="" type="checkbox"/> Sì		<input type="checkbox"/> No	
	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.			<input checked="" type="checkbox"/> Sì		<input type="checkbox"/> No	
REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.	E.1) il recupero della fertilità del suolo;			<input checked="" type="checkbox"/> Sì		<input type="checkbox"/> No	
	E.2) il microclima;			<input checked="" type="checkbox"/> Sì		<input type="checkbox"/> No	
	E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.			<input checked="" type="checkbox"/> Sì		<input type="checkbox"/> No	

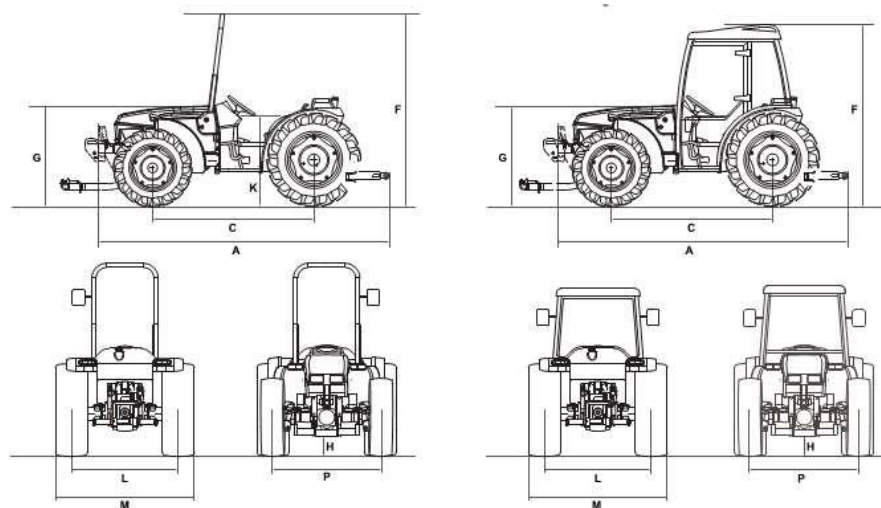
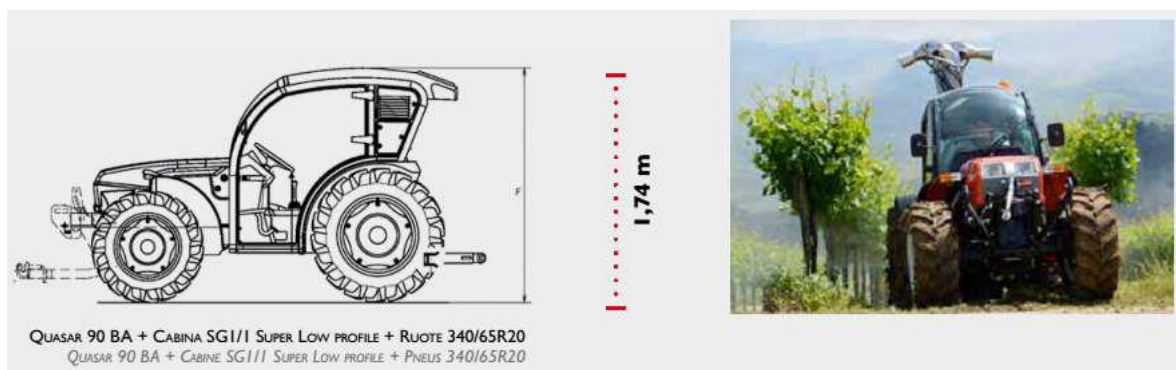
Tabella 2 - Verifica requisiti dell'impianto agrivoltaico

¹ **FV_{agri}**: FVagri: produzione dell'impianto in oggetto (230,24 GWh/anno) sulla STOT pari a 245,48 ha; **FV_{standard}**: produzione di un impianto fotovoltaico "standard", inteso come impianto con strutture fisse (tilt 20°) collocate a terra, insistente nella stessa località geografica, avente la stessa potenza nominale, che occupa una superficie di c.a. 10 ha per 160 MW e avente una produzione specifica stimata pari a 225,14 GWh/anno.

4.3 MEZZI MECCANICI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA

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

Il trattore specifico tipo frutteto, rispetto alla trattore gommata convenzionale, avrà dimensioni più contenute, in modo da poter manovrare più agilmente fra i tracker, indicativamente indicate nella Figura sottostante.



		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
		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 SG1/1 Super Low profile + Pneus 340/65R20	855-1150
	K	Altezza al sedile/Hauteur au siège	1165
	G	Altezza al cofano/Hauteur au coffre	275
	H	Luce libera da terra/Garde au sol	1871
	C	Passo/Empattement	1122-1498
	P	Carreggiata ant min max/Voie avant min. max.	1048-1424
	L	Carreggiata post min max/Voie arrière min. max.	2900
		Raggio minimo di volta con freni/Rayon min. de braquage avec freins	2230
		Peso con telaio di sicurezza/Poids avec arceau de sécurité	2230

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

Figura 8 - Dimensioni caratteristiche di un trattore tipo frutteto sia con cabina standard che con cabina ribassata

(Foto: GOLDONI)

I macchinari agricoli verranno dotati di dispositivi per la georeferenziazione della macchina che opera sul campo come i sistemi di guida parallela, integrali (guide automatiche) o assistite (l'operatore mantiene il controllo della macchina, ma un terminale indica in continuo lo scostamento della traiettoria reale da quella ottimale permettendo al conducente di operare i dovuti aggiustamenti). Tali sistemi offrono grandi vantaggi quando le superfici sono elevate potendo effettuare le operazioni colturali come arature, trapianti, semine con estrema precisione e in totale sicurezza pertanto andando ad evitare collisioni con le strutture fotovoltaiche.



Figura 9 – seminatrice multi-seed (foto Ortomec)



cm
A
B
C
D

158	cm
65	E
107	H
172	G
140	L

158
201
130
150
100

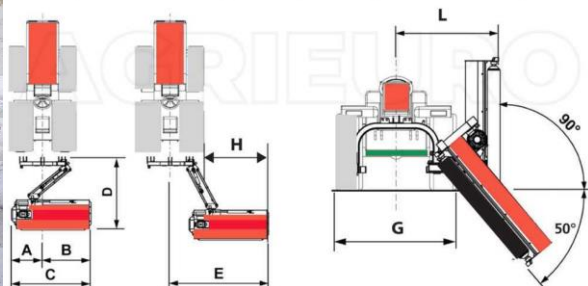


Figura 10 – trincia laterale a braccio (foto dal web)

4.4 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'installazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici.

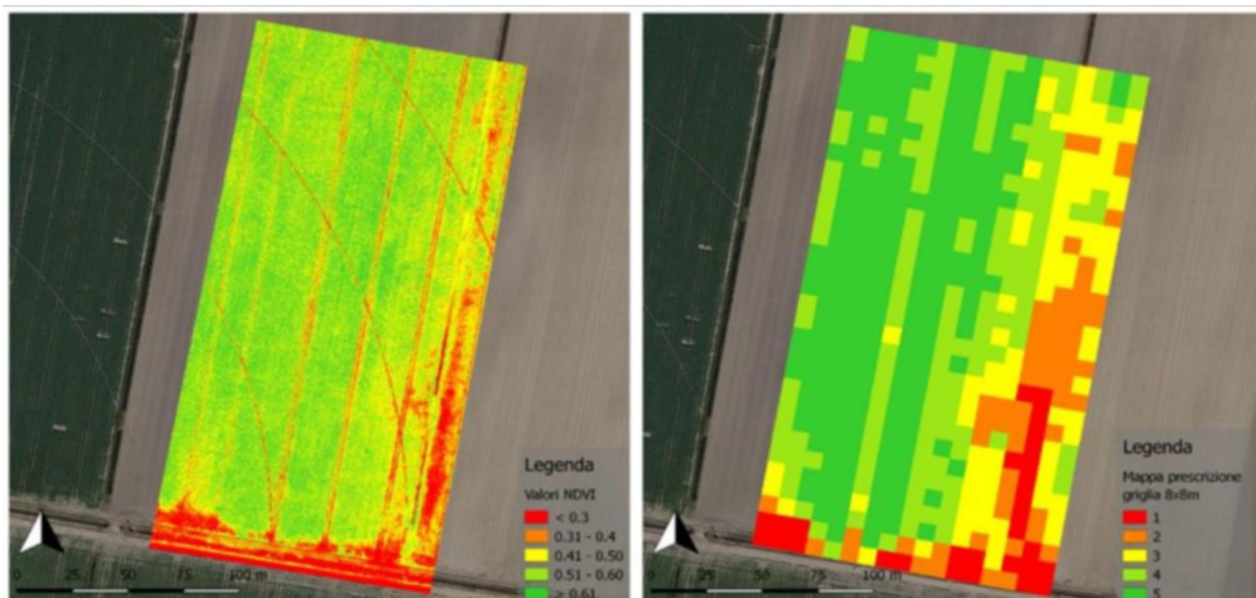


Figura 11. Mappe di resa

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.

4.4.1 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 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.

4.4.2 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.

4.4.3 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 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 geo-referenziazione, quindi, offre più ampie possibilità di applicazione.

4.5 INTRODUZIONE ALLA GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE CEREALICOLE E FORAGGERE

L'impianto fotovoltaico sarà integrato con la coltivazione di specie cerealicole e 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.

Su tutta la superficie libera dai pannelli e in parte delle aree sotto pannello, verranno coltivate annualmente in rotazione essenze cerealicole e foraggere e leguminose da sovescio come il favino, negli spazi sottostanti i pannelli fotovoltaici.



Figura 12 – Esempio di fotovoltaico integrato con essenze foraggere (foto dal web)

La superficie verrà suddivisa in 5 lotti rispettivamente della superficie coltivabile come specificato di seguito:

- Loiudice 36,47 ettari;
- Lombone 41,64 ettari;
- Piano di Lino 57,46 ettari;
- Piano Mele 49,83 ettari;
- Terranova 15,33 ettari.

Annualmente verranno seminate essenze cerealicole e foraggere in purezza o in consociazione costituite essenzialmente da graminacee come l'avena, l'orzo, il frumento tenero, il frumento duro e leguminose come il favino, il trifoglio incarnato, la veccia. Alcune di specie verranno coltivate anche negli spazi sottostanti i pannelli fotovoltaici poiché sono bene adattabili a condizioni di ombreggiamento.

4.5.1 COLTIVAZIONE DELLE ESSENZE CEREALICOLE E FORAGGERE

Nello specifico verranno seminate essenze cerealicole e foraggere annuali 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 13 – Essenze foraggere

Trifoglio incarnato (*Trifolium incarnatum* L.)



Figura 14. 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. Un buon erbaio di trifoglio incarnato può produrre 25-30 t/ha di foraggio verde.

Sono iscritte a Registro undici varietà.

Favino (*Vicia faba minor* L.)



Figura 15. Favino

Il favino è una leguminosa appartenente alla tribù delle Viciaeae. 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 Viciaeae. I fiori si formano in numero da 1 a 6 su un breve racemo che nasce all'ascella delle foglie mediane 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 16. Veccia

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.

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 p2o5 e di 40-80 kg/ha di k2o, da somministrare nella fase di impianto della coltura.

Avena (*Avena sativa* L.)



Figura 17. 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 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 giunelle 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 18. 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.)

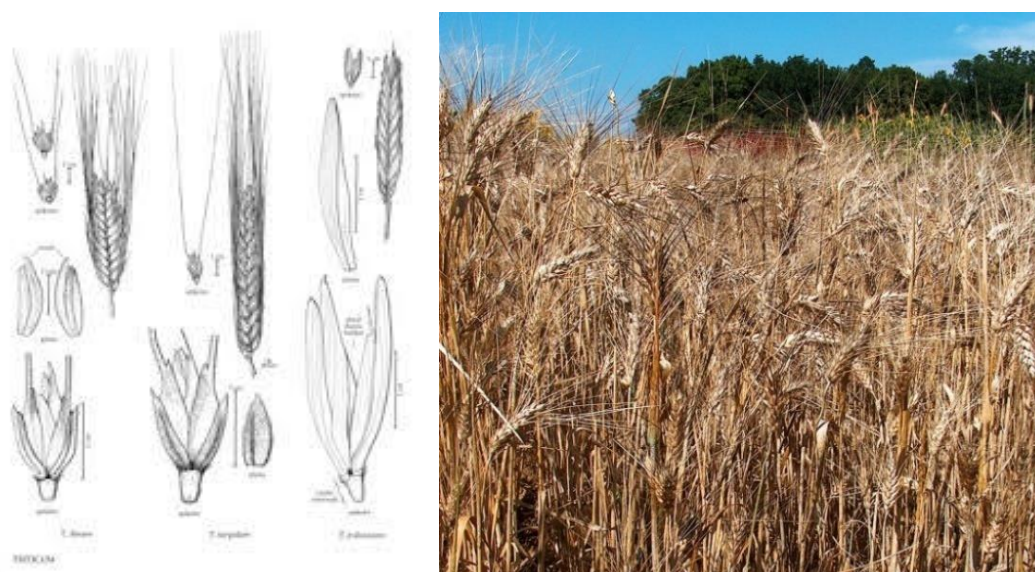


Figura 19. Frumento tenero

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 subspontaneo 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).

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).

Frumento duro (*Triticum durum* D.)



Il frumento duro (*Triticum durum*) fa parte del gruppo dei frumenti tetraploidi. Verosimilmente è il frutto di selezione antropica in climi caldo-aridi, per caratteri utili delle spighe e della granella (cariossidi nude, endosperma vitreo e ricco di proteine) a partire dai frumenti tetraploidi primitivi.

Il frumento duro si differenzia dal tenero per i seguenti caratteri morfologici;

- Spiga lateralmente compressa, anziché quadrata, se vista in sezione; glume carenate fino alla base e giunelle inferiori terminanti sempre con una resta molto lunga e spesso pigmentata;
- Cariosside assai grossa (45-60 mg), a sezione trasversale subtriangolare, con albumi che tipicamente ha struttura vitrea, ambracea, cornea, anziché farinosa;
- Ultimo internodo pieno, per cui il culmo sotto la spiga è resistente allo schiacciamento.

Il frumento o grano duro si è evoluto piuttosto tardi (IV sec. a.C.) soppiantando il farro in tutta l'area mediterranea e medio-orientale a clima caldo e siccitoso, dove tuttora ha la massima diffusione. Assai recente è l'introduzione del frumento duro negli altri continenti.

Il frumento duro nel mondo è coltivato su un'area molto meno estesa del frumento tenero e con impiego prevalente per la preparazione di paste alimentari, previa speciale macinazione che porta alla produzione della semola, anziché di farina.

Le statistiche ufficiali FAO hanno solo la voce "frumento" senza distinzione tra tenero e duro; tuttavia si stima che il duro sia esteso sul 9% della superficie totale a frumento.

In Europa il principale produttore di duro è l'Italia.

Il frumento duro ha avuto una notevole espansione in Italia negli anni '70 a seguito della politica agricola seguita dalla Comunità Europea. Constatato che il consumo di paste alimentari aumentava e che la produzione europea era largamente deficitaria, la CE per ridurre l'importazione ha voluto incentivare la produzione comunitaria di frumento duro.

Operazioni colturali foraggere

La coltivazione dei seminativi comincia con la preparazione del "letto di semina", generalmente nel mese di settembre, con una prima lavorazione mediamente profonda (30-40 cm), seguita da altre più superficiali necessarie per amminutare gli aggregati terrosi. Prima di effettuare queste lavorazioni è necessario

apportare fertilizzanti organici come il letame o organo-minerali. Il tutto consente di migliorare la struttura del terreno prima dell'operazione della semina.

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

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



Figura 20. 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 21. 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 22. Pressatura foraggio (foto dal web)

4.5.2 AVVICENDAMENTO COLTURALE

Come già ribadito in precedenza, l'intera area di impianto è stata suddivisa in 5 lotti dove verranno seminate ogni anno essenze cerealicole e foraggere in purezza o in consociazione costituite essenzialmente da graminacee come l'avena, l'orzo, il frumento tenero, il frumento duro e leguminose come il favino, il trifoglio incarnato, la veccia. Si seguirà la pratica colturale dell'avvicendamento o rotazione colturale, 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 umico 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.

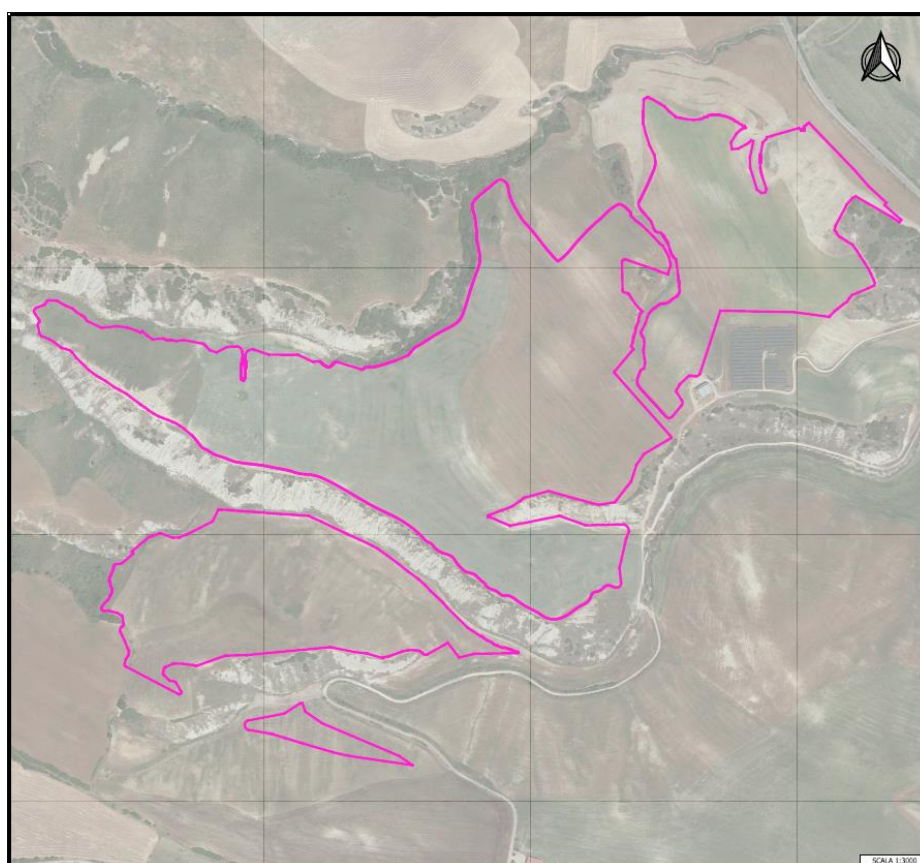


Figura 23 – Lotto 1 (Loiudice) – inquadramento su ortofoto

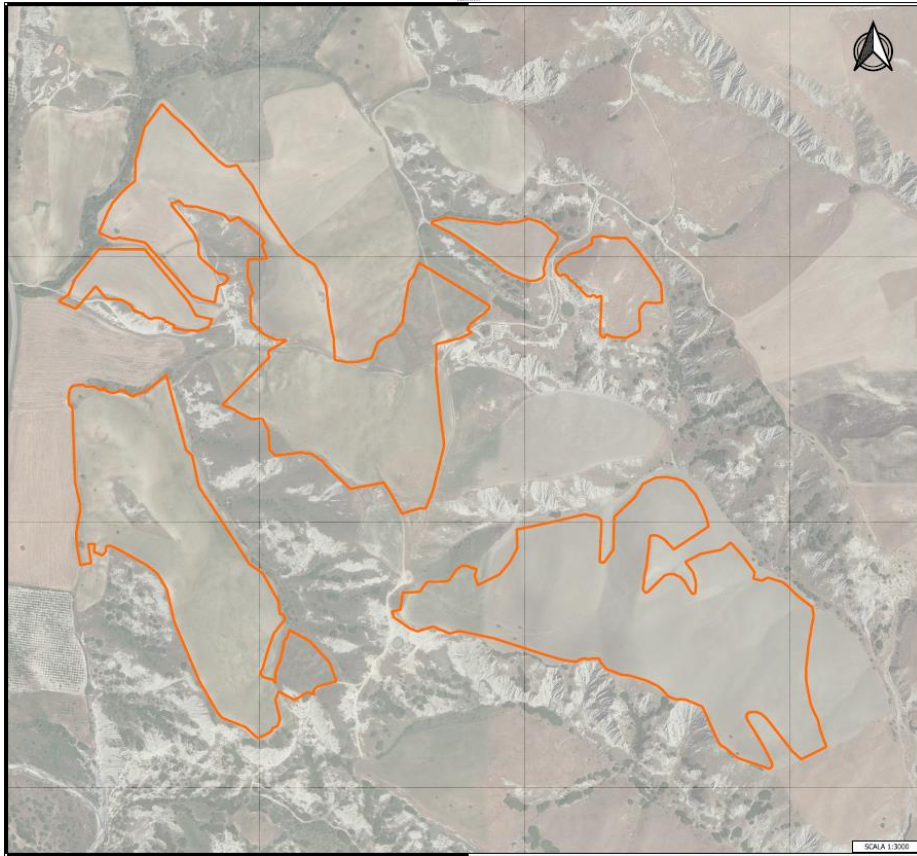


Figura 24 – Lotto 2 (Lombone) – inquadramento su ortofoto

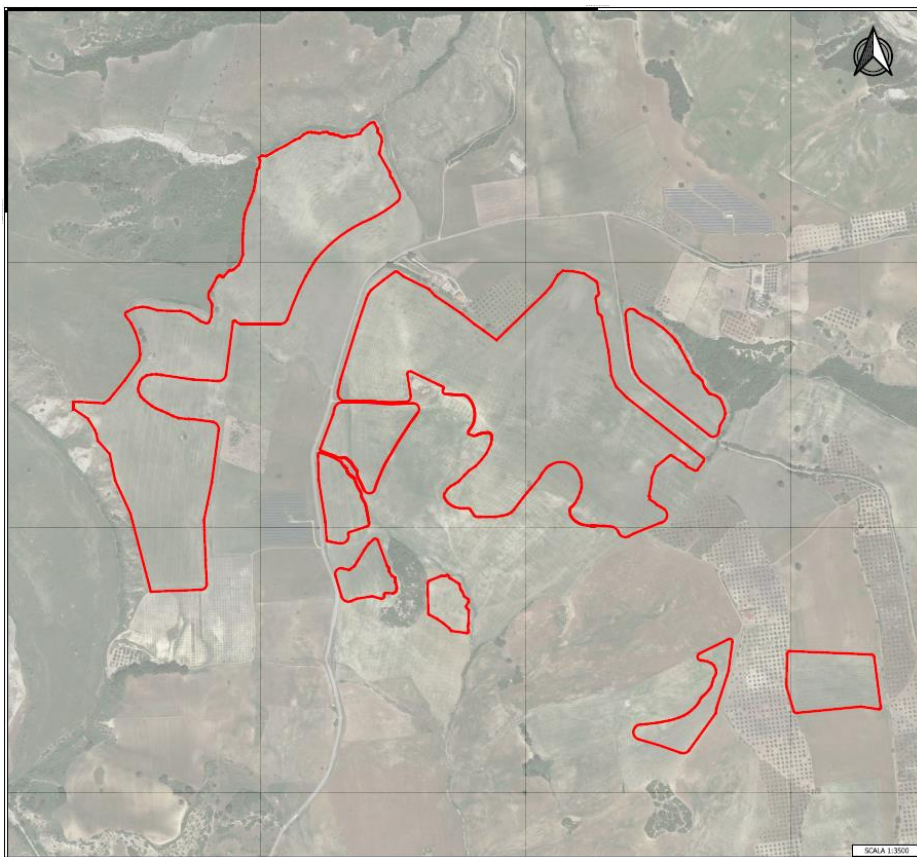


Figura 25 – Lotto 3 (Piano di Lino) – inquadramento su ortofoto

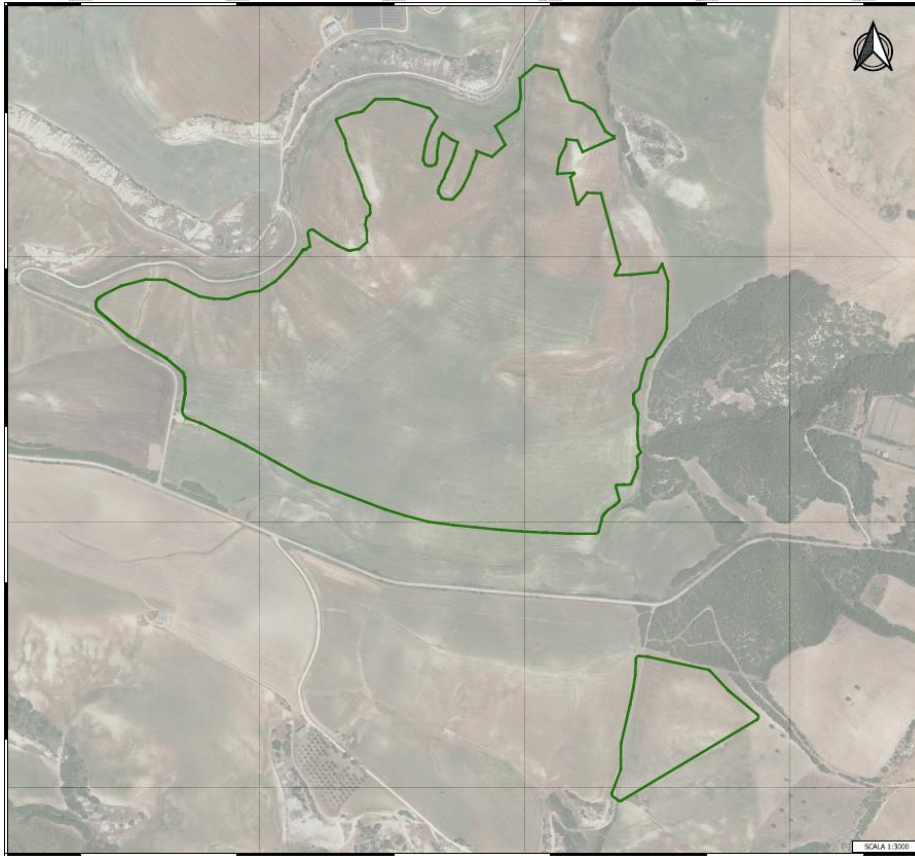


Figura 26 – Lotto 4 (Piano Mele) – inquadramento su ortofoto

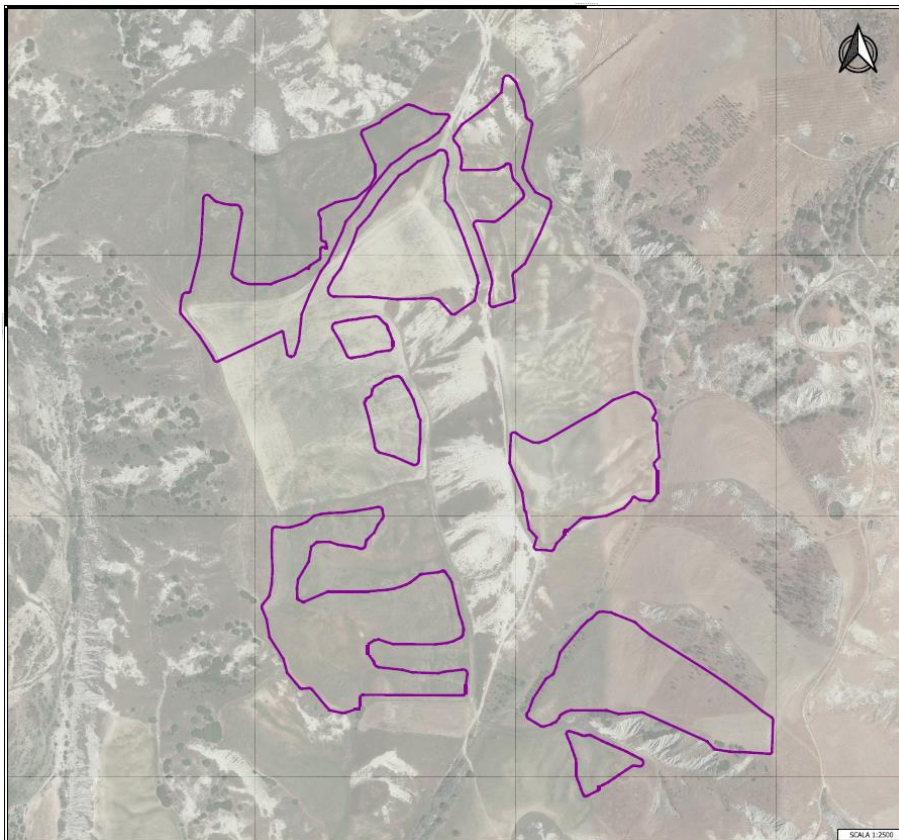


Figura 27 – Lotto 5 (Terranova) – inquadramento su ortofoto

Figura 28. Lotti di coltivazione

ANNO	LOTTO 1	LOTTO 2	LOTTO 3	LOTTO 4	LOTTO 5
1	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA
2	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO
3	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO
4	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.
5	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE
6	MAGGESE	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO
7	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO
8	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA
9	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO
10	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO
11	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.
12	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE
13	MAGGESE	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO
14	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO
15	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA
16	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO
17	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO
18	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.
19	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE
20	MAGGESE	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO
21	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO
22	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA
23	VECCIA+AVENA	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO
24	ORZO	TRIFOGLIO INC.	ORZO+FAVINO	VECCIA+AVENA	F. TENERO
25	F. TENERO	MAGGESE	F. DURO	ORZO	TRIFOGLIO INC.

Tabella 3. Piano delle rotazioni colturali

5. 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.

5.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO E TOTALE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ESSENZE CEREALICOLE E FORAGGERE PER LA PRODUZIONE DI GRANELLA E FORAGGIO

Dati impianto	Valori	Lotto 1 - Loiudice	Lotto 2 - Lombone	Lotto 3 - Piano di Lino	Lotto 4 - Piano Mele	Lotto 5 - Terranova	Superficie agricola coltivabile totale	
Scelta essenze erbacee	Trifoglio incarnato, favino, veccia, orzo, avena, frumento tenero, frumento duro	Superficie agricola coltivabile in ettari per ogni singolo lotto						
Durata economica	25 anni	36,47	41,64	41,74	49,83	15,33	185,01	
Fase di piena produzione (anni)	25							
Costi di impianto							Costi di impianto totali	
	codice prezzario regionale anno 2023	Valori unitari per ettaro	Valori per singolo lotto					
Lavori di preparazione terreno:								
Aratura superficiale con polivomere 30 cm	K.01.007.01	€ 263,73	€ 9.618,23	€ 10.981,72	€ 11.008,09	€ 13.141,67	€ 4.042,98	€ 48.792,69
Affinamento terreno	K.01.008.01	€ 109,13	€ 3.979,97	€ 4.544,17	€ 4.555,09	€ 5.437,95	€ 1.672,96	€ 20.190,14
Acquisto e distribuzione di concimi di fondo	K.03.012.01	€ 1.224,40	€ 44.653,87	€ 50.984,02	€ 51.106,46	€ 61.011,85	€ 18.770,05	€ 226.526,24
Costo medio semente	N.A.	€ 200,00	€ 7.294,00	€ 8.328,00	€ 8.348,00	€ 9.966,00	€ 3.066,00	€ 37.002,00
Semina	K.02.009.01	€ 363,76	€ 13.266,33	€ 15.146,97	€ 15.183,34	€ 18.126,16	€ 5.576,44	€ 67.299,24
Totale costi di impianto per ettaro		€ 2.161,02	€ 78.812,40	€ 89.984,87	€ 90.200,97	€ 107.683,63	€ 33.128,44	€ 399.810,31
Costi annuali di gestione impianto							Costi annuali di gestione impianto totali	
		Valori unitari per ettaro	Valori per singolo lotto					
Costi Manodopera e delle Lavorazioni, ivi inclusi eventuali utilizzi di mezzi meccanici		€ 250,00	€ 9.117,50	€ 10.410,00	€ 10.435,00	€ 12.457,50	€ 3.832,50	€ 46.252,50
Costi Generali di Gestione (ivi inclusa certificazione Biologico)		€ 50,00	€ 1.823,50	€ 2.082,00	€ 2.087,00	€ 2.491,50	€ 766,50	€ 9.250,50
Totale costi di gestione per ettaro		€ 300,00	€ 10.941,00	€ 12.492,00	€ 12.522,00	€ 14.949,00	€ 4.599,00	€ 55.503,00
Produzione annuale impianto							Produzione annuale impianto totale	
		Valori unitari per ettaro	Valori per singolo lotto					
Produzione media annuale foraggio altre foraggere/ha (kg)		14.000	510.580	582.960	584.360	697.620	214.620	2.590.140
Produzione media annuale granella frumento duro/ha (kg)		5.000	182.350	208.200	208.700	249.150	76.650	925.050
Produzione media annuale granella frumento tenero/ha (kg)		7.000	255.290	291.480	292.180	348.810	107.310	1.295.070
Produzione media annuale granella orzo/ha (kg)		7.000	255.290	291.480	292.180	348.810	107.310	1.295.070

Tabella 4

5.2 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA IN EURO PER 1 ETTARO DI SUPERFICIE COLTIVATA CON CEREALI O FORAGGERE

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
COSTI	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €
RICAVI (VALORE DI MERCATO FORAGGIO)	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €
CASH FLOW	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €	1.039 €
Reddito totale																								20.779,60 €	
Analisi dei flussi di cassa (valore di mercato) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita del frumento duro a 0,55 €/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
COSTI	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €
RICAVI (VALORE DI MERCATO FRUMENTO DURO)	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €	2.750 €
CASH FLOW	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €
Reddito totale																								5.779,60 €	
Analisi dei flussi di cassa (valore di mercato) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita del frumento tenero a 0,40 €/kg																									
ANNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
COSTI	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €
RICAVI (VALORE DI MERCATO FRUMENTO TENERO)	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €	2.800 €
CASH FLOW	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €	339 €
Reddito totale																								6.779,60 €	
Analisi dei flussi di cassa (valore di mercato) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita dell'orzo a 0,38 €/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
COSTI	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €	2.461 €
RICAVI (VALORE DI MERCATO ORZO)	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €	2.660 €
CASH FLOW	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €	199 €
Reddito totale																								3.979,60 €	

Tabella 5

5.3 RICADUTE OCCUPAZIONALI

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

Pertanto, con riferimento alla gestione delle foraggere si stimano n. 5 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.

6. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

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

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

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

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

D.1) il risparmio idrico;

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

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

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

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale ha come obiettivo la descrizione delle azioni da intraprendere per il monitoraggio di microclima, produzione agricola, risparmio idrico, fertilità del suolo di un impianto agro-energetico integrato fotovoltaico-colture foraggere per la produzione di energia elettrica rinnovabile tramite la tecnologia fotovoltaica, avente potenza in progetto pari a 160,83 MW e la produzione di foraggio in continuità con l'attività agricola già svolta sulla stessa superficie lorda di circa 248 ettari nei comuni di Salandra e San Mauro Forte (MT).

6.1 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.

7. IDENTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI DA MONITORARE

Il presente PMA prevede attività ante operam e post operam, ma soprattutto attività di monitoraggio durante la vita dell'impianto al:

- Monitoraggio della componente atmosferica;
- Monitoraggio della componente biologica;
- Monitoraggio dell'ambiente idrico.

7.1 COMPONENTI DA MONITORARE

Monitoraggio della componente atmosferica

Questo elemento riguarda il monitoraggio delle emissioni atmosferiche di sostanze inquinanti che si caratterizza per tre principali metodi di controllo ovvero il monitoraggio delle emissioni delle emissioni pulverulenti nella zona limitrofa all'impianto.

Monitoraggio della componente biologica

Grazie a tecniche di monitoraggio e analisi avanzate sarà possibile studiare le variazioni della fertilità del suolo.

Monitoraggio dell'ambiente idrico

Il progetto in questione non determina impatti sull'ambiente idrico, avendo previsto l'esclusione di fertilizzanti chimici nella conduzione agricola biologica.

Qualora per fatti eccezionali e imprevedibili dovessero determinarsi eventi che possano avere impatti sull'ambiente idrico si procederà al monitoraggio dello stesso.

Il progetto di monitoraggio ambientale idrico superficiale ha l'obiettivo di individuare possibili variazioni che l'evento eccezionale potrebbe apportare alle acque superficiali presenti nel territorio interessato. In particolare, gli impatti possibili riguardano la modifica del regime idrologico, dei parametri chimico-fisico-batteriologici dell'acqua e il consumo delle risorse idriche.

Per la messa in atto del PMA si farà riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri, con particolare riferimento a:

- tipologia dei recettori;
- localizzazione dei recettori;

- morfologia del territorio interessato.

7.2 IMPATTI DA MONITORARE

Agli esiti dello Studio di Impatto Ambientale e delle relazioni specialistiche la realizzazione dell'opera in progetto potrebbe innescare i seguenti impatti sia in forma positiva che negativa:

- Impatto sulla risorsa idrica;
- Impatto sulla fauna;
- Impatto sulla salute umana;
- Fertilità del suolo;

Tali impatti sono connessi essenzialmente a:

- Emissioni pulverulenti;
- Emissioni elettromagnetiche;
- Emissioni sonore;
- Coltivazione in aree a mezz'ombra;

Gli impatti, qualora presenti, potrebbero manifestarsi in forma e quantità differenti a seconda della fase di realizzazione del progetto, ossia:

- Fase di costruzione;
- Fase di esercizio;
- Fase di dismissione.

7.3 TIPOLOGIA E FASI DELLA MANIFESTAZIONE DEGLI IMPATTI

Di seguito si sintetizza la descrizione degli impatti, la descrizione delle lavorazioni che li determinano e la sequenza progettuale con cui manifestano, rinviando allo Studio di Impatto Ambientale per una dettagliata lettura.

7.3.1 FASE DI CANTIERIZZAZIONE

La fase di cantierizzazione per l'esecuzione dell'impianto agrivoltaico può generare degli impatti che interessano le seguenti componenti:

- Atmosfera;
- Salute umana;
- Habitat;
- Ambiente idrico.

Valutazione degli impatti per tipologia di lavoro nella fase di cantiere:

Impatti sulla componente atmosferica

Durante la fase di cantiere gli impatti più significativi che si manifestano sulla atmosfera sono essenzialmente dovuti alle emissioni pulverulenti e gassose a loro volta generate da:

- lavorazioni relative alle attività di scavo;

- movimentazione terreno;
- trasporto dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse;
- gas di scarico dei mezzi d'opera e di trasporto;
- formazione viabilità di servizio.

Impatti sulla salute umana

In fase di cantiere sulla salute umana potranno manifestarsi impatti legati a:

- emissioni pulverulenti
- gas di scarico dei mezzi d'opera e di trasporto;
- emissioni sonore

che a loro volta sono generati per lo più da:

- ✓ gas di scarico dei mezzi d'opera e di trasporto;
- ✓ movimentazione terreno;
- ✓ montaggio strutture metalliche;
- ✓ utilizzo di mezzi d'opera e di trasporto;
- ✓ trasporto di merci e persone;
- ✓ formazione viabilità di servizio.

Impatti su suolo e sottosuolo

Durante la fase di cantiere possono generarsi impatti su suolo e sottosuolo essenzialmente a causa di dispersione accidentale di olii e carburanti dovute e alla movimentazione terra e quindi dovute a:

- dispersioni accidentali dei mezzi d'opera;
- dispersioni accidentali dei mezzi di trasporto;
- dispersione dai piccoli depositi giornalieri di olii o carburanti;
- operazioni di scotico delle aree di cantiere.

7.3.2 FASE DI ESERCIZIO

Durante la fase di esercizio potranno manifestarsi impatti essenzialmente sulla salute umana ed in particolare in relazione alle emissioni elettromagnetiche e sonore e queste per effetto delle emissioni delle apparecchiature elettriche ed elettroniche quali inverter e trasformatori e cavi elettrici di trasmissione.

7.3.3. FASE DI DISMISSIONE

Le fasi lavorative in fase di dismissione sono paragonabili alla fase di costruzione e pertanto i possibili impatti sono riconducibili alle medesime attività e circostanze quindi si potranno avere impatti che interessano e seguenti componenti:

- Atmosfera;
- Salute umana;
- Habitat;
- Ambiente idrico.

Valutazione degli impatti per tipologia di lavoro nella fase di esercizio:

Impatti sulla componente atmosfera

Durante la fase di cantiere gli impatti più significativi che si manifestano sulla atmosfera sono essenzialmente dovuti alle emissioni pulverulenti e gassose a loro volta generate da:

- lavorazioni relative alle attività di scavo;
- movimentazione terreno;
- trasporto dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse;
- gas di scarico dei mezzi d'opera e di trasporto;
- formazione viabilità di servizio;

Impatti sulla salute umana

In fase di dismissione sulla salute umana potranno manifestarsi impatti legati a:

- emissioni pulverulenti;
- gas di scarico dei mezzi d'opera e di trasporto;
- emissioni sonore

che a loro volta sono generati per lo più da:

- ✓ gas di scarico dei mezzi d'opera e di trasporto;
- ✓ movimentazione terreno;
- ✓ montaggio strutture metalliche;
- ✓ utilizzo di mezzi d'opera e di trasporto;
- ✓ trasporto di merci e persone;
- ✓ formazione viabilità di servizio.

Impatti su suolo e sottosuolo

Durante la fase di dismissione possono generarsi impatti su suolo e sottosuolo essenzialmente a causa di dispersione accidentale di olii e carburanti dovute e alla movimentazione terra e quindi dovute a:

- dispersioni accidentali dei mezzi d'opera;
- dispersioni accidentali dei mezzi di trasporto
- dispersione dai piccoli depositi giornalieri di olii o carburanti;
- operazioni di scotico delle aree di cantiere.

8. COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE

Lo scopo del monitoraggio delle componenti ambientali è quello di consentire una parametrizzazione in continuo degli elementi microclimatici e chimico-fisici che possono essere influenzati, o che possono influenzare, le attività di produzione elettrica e agricola

Fattori Microclimatici

I valori rilevati saranno archiviati e organizzati in report e resi disponibili per gli Enti e i Comuni interessati, nonché alle associazioni di categoria qualora ne facessero richiesta.

Saranno quindi parametrati i seguenti elementi:

- Pluviometria;
- Umidità ambiente;

- Umidità del terreno;
- Temperatura della superficie dei moduli fotovoltaici;
- Temperatura al suolo;
- Ventosità;
- Radiazione solare;
- Raggi ultravioletti;
- Bagnatura delle foglie;
- Vigoria delle piante.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi delle apparecchiature utilizzate per il monitoraggio dei parametri microclimatici.

Sensore	Altezza sensore dal suolo	Osservazioni
Termo-igrometro	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 su superficie erbosa e distante almeno 10 metri da edifici od ostacoli vicini .
Pluviometro	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.
Anemometro	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.
Radiazione solare e UV		Posizionato alla sommità del palo con una buona visuale.

Tabella 6 - strumentazione per il monitoraggio del microclima

Alle strumentazioni di cui alla tabella precedente saranno associati sistemi di sensoristica per il rilevamento diretto dei dati.

Fattori chimico-fisici

Alla parametrizzazione dei valori microclimatici si aggiunge la parametrizzazione dei valori chimo-fisici del terreno a cui afferiscono gli elementi di cui alla 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
Calcarea Totale	Determinazione gas volumetrica	g/kg S.S. CaCO ₃
Calcarea Attivo	Permanganometria (metodo Drouineau)	g/kg S.S. CaCO ₃
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 7 – fattori chimico-fisici da monitorare

8.1 SCOPO DELLE OSSERVAZIONE E DEL CAMPIONAMENTO

Il monitoraggio ambientale è un complesso processo che comprende osservazione, misurazione e raccolta di dati relativi ad un determinato ambiente per rilevarne i cambiamenti. L'obiettivo è di verificare l'effettivo impatto di un'opera in costruzione e garantire la corretta gestione di eventuali problematiche in relazione all'ambiente che possono manifestarsi durante le varie fasi di costruzione, esercizio e dismissione.

Il monitoraggio ambientale è definito dalla European Environment Agency (EEA) come "la misurazione, valutazione e determinazione di parametri ambientali e/o di livelli di inquinamento, periodiche e/o continuate allo scopo di prevenire effetti negativi e dannosi verso l'ambiente".

È quindi uno strumento di prevenzione e mitigazione a cui il proponente ha attribuito importanza rilevante avendo voluto estendere il processo di monitoraggio ben oltre quello normalmente utilizzato per impianti fotovoltaici dove si rilevano esclusivamente i dati di temperatura, vento e piovosità.

I punti di campionamento e controllo sono univocamente individuati nella planimetria monitoraggi e controlli da redigere e rendere disponibile prima dell'organizzazione del cantiere.

Il rilevamento sarà eseguito con osservazioni dirette o con l'impiego delle centraline.

Il piano di monitoraggio oltre che alle funzioni a cui è vocato ai sensi dei disposti del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. ha anche una funzione di monitorare i dati produttivi della parte di produzione elettrica e agricola e di minimizzare l'uso delle risorse ambientali.

La raccolta dei dati meteo consente anche di analizzare la produzione, elettrica e agricola, in funzione delle variabili climatiche.

L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti).

Le sonde di umidità del suolo, adatte ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale.

I sensori, unitamente alla analisi chimico-fisiche del terreno, forniscono informazioni previsionali sulle fasi di sviluppo e di rischio di infezione per alcune delle principali colture.

Le rilevazioni in campo, associati a software specializzati, costituiscono un sistema semplice di supporto alle decisioni per la difesa fitosanitaria ed i modelli forniscono informazioni chiare ed immediate sul rischio di infezione e sulla fase di sviluppo dei principali patogeni.

La localizzazione dei punti d'indagine è definita in maniera specifica per singola componente da osservare, in relazione ai contenuti della SIA e in generale in relazione a:

- ✓ ordine di grandezza quali-quantitativo;

- ✓ probabilità di avveramento dell'evento da monitorare;
- ✓ stima della durata e della frequenza dell'evento;
- ✓ reversibilità e complessità dell'evento;
- ✓ estensione territoriale delle aree di indagine;
- ✓ criticità del contesto ambientale e territoriale;

I dati così rilevati e archiviati sono disponibili su dispositivi digitali e quindi facilmente reperibili e consultabili. Quindi i dati rilevati saranno archiviati e organizzati in report mensili e inviati annualmente all'ARPA, ai Comuni interessati, nonché alle associazioni di categoria e a chiunque ne facesse richiesta.

8.2. MODALITÀ DI OSSERVAZIONE E CAMPIONAMENTO

8.2.1. ATMOSFERA

Per l'atmosfera il PMA è finalizzato a caratterizzare la qualità dell'aria ambiente nelle diverse fasi (ante operam, in corso d'opera e post operam) mediante rilevazioni strumentali, focalizzando l'attenzione sugli inquinanti direttamente o indirettamente immessi nell'atmosfera, in termini di valori di concentrazioni al suolo, a seguito della realizzazione/esercizio della specifica tipologia di opera.

Le principali emissioni in atmosfera per il progetto in questione sono legate essenzialmente a:

- ✓ Emissioni pulverulenti, anche se queste si riducono alla fase di cantiere in una forma assai ridotta in virtù delle opere di mitigazione e il protocollo di lavorazioni adottate.
- ✓ Parametri microclimatici influenzati dal sistema installativo, dalle superficie dei pannelli fotovoltaici, presenza di aree dal differente ombreggiamento.

8.2.2. PARAMETRI MICROCLIMATICI

Per il monitoraggio dei parametri microclimatici si ritiene sufficiente (in considerazione della morfologia dell'impianto) collocare, per ogni lotto di impianto, due stazioni di rilevamento climatico con integrati:

- pluviometro;
- termoigrometro;
- anemometro.

Saranno allo scopo posizionati uno a monte e l'altro a valle in funzione del vento dominante che per il sito in questione sono quello di scirocco e di grecale. Le Stazioni di rilevamento comprenderanno:

- sensore rilevamento radiazione solare globale;
- sensore rilevamento raggi ultravioletti.

Consentiranno di rilevare la temperatura al di sopra della superficie dei pannelli nonché la temperatura dell'aria.

Inoltre, si provvederà a rilevare l'umidità relativa al livello del suolo.

Il rilevamento sarà effettuato a livello del suolo, a valle dell'impianto (secondo i venti dominanti) ad una distanza dal perimetro dell'impianto pari al doppio dell'altezza dei pannelli fotovoltaici.

Le stazioni saranno dotate di sistema di acquisizione dati e in particolare saranno dotate di:

- unità di controllo principale, per visualizzare numerose variabili;

- data logger per l'acquisizione in continuo e su tempi prolungati dei dati da monitorare;
- software che gestisce e coordina l'acquisizione dati e loro successiva elaborazione;
- stampante, cui viene direttamente collegata la centralina sonde.

Per quanto riguarda le stazioni e i sensori di agrometeorologia, quelli cioè funzionali alla conduzione agraria dei suoli, l'agronomo in relazione ad uno studio più specifico del piano colturale determinerà posizione e numero dei sensori e delle centraline.

8.2.3. POLVERI

Nelle fasi di cantiere, di esercizio e di dismissione verranno utilizzati dei contatori ottici di particelle (OPC), si tratta di analizzatori automatici di PM che offrono la soluzione per effettuare un monitoraggio Real-Time in continuo delle concentrazioni di PM, in siti che vanno da basse concentrazioni di PM (pochi $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ad alte concentrazioni di PM (fino a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$). Gli OPC possono essere usati in abbinamento al metodo manuale gravimetrico per il campionamento del PM su filtro, per una calibrazione sito specifica e un dataset completo, ad alta risoluzione dimensionale, spaziale e temporale delle concentrazioni di polveri. Gli OPC inoltre offrono una valutazione d'impatto, un'azione di mitigazione per l'abbattimento delle polveri aerodisperse, modelli previsionali sviluppati a partire da misure ad alta risoluzione temporale di PM e sistemi di allerta real-time per specifici eventi emissivo/immissivi.

8.2.4. SUOLO E SOTTOSUOLO

Il suolo, in fase di progetto preliminare, è stato analizzato in fase di preimpianto e verrà nuovamente analizzato a cadenza annuale per monitorare l'evoluzione strutturale, la bioattivazione e la capacità di scambio cationico. In fase di esercizio la temperatura ed il pH verranno costantemente monitorati tramite l'ausilio di stazioni meteo e sonde di temperature e di umidità, installate ad una profondità di 15 cm 30 cm e 45 cm nel suolo.

Una volta l'anno verrà analizzato un campione di terra proveniente da ogni singolo lotto, utilizzando il metodo di campionamento non sistematico ad X (figura 1): saranno scelti i punti di prelievo lungo un percorso tracciato sulla superficie, formando delle immaginarie lettere X, e saranno prelevati diversi campioni elementari (quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento) ad una profondità di circa 40 cm, tale da raggiungere lo strato attivo del suolo, ovvero quello che andrà ad ospitare la maggioranza delle radici.

8.2.5. PARAMETRI CHIMICO-FISICI DEL TERRENO – LIMITI DI ACCETTABILITÀ

Le analisi chimico-fisiche forniranno informazioni relative alla tessitura che viene definita in base al rapporto tra le varie frazioni granulometriche del terreno quali sabbia, limo e argilla. Considerato che le diverse frazioni granulometriche sono presenti in varia percentuale nei diversi terreni, essi prenderanno denominazioni differenti: terreno sabbioso, sabbioso-limoso, franco sabbioso, franco sabbioso argilloso ecc. Tale valore è responsabile e determina la permeabilità e la capacità di scambio cationico del suolo.

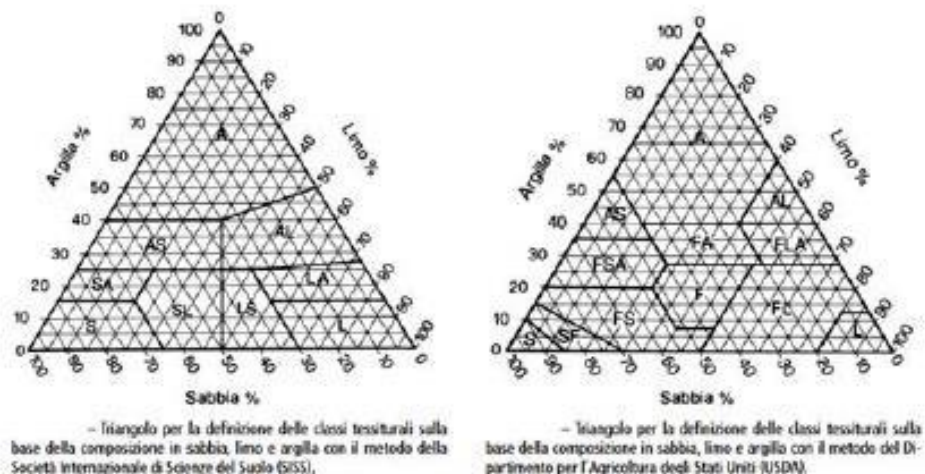


Figura 29 - Classificazione dei suoli in base alla tessitura

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 a quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. N° 248 del 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 il rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, 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. CaCO ₃
Calcare Attivo	Permanganometria (metodo Drouineau)	g/kg S.S. CaCO ₃
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 8 – Parametri dei valori chimico-fisici del terreno

Si provvederà a campionare il terreno periodicamente (una volta all'anno) per la verifica del rilascio dei metalli pesanti da parte dei pannelli fotovoltaici o da parte di altri componenti dell'impianto che potrebbero produrre la contaminazione del 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 (*)

9. 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 agro-ecosistemiche 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.

9.1 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.

9.2 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:

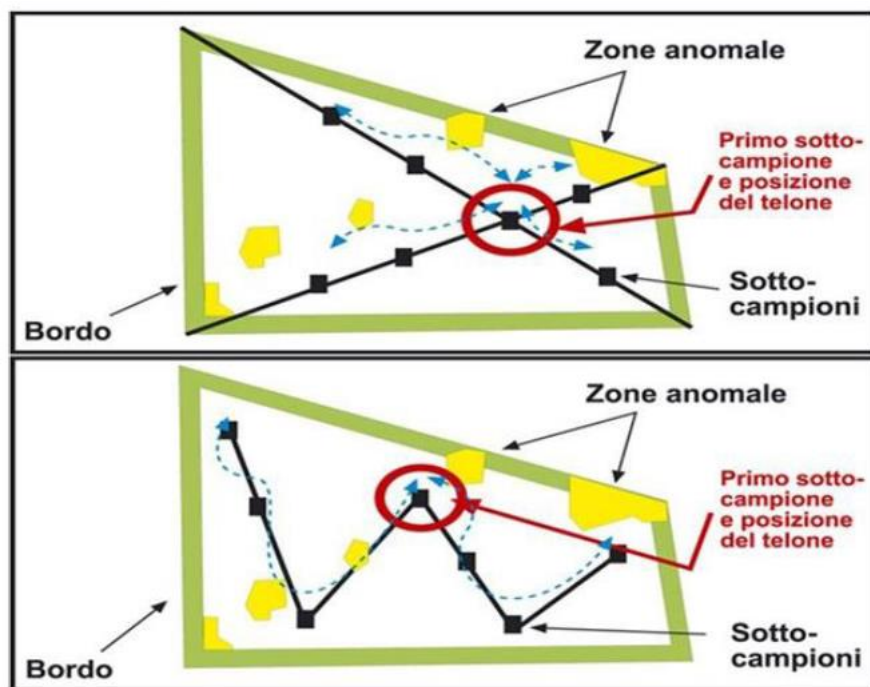


Figura 30 - Campionamento non sistematico a X(sopra) o a W(sotto).

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, nel mentre 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 contro campioni (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 (pH), carbonati totali, calcare attivo, capacità di scambio cationico e conducibilità elettrica.

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

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

Tabella 9 – Parametri per la determinazione della fertilità dei suoli

9.3 AZIONI CORRETTIVE DA EFFETTUARE NEL CASO DI CRITICITÀ EMERSE

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

Con i termini di ammendanti e correttivi definiamo tutti quei prodotti che non hanno la capacità di "nutrire" le colture, bensì di rendere ospitale e adatto a produrre in modo migliore il substrato nel quale sono coltivate. Queste sostanze ci permettono di correggere in modo efficiente i valori di alcuni parametri che si discostano dalla situazione ottimale, come può essere il caso di pH, capacità di scambio cationico, attività microbica.

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

Ciò che maggiormente ci interessa ottenere, grazie ad una corretta azione correttiva o ammendante, è il miglioramento della reazione a livello della soluzione circolante, cioè l'insieme di acqua e sostanze nutritive

che è costantemente a contatto con l'apparato radicale delle piante, e partecipa ai processi di scambio cationico e all'assorbimento.

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

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

Inoltre, il pH della soluzione circolante si abbassa e ciò rende più disponibili anche tutti gli altri elementi. Se invece nel terreno il pH tende all'acidità (<6), è utile intervenire in maniera opposta, ovvero riportando il terreno verso valori neutri; per fare questo si usa un correttivo calcareo.

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

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

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

Una leonardite di qualità contiene percentuali di sostanza organica del 60 %, di cui oltre il 70% è umificata. Queste caratteristiche la rendono efficace nel migliorare la capacità di scambio cationico del terreno, legata in buona parte alla sua ricchezza in sostanza organica.

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

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

10. MONITORAGGIO COMPONENTE IDRICA

10.1. PARAMETRI CHIMICO FISICO DELLE ACQUE E LIMITI DI ACCETTABILITÀ

Il monitoraggio delle acque riguarda l'ambiente idrico e in particolare:

- Acque superficiali;
- Acque sotterranee;
- Deflusso superficiale.

Si procederà al monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque che percorrono i canali episodici adiacenti le aree d'impianto e delle falde sotterranee. Saranno valutati:

- ✓ pH
- ✓ torbidità
- ✓ presenza di inquinanti

Prima dell'inizio del cantiere, tre mesi prima, all'interno dei singoli lotti di impianto verranno posizionate, in postazioni georeferenziate, dei sensori capaci di leggere la presenza d'acqua e posizionati in maniera tale

da leggere l'altezza d'acqua.

In questa maniera sarà possibile determinare la stabilità del deflusso superficiale a parità di piovosità mettendo in relazione i dati delle sonde con i pluviometri.

Per il monitoraggio delle acque sotterranee, prima dell'inizio del cantiere, saranno posizionati due punti di campionamento mediante l'istallazione di piezometri (pozzo di osservazione da 6") rispetto al flusso sottostante la falda acquifera con lo scopo di monitorare gli inquinanti di cui alla Tabella 2 della Parte IV - Titolo V- allegato 5 del D.Lgs 152/2006 che per comodità si riporta di seguito.

N° ord	SOSTANZE	Valore limite (µ/l)
METALLI		
1	Alluminio	200
2	Antimonio	5
3	Argento	10
4	Arsenico	10
5	Berillio	4
6	Cadmio	5
7	Cobalto	50
8	Cromo totale	50
9	Cromo (VI)	5
10	Ferro	200
11	Mercurio	1
12	Nichel	20
13	Piombo	10
14	Rame	1000
15	Selenio	10
16	Manganese	50
17	Tallio	2
18	Zinco	3000
INQUINANTI INORGANICI		
19	Boro	1000
20	Cianuri liberi	50
21	Fluoruri	1500
22	Nitriti	500
23	Solfati (mg/L)	250
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
24	Benzene	1
25	Etilbenzene	50
26	Stirene	25
27	Toluene	15
28	para-Xilene	10
POLICLICI AROMATICI		
29	Benzo(a) antracene	0.1
30	Benzo (a) pirene	0.01
31	Benzo (b) fluorantene	0.1
32	Benzo (k,) fluorantene	0.05
33	Benzo (g, h, i) perilene	0.01
34	Crisene	5
35	Dibenzo (a, h) antracene	0.01
36	Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0.1
37	Pirene	50
38	Sommatoria (31, 32, 33, 36)	0.1
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI		
39	Clorometano	1.5
40	Triclorometano	0.15
41	Cloruro di Vinile	0.5
42	1,2-Dicloroetano	3
43	1,1 Dicloroetilene	0.05
44	Tricloroetilene	1.5
45	Tetracloroetilene	1.1
46	Esaclorobutadiene	0.15
47	Sommatoria organoalogenati	10

ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI		
48	1,1 - Dicloroetano	810
49	1,2-Dicloroetilene	60
50	1,2-Dicloropropano	0.15
51	1,1,2 - Tricloroetano	0.2
52	1,2,3 - Tricloropropano	0.001
53	1,1,2,2, - Tetracloroetano	0.05
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI		
54	Tribromometano	0.3
55	1,2-Dibromoetano	0.001
56	Dibromoclorometano	0.13
57	Bromodichlorometano	0.17
NITROBENZENI		
58	Nitrobenzene	3.5
59	1,2 - Dinitrobenzene	15
60	1,3 - Dinitrobenzene	3.7
61	Cloronitrobenzeni (ognuno)	0.5
CLOROBENZENI		
62	Monoclorobenzene	40
63	1,2 Diclorobenzene	270
64	1,4 Diclorobenzene	0.5
65	1,2,4 Triclorobenzene	190
66	1,2,4,5 Tetraclorobenzene	1.8
67	Pentaclorobenzene	5
68	Esaclorobenzene	0.01
FENOLI E CLOROFENOLI		
69	2-clorofenolo	180
70	2,4 Diclorofenolo	110
71	2,4,6 Triclorofenolo	5
72	Pentaclorofenolo	0.5
AMMINE AROMATICHE		
73	Anilina	10
74	Difenilamina	910
75	p-toluidina	0.35
FITOFARMACI		
76	Alaclor	0.1
77	Aldrin	0.03
78	Atrazina	0.3
79	alfa - esacloroesano	0.1
80	beta - esacloroesano	0.1
81	Gamma - esacloroesano (lindano)	0.1
82	Clordano	0.1
83	DDD, DDT, DDE	0.1
84	Dieldrin	0.03
85	Endrin	0.1
86	Sommatoria fitofarmaci	0.5
DIOSSINE E FURANI		
87	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione TEF)	4 x 10 ⁻⁶
ALTRE SOSTANZE		
88	PCB	0.01
89	Acrilammide	0.1
90	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350
91	Acido para - ftalico	37000
92	Amianto (fibre A > 10 mm) (*)	da definire

Tabella 10 - Monitoraggio degli inquinanti di cui alla Tabella 2 della Parte IV -Titolo V- allegato 5 del D.Lgs 152/2006

I pozzi saranno sigillati nella loro parte superiore per impedire contaminazioni accidentali della falda. Ogni operazione di prelievo sarà preceduta da un corretto spurgo del piezometro per eliminare il volume d'acqua che staziona all'interno del piezometro.

11. MONITORAGGIO BIODIVERSITÀ

Oggetto del monitoraggio, a partire dalla caratterizzazione della fitocenosi e zoocenosi è la comunità biologica, rappresentata dalla vegetazione naturale e seminaturale e dalle specie appartenenti alla flora e alla fauna (con particolare riguardo a specie e habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico, nonché le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema. Anche per questa componente la redazione del PMA in osservanza alle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)

Il PMA tiene conto della significativa distanza dalle aree sensibili (siti della Rete Natura 2000, zone umide, aree naturali protette, ecc.).

Prima dell'avvio del cantiere per la caratterizzazione della fitocenosi si provvederà a ripetere una ricognizione dettagliata della fascia d'interesse individuata con sopralluoghi nel corso della stagione vegetativa.

In particolare, in base all'analisi e ai risultati della SIA, saranno presi in considerazione specifici parametri descrittivi tanto per la flora che per la fauna.

11.1 PARAMETRI DESCRITTORI DELLA FLORA E DELLA VEGETAZIONE

Stato fitosanitario

Il monitoraggio dello stato fitosanitario prevede la raccolta di informazioni relative a:

- ✓ presenza di mortalità,
- ✓ patologie, parassitosi,
- ✓ altezza e diametro degli esemplari o delle popolazioni coinvolte

Pertanto, saranno presi in considerazione gli indicatori relativi a:

- ✓ presenza di patologie/parassitosi;
- ✓ alterazioni della crescita;
- ✓ tasso di mortalità/infestazione delle specie chiave.

Quindi, nella fase ante operam, si provvederà ad una nuova ricognizione e ad una relazione di censimento con report fotografico, a firma di un agronomo, dell'area circostante per l'acquisizione dei dati relativi agli indicatori prima richiamati.

Stato delle popolazioni

Il monitoraggio sullo stato delle popolazioni vegetali sarà caratterizzato attraverso l'analisi dei seguenti indicatori:

- ✓ Analisi delle condizioni vitali e loro tendenze relativamente alle specie o gruppi di specie vegetali come individuate nella SIA;
- ✓ Valutazioni quali-quantitative circa la comparsa/aumento delle specie alloctone, sinantropiche e ruderali.

Stato degli habitat

In considerazione delle conclusioni della SIA, della significativa distanza delle aree protette, la caratterizzazione degli habitat sarà articolata su basi quali-quantitative; si procederà alla valutazione della

variazione nella specifica composizione e variazione dell'estensione, tenendo conto dei seguenti indicatori:

- ✓ Frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche;
- ✓ Conta delle specie target suddivise in classi di età (plantule, giovani, riproduttori);
- ✓ Rapporto tra specie alloctone e specie autoctone.

Metodologia di monitoraggio

Il monitoraggio sulle biodiversità sarà effettuato ante operam, in esercizio e a fine vita dell'impianto.

Si prenderà, quale area di osservazione quella del buffer di 500 metri intorno all'area d'impianto che risulta essere sufficiente in relazione agli impatti rilevati nella SIA, alla dimensione delle aree d'impianto e allo scenario di base particolarmente banalizzato dalla agricoltura intensiva e monocolturale praticata nell'area di progetto. Il monitoraggio riguarderà anche le opere di mitigazione che nel caso del progetto in questione, riguarderanno le fasce a pascolo naturale e la mitigazione perimetrale da realizzare con filari di ulivi.

Sarà pertanto rilevata, ante operam lo stato d'integrità della flora e della vegetazione in relazione alle specie censite.

In considerazione dello scenario di base, ben rappresentato nella SIA, che riguarda un territorio dove la pratica agricola monocolturale ha ridotto ad una presenza pressoché irrilevante gli elementi della biodiversità, si realizzerà un dettagliato report-censimento delle specie presenti e rinnovato con cedenza annuale.

Si analizzeranno le condizioni fitosanitarie dei popolamenti vegetali più significativi con una periodicità annuale. I report daranno evidenza del numero degli esemplari malati e delle patologie presenti.

I sopralluoghi saranno effettuati nella stagione vegetativa.

Se presenti saranno cartografati gli habitat di particolare significato ecologico o come habitat di specie.

Allo stato attuale non sono stati rilevati nell'area di progetto e nelle immediate vicinanze habitat di particolare significatività.

Saranno poi rilevate le specie floristiche presenti e il loro rapporto per famiglie di specie.

Il monitoraggio si effettuerà periodicamente su aree permanenti che avranno la funzione di rappresentare aree "sentinella" su cui effettuare indagini e valutazioni comparative, in termini temporali e quali-quantitative.

12. MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ 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, eventuali 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.

13. PERIODICITÀ DEL RILEVAMENTO E DELLA CAMPIONATURA

La campionatura sarà eseguita ante operam (tre mesi prima dell'inizio dei lavori), durante la fase d'esercizio dell'impianto, post operam.

I parametri microclimatici avranno una lettura in continuo, mentre quelli chimico-fisici saranno sottoposti a campionatura con cadenza annuale.

I parametri chimico-fisici del terreno verranno analizzati con cadenza annuale.

La campionatura e le osservazioni sulle biodiversità avranno una cadenza variabile come articolato nei paragrafi precedenti.

Analisi e campionature annuali saranno eseguite sulla risorsa idrica.

Ad esclusione del primo anno in cui si realizzerà una prima campionatura a fine cantiere e una a sei mesi della sua ultimazione.

Per l'avifauna si procederà ad una campionatura ante operam tre mesi prima dell'inizio dei lavori, ad una campionatura durante l'esercizio con cadenza annuale e ad una post operam tre mesi dopo la totale dismissione dell'impianto.

14. COMPOSIZIONE DELLA STAZIONE METEO E TIPI DI SENSORI

Di seguito verrà descritto il funzionamento di una stazione meteo per agricoltura il cui nome commerciale è AGRISMART-IOT, è un nodo IoT per l'acquisizione e la trasmissione dei parametri meteorologici e agricoli per applicazioni nell'agricoltura di precisione (Controllo e prevenzione).

Utilizza il protocollo radio a bassa potenza SigFox, è un sistema che non necessita di nessuna connessione con reti telefoniche o reti elettriche e non necessita di pannelli solari per l'alimentazione.

Caratteristiche generali

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

Sensoristica stazione meteo

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

Opzioni

- Monitoraggio velocità e direzione del vento

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

CARATTERISTICHE TECNICHE

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

Tabella 11 - Caratteristiche tecniche stazione meteo

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

Tabella 12 - Caratteristiche tecniche sensori



Figura 31 - Stazione meteo AGRISMART IOT

14.1 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.

14.2 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.

15. SINTESI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In considerazione degli impatti sulle singole componenti rilevati nella SIA del presente progetto di seguito si riporta una tabella sintetica del programma di monitoraggio a cui assoggettare il PMA.

Programma generale di monitoraggio					
Componente da monitorare	Descrizione del monitoraggio	Fase del rilevamento e Tipologia di monitoraggio			Periodicità
		Fase di cantiere	Fase di esercizio	Post operam	
Atmosfera	Parametri microclimatici	In continuo	In continuo		
Atmosfera e salute umana	Emissioni pulverulenti	Programmate			In virtù di particolari lavorazioni e/o condizioni meteorologiche
Atmosfera e salute umana	Emissioni sonore	Programmate	Programmate		Ante operam e una volta all'anno
Ambiente idrico	Inquinamento acque sotterranee e superficiali	Programmate	Programmate		Ante operam e una volta all'anno
Biologico	Fertilità del terreno	Programmate	Programmate	Programmate	Ante operam e una volta all'anno
Biologico	Fertilità e produttività del terreno		In continuo		
Atmosfera e salute umana	Emissioni elettromagnetiche		Programmate		Una volta all'anno
Attività agricola	Produttività	Programmate	Programmate		Ante operam e una volta ogni tre anni

Tabella 13 - Programma generale di monitoraggio

In particolare, il monitoraggio delle emissioni pulverulenti sarà organizzato in base al cronoprogramma e alle attività in esso previste salvo modifiche e integrazioni che il Coordinatore della Sicurezza vorrà introdurre.

16. GESTIONE E COMUNICAZIONE DEI DATI

I dati ricavati dall'attività di monitoraggio verranno tabellati e archiviati su supporti informatici.

Con cadenza annuale saranno inviati all'ARPA, ai comuni limitrofi alle aree di progetto, alle associazioni di categorie, alle scuole di secondo grado e a chiunque ne facesse richiesta.

17. CRONOPROGRAMMA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

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

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
In posizione centrale nelle aree di intervento	Bagnatura fogliare; Temperatura suolo; Tensione idrica suolo; Temperatura Atm.; U. R. Atm.; Pressione Atm.; Velocità del vento; Direzione del vento; Irradianza solare; Precipitazione;	-	Stazione meteo AGRISMART-IOT completa di termigrometro, pluviometro, anemometro, sensore per la determinazione della radiazione solare e UV	Ogni 30 minuti per un periodo di 25 anni	Installazione stazione meteo e inizio monitoraggi a chiusura del cantiere e antecedente alla coltivazione dei terreni	-	Attraverso il protocollo radio a bassa potenza SigFox	Software dedicato MAGICO	-
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	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
Intero appezzamento, campioni di terreno prelevati random	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 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 14 – Cronoprogramma delle campagne di monitoraggio

18. PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI:

L'intervento in progetto è disciplinato dalla Normativa in materia ambientale dai:

- D.lgs. 152/2006 E S.M.I.;
- D.lgs. 163/2006 E S.M.I.

19. 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, 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 veccia, il favino, il trifoglio incarnato, 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 quo-ante;
4. L'intervento agrivoltaico di progetto è anche un significativo sostegno alla ricostruzione e conservazione delle biodiversità.