



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA DI
FOGGIA



COMUNE DI FOGGIA

OGGETTO:

Progetto di un impianto agrivoltaico denominato "FOGGIA II", di potenza pari a 50,83 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Foggia (FG)

ELABORATO:

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' AGROECONOMICA
E PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**



PROPONENTE:

**AEI SOLAR
PROJECT II SRL**

P.I. 16805321003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

AEI SOLAR PROJECT II S.R.L.
VIA VINCENZO BELLINI, 22
00198- ROMA (RM)
P.IVA 16805321003



Dott. Agr. Stefano Convertini
Iscr. n. 228 sez. A
ODAF Brindisi
C.F. CNVSFN79D18D508E

PROGETTAZIONE:

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



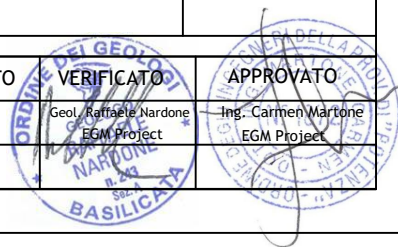
Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F. NRDRFL71H04A509H



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

Livello prog.	Cat. opera	N°. prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio	Tot. fogli	Nome file	Scala
PD	I.IF	A.15.3	R				

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	GENNAIO 2023	Emissione		Geol. Raffaele Nardone EGM Project	Ing. Carmen Martone EGM Project



INDICE

PREMESSA.....	2
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO.....	5
2.1 ORIENTAMENTO COLTURALE DELL'AREA DI PROGETTO	8
2.2 LA CONDUZIONE DEI TERRENI	9
3. PROGETTO DI FOTOVOLTAICO INTEGRATO PROPOSTO.....	9
3.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO PROPOSTO	9
3.2 RISPONDEZZA AI REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	12
3.3 MEZZI MECCANICI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA	15
3.4 APPLICAZIONE DELLE TECNOLOGIE E DELLE TECNICHE DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE	17
3.4.1 SISTEMI DI GUIDA PARALLELA O AUTOMATICA	19
3.4.2 IRRORATRICI	19
3.4.3 SISTEMI PER RATEO VARIABILE	19
3.5 INTRODUZIONE ALLA GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE ORTICOLE E FORAGGERE	20
3.5.1 COLTIVAZIONE DEL POMODORO DA MENSA	20
3.5.2 COLTIVAZIONE DELLA LATTUGA DA CESPO	29
3.5.3 COLTIVAZIONE DEL BROCCOLETTO DI RAPA	37
3.5.4 COLTIVAZIONE DELLO SPINACIO	39
3.5.5 COLTIVAZIONE DELLA CIPOLLA	41
3.5.6 COLTIVAZIONE DEL CARCIOFO	44
3.5.7 COLTIVAZIONE DELLE ESSENZE FORAGGERE.....	53
3.5.8 AVVICENDAMENTO COLTURALE	62
4. OBIETTIVI PERSEGUITI	63
4.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE ORTICOLE	63
4.2 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ESSENZE FORAGGERE PER LA PRODUZIONE DI FORAGGIO.....	66
4.3 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA IN EURO PER 1 ETTARO DI SUPERFICIE COLTIVATA CON ORTICOLE	67
4.4 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA IN EURO PER 1 ETTARO DI SUPERFICIE COLTIVATA CON FORAGGERE	69
4.5 DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ORE E GIORNATE LAVORATIVE ANNUE	70
4.6 RICADUTE OCCUPAZIONALI.....	70
5. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	70
5.1 MODALITÀ E FREQUENZA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELL'AGRIVOLTAICO	71
5.2 MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA.....	71
5.2.1 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E PUNTO DI MONITORAGGIO.....	71
5.2.2 COMPOSIZIONE DELLA STAZIONE METEO E TIPI DI SENSORI	72
5.2.3 DSS E SUPPORTO ALLE DECISIONI	74
5.2.4 UTILIZZO DELLA STAZIONE METEOROLOGICA PER LA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE	74
5.3 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA	75
5.4 MONITORAGGIO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO	75
5.4.1 APPARECCHIATURE ED ATTREZZATURE	75
5.4.2 MODALITÀ OPERATIVE	76
5.4.3 AZIONI CORRETTIVE DA EFFETTUARE NEL CASO DI CRITICITÀ EMERSE	79
5.5 CRONOPROGRAMMA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO	81
6. CONCLUSIONI	82

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 50,83MWp e di colture orticole e foraggere, da realizzarsi sulla stessa superficie di circa 66 ettari nel comune di Foggia.

Nello specifico la realizzazione dell'impianto fotovoltaico interesserà il territorio comunale di Foggia.

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 ortive e foraggere

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto in oggetto, sarà ubicato nel comune di Foggia a circa 7 Km in direzione nord-est rispetto al nucleo urbano di Foggia, mentre dista circa 5 km in direzione ovest rispetto ai confini comunali di Manfredonia.

La zona dove verranno alloggiati i pannelli ricade completamente in area pianeggiante a circa 40 m sul livello del mare.

Il paesaggio è quindi pianeggiante.



Figura 1. Area oggetto di studio – inquadramento su ortofoto



Figura 2 – Porzione area impianto coltivata a frumento duro



Figura 3 – Porzione area impianto con coltivazione di carciofi



Figura 4 – Porzione area impianto coltivata a frumento duro



Figura 5 – Porzione area di intervento con tendone di uva da tavola in fase di estirpo

2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO E DEL SISTEMA AGRARIO

Il territorio dell'agro di Foggia si caratterizza per un'elevata vocazione agricola. Il centro abitato di Foggia, infatti, risulta inserito in un territorio agricolo quasi completamente caratterizzato da coltivazioni rappresentative quali vigneto, oliveto, seminativi ecc..

Per quanto attiene le condizioni pedologiche si ricorda che l'intero Tavoliere è caratterizzato da un piano alluvionale originato da un fondo di mare emerso costituito da strati argillosi, sabbiosi e anche calcarei del Pliocene e del Quaternario, che hanno dato luogo a terre di consistenza diversa e anche di non facile lavorazione.

In particolare i terreni dell'agro comunale di Foggia presentano un buon grado di fertilità, sono freschi e profondi, poveri di scheletro in superficie, ricchi di elementi minerali e humus con un discreto contenuto in sostanza organica e un buon livello di potenziale biologico, aspetto che gli permette di conservare un buon grado di umidità. La roccia madre si trova ad una profondità tale da garantire un buon strato di suolo alla vegetazione. In definitiva i terreni agrari più rappresentati sono a "medio impasto" tendenti allo sciolto, profondi, poco soggetti ai ristagni idrici, di reazione neutra, con un buon franco di coltivazione.

Per quanto concerne la giacitura dei terreni, in generale, sono generalmente di natura pianeggiante e in minima parte collinare e, nonostante questa caratteristica, i terreni non hanno una specifica sistemazione di bonifica poiché la natura del suolo e del sottosuolo è tale da consentire una rapida percolazione delle acque. Tra le coltivazioni erbacee di grande interesse a livello locale rivestono alcune colture agrarie a ciclo annuale come il frumento duro, il pomodoro e altre colture ortive a ciclo autunno-invernale dove prevalgono le Brassicacee. 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.

Una fetta consistente della superficie agricola locale è investita annualmente a seminativi come nel resto del Tavoliere. 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. Nel periodo estivo buona parte di queste superfici è interessata dalla coltivazione di colture da rinnovo come il pomodoro da industria, altra coltura agraria che caratterizza fortemente il territorio del Tavoliere.

Per la maggior parte delle aziende agricole la coltura del frumento duro 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.

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

Il territorio dell'agro oggetto di studio, storicamente area coltivata a seminativi e minimamente ad olivo e vite, si caratterizza per una elevata vocazione agricola, dove il territorio agricolo è quasi completamente interessato da coltivazioni rappresentative quali vigneto allevato prevalentemente a tendone, oliveto e soprattutto superfici seminabili coltivate a frumento e colture orticole.

I vigneti di uva da vino presenti nell'intero territorio comunale di Foggia rientrano nell'areale di produzione di vini D.O.C.:

- Aleatico di Puglia (D.M. 29/5/1973 – G.U. n.214 del 20/8/1973);
- Ortanova (D.P.R. 26.04.1984, G.U. 274 del 04.10.1984);
- Tavoliere delle Puglie (D.M. 07.10.2011, G.U. 241 del 15.10.2011).

I vigneti di uva da vino presenti nell'intero territorio comunale di Foggia rientrano nell'areale di produzione di vini I.G.T.:

- Daunia (D.M. 12.09.1995, G.U. 237 del 10.10.1995);
- Puglia (D.M. 12.09.1995, G.U. 237 del 10.10.1995).

Gli oliveti presenti sempre nell'intero agro del comune di Foggia possono concorrere alla produzione di "OLIO EXTRAVERGINE DI OLIVA DAUNO BASSO TAVOLIERE" - DOP (D.M. 6/8/1998 – G.U. n. 193 del 20/8/1998). Nella zona oggetto di studio i vigneti allevati nella forma a tendone per la produzione di uva da tavola rientrano nell'areale di produzione dell'uva da tavola IGP UVA DI PUGLIA (Reg. UE 680/2012 - GUUE L. 198 del 25.07.2012).



Figura 6 - Zone di produzione delle DOC pugliesi

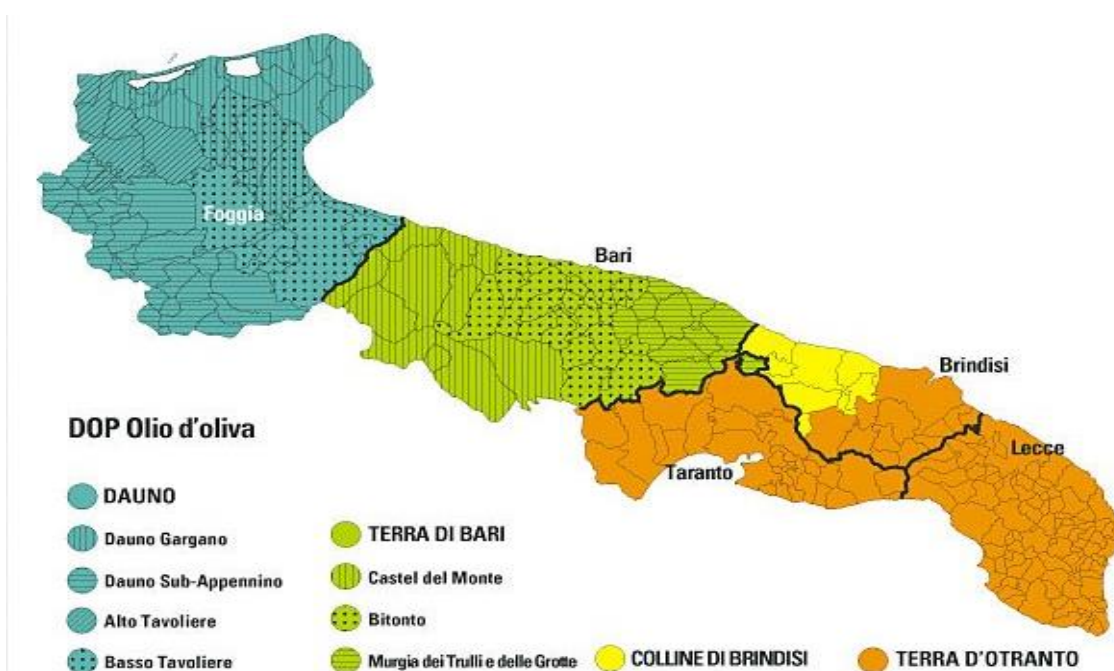


Figura 7 -Zone di produzione degli oli DOP pugliesi

2.1 ORIENTAMENTO CULTURALE DELL'AREA DI PROGETTO

Di seguito viene riportata la distribuzione della superficie come da visure catastali. Dal suo esame si evince che la superficie catastale totale per l'impianto fotovoltaico è pari a circa 66 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, foraggere; colture orticole; una porzione dell'area oggetto di intervento, circa 7 ettari, è coltivata a vite da tavola in fase di estirpazione perché ormai a fine ciclo produttivo; una porzione minima interessata dagli interventi è coltivata a olivo, circa 40 are, dove sono presenti n. 105 olivi di circa 20 anni.

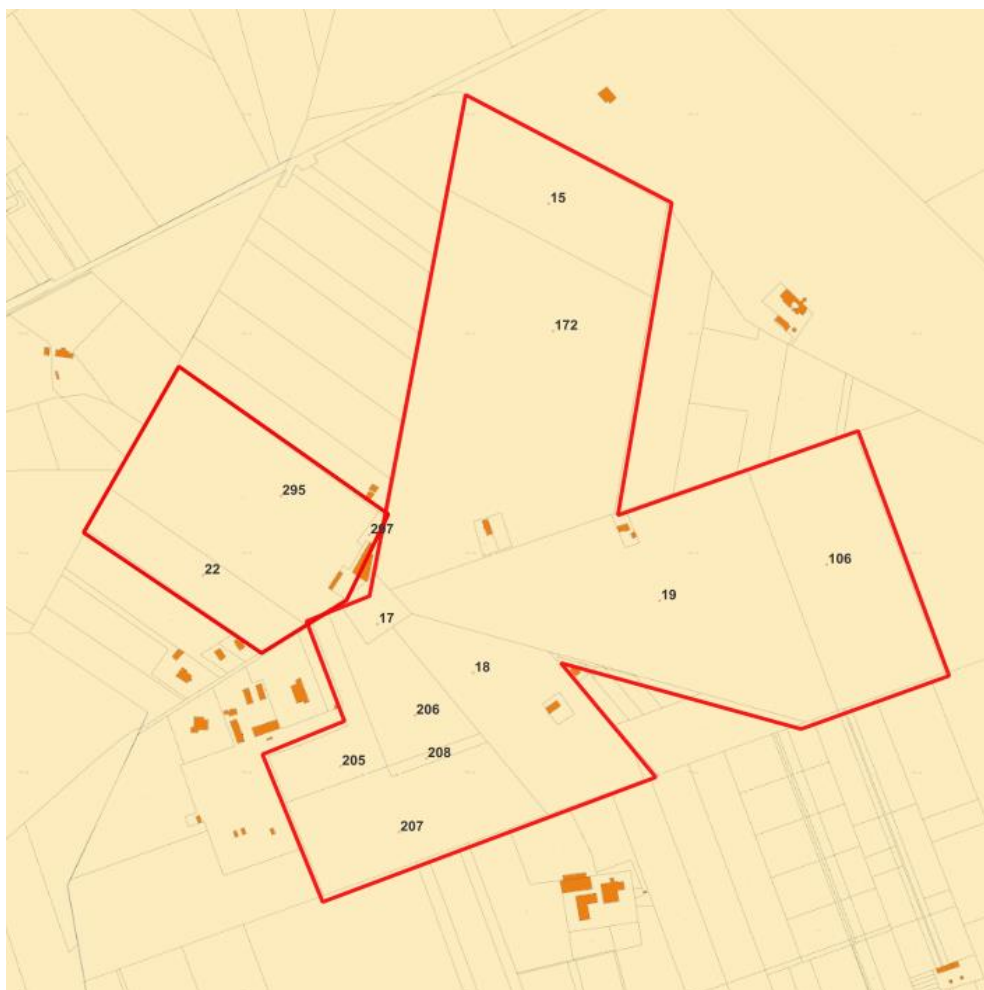


Figura 8. Area oggetto di studio - inquadramento su catastale

Sito di progetto:

Località: Foggia

Particelle Catastali Impianto Fotovoltaico:

Foglio , Particelle: 15 – 18 – 19 - 22 - 30 – 106 – 127 – 172 - 205 – 206 - 207 – 208 – 257 – 295

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 orticole.

2.2 LA CONDUZIONE DEI TERRENI

La conduzione dei terreni sarà affidata all'azienda agricola Abazia Pasquale, già attuale proprietaria di porzione dei terreni, la quale è anche azienda agricola ad indirizzo orticolo, regolarmente iscritta che esercita tale attività a titolo principale da diverse generazioni.

3. PROGETTO DI FOTOVOLTAICO INTEGRATO PROPOSTO

3.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO PROPOSTO

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

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

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

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

- adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
- prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

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

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

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

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

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

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

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

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

Nell'area di impianto l'intera superficie verrà coltivata, poiché l'altezza minima dei moduli fotovoltaici è superiore a 210 cm. Figura 9 – particolari strutture – viste laterali; Figura 10 – particolari strutture – vista dall'alto stringa; Figura 11 - Dimensioni caratteristiche di un trattore tipo frutteto sia con cabina standard che con cabina ribassata) per effettuare le poche operazioni colturali previste durante l'anno.

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

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

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

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

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

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

Con la presente iniziativa imprenditoriale il proponente si pone l'obiettivo di migliorare l'inserimento dell'iniziativa nel paesaggio ed a minimizzare l'impiego di superficie agricola che verrà invece valorizzata ed apporterà un significativo contributo alla biodiversità nonché alla conservazione dei servizi ecosistemici esistenti ed il rispetto della naturale tessitura dei luoghi attraverso la trasformazione produttiva innovativa agro-energetica sostenibile dell'intera superficie di ha 66 circa: il progetto, infatti, punta a far convivere fotovoltaico e agricoltura, con reciproci vantaggi in termini di produzione energetica, tutela ambientale, conservazione della biodiversità, mantenimento dei suoli.

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

elettrica, lasciando spazio alle colture agricole. In altri termini, si tratta di coltivare i terreni sui quali è stato realizzato un impianto fotovoltaico, in modo tale da ridurre l'impatto ambientale, ma senza rinunciare alla ordinaria redditività delle colture agricole ivi praticate. Nel caso specifico, il metodo "agro-voltaico" potrebbe consistere nel coltivare l'intera superficie interessata dall'impianto fotovoltaico poiché i pannelli fotovoltaici sono disposti ad un'ideale altezza da terra.

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

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

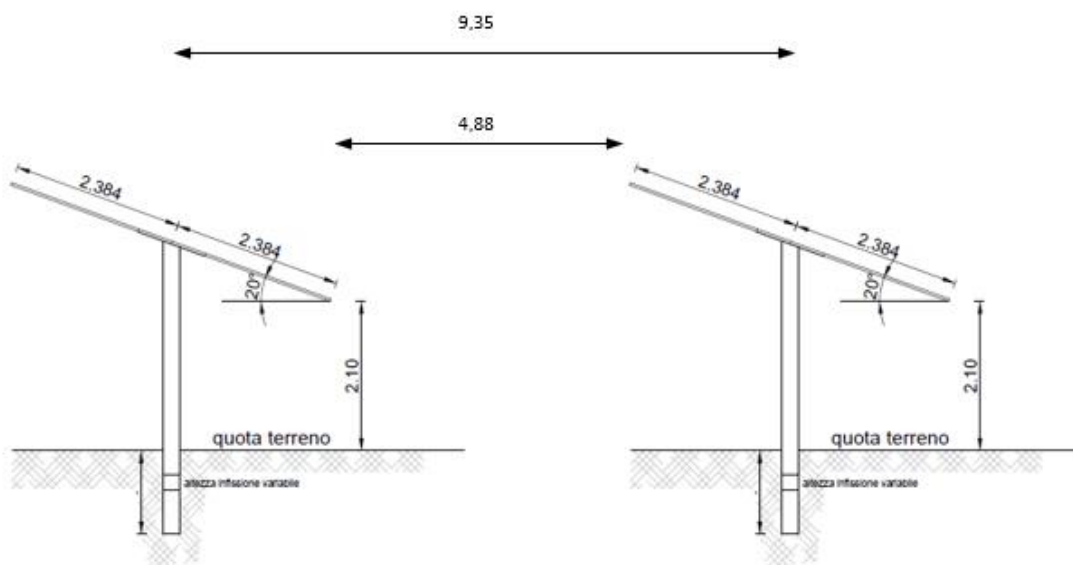


Figura 9 – particolari strutture – viste laterali



Figura 10 – particolari strutture – vista dall'alto stringa

3.2 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 e ortaggi, 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 orticole a ciclo primaverile-estivo e a ciclo autunno-invernale, colture foraggere autunno-vernine come graminacee e leguminose dall'ottima produttività, quali l'avena, l'orzo, il frumento tenero, il favino, il trifoglio incarnato, la veccia, come la migliore coltivazione da effettuare. La 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 23,57 ettari (75.870 moduli aventi ognuno una superficie di 3,106 mq);
- LAOR risultante $23,57/66 = 36,8\%$, 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 66 interessata dall'impianto integrato con la coltivazione di orticole, cerealicole e foraggere;
- giacitura del terreno pianeggiante del fondo rustico;

- franco di coltivazione mediamente profondo;
- semina/trapianto annuale di essenze orticole e/o colture cerealicole e/o foraggere su una superficie di circa 64 ettari;
- vita economica dell'impianto di anni 25;
- gestione dei lavori agricoli con il conduttore dell'azienda agricola.

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

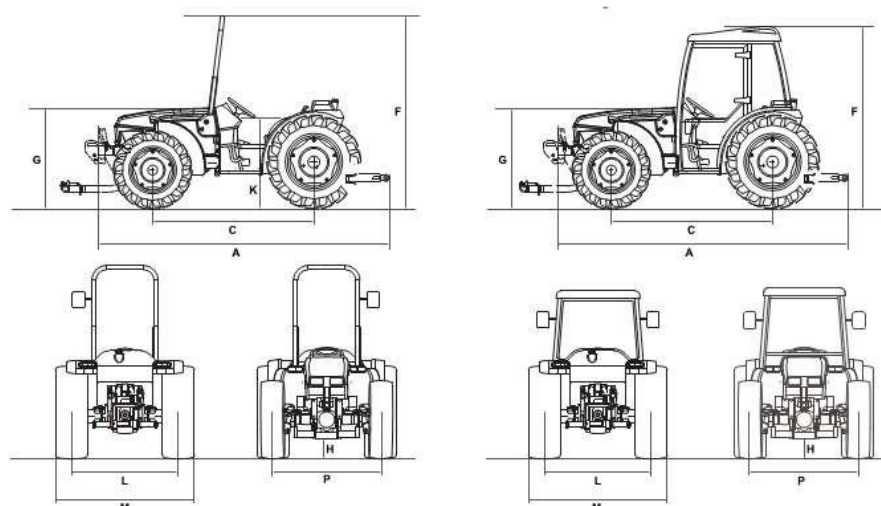
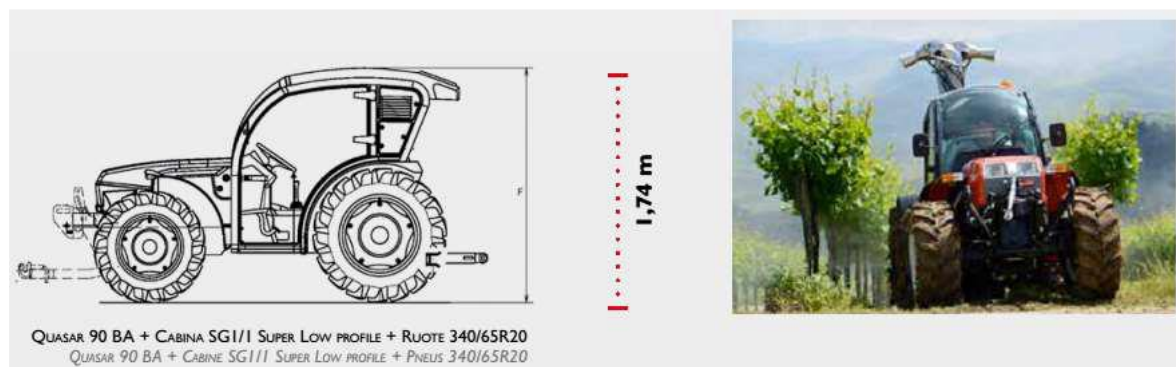
DESCRIZIONE		DATI IMPIANTO			CONTROLLO		
REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;	A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione ($S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$)	S_{TOT}	S_{IMP_FV}	$S_{agricola}$	$S_{agricola} / S_{TOT} = 0,97 (> 0,70)$		
		66 ha	23,57 ha	64 ha			
	A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola ($LAOR \leq 40\%$)	S_{MODULL_FV}		$S_{agricola}$	$LAOR = S_{MODULL_FV} / S_{agricola} = 0,37 (\leq 0,40)$		
		23,57 ha		64 ha			
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 type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	
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 da terra asse orizzontale tracker				TIPO 1 <input checked="" type="checkbox"/>	TIPO 2 <input type="checkbox"/>	TIPO 3 <input type="checkbox"/>
	2.10 m						
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 1 - Verifica requisiti dell'impianto agrivoltaico

3.3 MEZZI MECCANICI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA

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

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



		Quasar 90	
		versione bassa / version basse	
Dimensioni e Pesì* Poids et Dimensions*	A	Lunghezza/Longueur	3026
	M	Larghezza min-max/Largeur min. et max.	1398-1774
	F	Altezza al telaio/Hauteur à l'arceau	2217
		Quasar 90 BA + Cabina GL6 Standard + Ruote 320/70R24 Quasar 90 BA + Cabine GL6 Standard + Pneus 320/70R24	2140
	F	Quasar 90 BA + Cabina SG1 Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1 Low profile + Pneus 340/65R20	1800
		Quasar 90 BA + Cabina SG1/1 Super Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine 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	Luca 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 11 - 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 12 – trapiantatrice (foto dal web)



Figura 13 – seminatrice multi-seed (foto Ortomec)

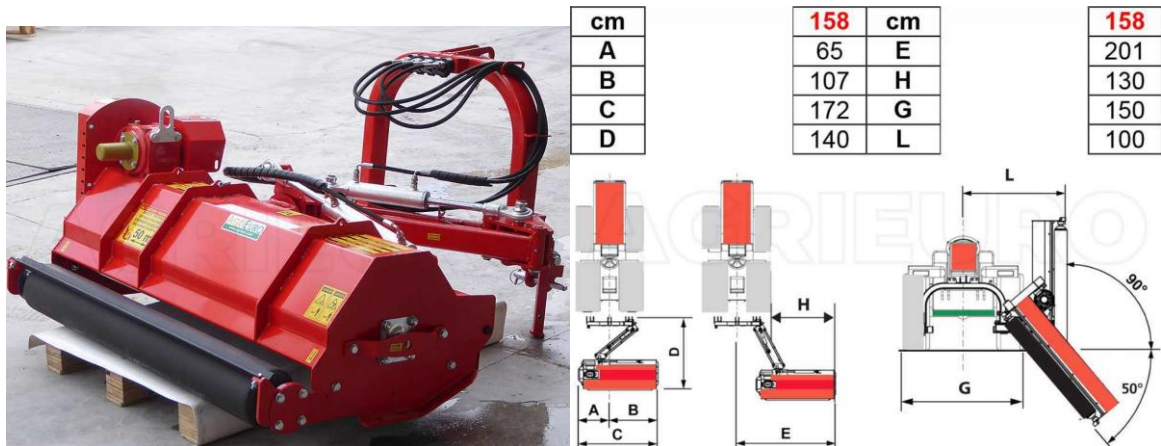


Figura 14 – trincia laterale a braccio (foto dal web)

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

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

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

Allo stesso modo, l'applicazione dell'agricoltura di precisione consente di correggere tutte le variazioni che possono subire le piante e il terreno in relazione alla variabilità delle luminosità e all'umidità del suolo. A tale scopo sono utilizzati i sistemi isobus, che permettono una comunicazione standardizzata fra diversi tipi di

trattori e macchinari, portando diversi vantaggi, tra cui ad esempio il fatto che non serve più munirsi di un diverso terminale per ogni tipo di macchina, ma è possibile usare un unico terminale universale, collegabile a più macchinari. Ciò significa che è possibile collegare tutte le macchine a un trattore.

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

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

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

Questi sistemi consentono di:

- Migliorare e uniformare verso l'alto la qualità dei prodotti coltivati;
- Incrementare l'efficienza del processo produttivo, con maggiori rese per ettaro e una decisa razionalizzazione dei costi;
- Ridurre l'impatto ambientale di concimi e agrofarmaci grazie a un uso mirato di questi prodotti che vanno tutti a bersaglio, annullando gli sprechi;
- Diminuire l'affaticamento dell'operatore agricolo grazie all'automazione delle operazioni e aumentare la sua sicurezza sul lavoro;
- Tracciare tutto il percorso produttivo e documentarlo con report di fine campagna;
- Si partirà con l'individuazione dei parametri prima delle piantumazioni e dell'istallazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici.

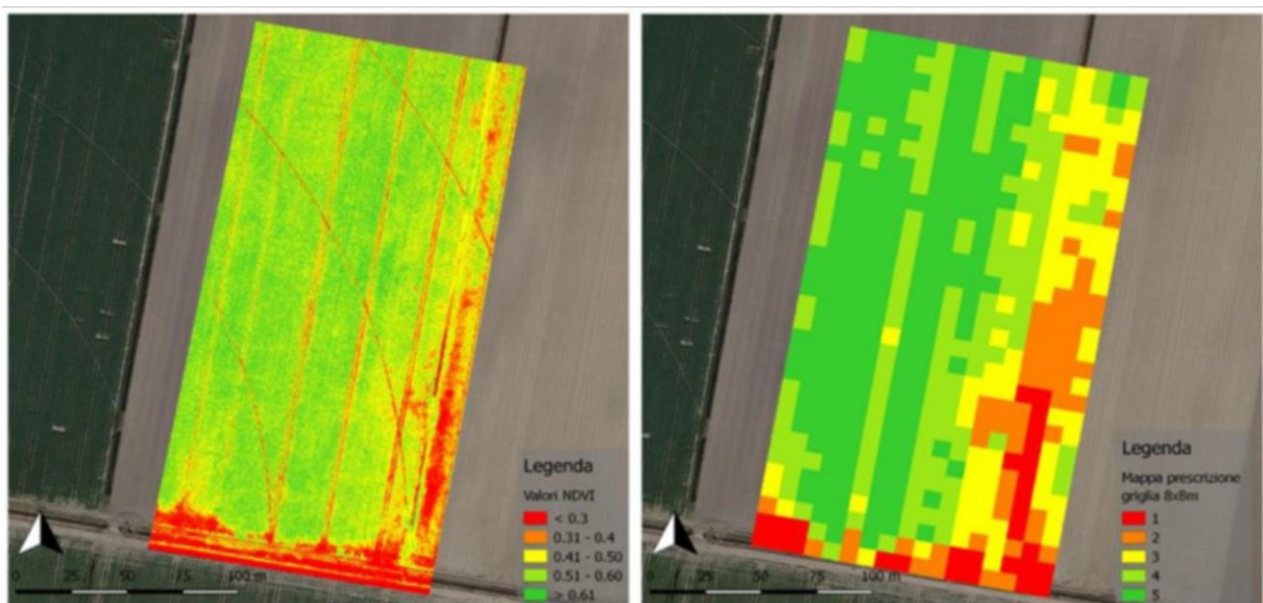


Figura 15. Mappe di resa

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

3.4.1 SISTEMI DI GUIDA PARALLELA O AUTOMATICA

La guida parallela e con maggiore precisione quella automatica permette di limitare a pochi centimetri il sormonto fra passate attigue. Senza tali dispositivi la sovrapposizione è in genere di alcune decine di centimetri nel caso di lavorazioni superficiali del terreno e di metri nella distribuzione di concimi e nell'esecuzione di trattamenti antiparassitari o di diserbo. La sovrapposizione genera un aumento dei tempi di lavoro, un incremento nel consumo di gasolio, uno spreco di prodotto, un conseguente potenziale impatto ambientale. Inoltre, nel caso di diserbi in post-emergenza e di trattamenti antiparassitari nelle zone di sovrapposizione avviene una doppia distribuzione che può generare un danno alla coltura, talvolta poco visibile, ma reale.

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

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

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

3.4.2 IRRORATRICI

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

3.4.3 SISTEMI PER RATEO VARIABILE

Questi sistemi consentono di gestire la variabilità ambientale applicando in modo conseguente gli input chimici, meccanici e biologici. È possibile farlo in tutte le fasi del ciclo colturale:

lavorazioni del terreno, semina, concimazioni, trattamenti di difesa e irrigazione. Le metodologie per affrontare la distribuzione variabile (o rateo variabile) sono fondamentalmente due: quella impostata su mappe e quella che utilizza sensori.

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

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

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

L'impianto fotovoltaico sarà integrato con la coltivazione di specie ortive 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 ortive come la lattuga da cespo, il pomodoro, il broccolo, lo spinacio, la cipolla, il carciofo avvicendate anche con foraggere e leguminose da sovescio come il favino, negli spazi sottostanti i pannelli fotovoltaici.



Figura 16 – Esempio di fotovoltaico integrato con essenze foraggere (foto dal web)

La superficie verrà suddivisa in 4 lotti rispettivamente della superficie di circa 10 ettari per il LOTTO 1, circa 20 ettari per i LOTTI 2,3 e circa 15 ettari per il LOTTO 4, dove verranno trapiantate e seminate ogni anno colture orticole come pomodoro, lattuga, spinacio, broccoletto di rapa, cipolla, carciofo e essenze foraggere in purezza o in consociazione costituite essenzialmente da graminacee come l'avena, l'orzo, il frumento tenero e leguminose come il favino, il trifoglio incarnato, la veccia. Queste specie, tranne il pomodoro, verranno coltivate anche negli spazi sottostanti i pannelli fotovoltaici poiché sono bene adattabili a condizioni di ombreggiamento.

3.5.1 COLTIVAZIONE DEL POMODORO DA MENSA

Esigenze pedoclimatiche

Il pomodoro è una pianta che ha elevate esigenze termiche e si adatta molto bene alle diverse condizioni pedoclimatiche. E' considerata una coltura da rinnovo, ha infatti un apparato radicale molto sviluppato che favorisce il miglioramento della struttura del suolo e lo prepara per la coltura che segue.

Esigenze pedologiche

Il pomodoro, essendo dotato di un apparato radicale fittonante, ricco di radici secondarie laterali, richiede, per svilupparsi in modo ottimale, un franco di coltivazione di almeno 50 cm e con buona capacità di drenaggio. Si devono infatti evitare i ristagni idrici, che soprattutto in fase di trapianto e post-trapianto, possono favorire patologie a carico dell'apparato radicale che inficiano lo sviluppo della pianta.

Il pomodoro si adatta a vari tipi di suolo, purché ben drenati e di buona struttura, predilige terreni con reazione sub-acida o neutra, con pH non inferiore a 6. Un terreno con una buona dotazione di calcio, abbinato ad una buona disponibilità idrica, favorisce normalmente una buona fruttificazione e limita notevolmente i fenomeni di marciume apicale.

Esigenze climatiche

Il pomodoro, nei climi temperato-caldi svolge il suo ciclo nel periodo primaverile-estivo, se si vuole produrre pomodoro anche in altri periodi dell'anno, considerato che è una specie molto sensibile al gelo, deve essere coltivato sotto serra. Pertanto anche se tendenzialmente perennante, nei nostri ambienti meridionali si comporta da pianta annuale. La temperatura minima per la germinazione dei semi è di 12 °C. Lo zero di vegetazione è intorno ai 10 °C ma la temperatura minima letale per la specie è tra 0 e 2 °C; la temperatura minima per la fioritura è di 21 °C; le temperature più favorevoli all'ingrossamento dei frutti e alla loro maturazione sono 24-26 °C di giorno e 14-16 °C di notte; temperature superiori a 30 °C, o che si attestino su valori elevati sia di giorno che di notte, possono provocare difetti di allegagione o di colorazione e di consistenza dei frutti.

Una coltura trapiantata ha un ciclo di 100-120 giorni durante il quale il fabbisogno idrico totale è di circa 400 mm, in base dell'andamento climatico; nel caso di coltura seminata il ciclo dura di più, giunge fino a circa 130-150 giorni e di conseguenza aumenta il fabbisogno idrico.

Il pomodoro non si adatta bene agli ambienti umidi che favoriscono malattie e in particolare marciumi.

L'ambiente ottimale è quello con clima piuttosto secco, con terreni dotati di buona capacità di ritenzione idrica e/o possibilità di irrigazione con turni brevi.

Scelta varietale

Il pomodoro è una specie che presenta, anche in natura, un grado elevato di variabilità genetica e uno spiccato polimorfismo che è alla base dell'identificazione delle diverse varietà, le quali si caratterizzano per diverso: ciclo vegetativo, sviluppo, copertura fogliare, foglie, frutti, resistenze e tolleranze.

I criteri da adottare nella scelta delle cultivar di pomodoro riguardano soprattutto:

- l'adattabilità della cultivar all'ambiente di coltivazione. Questo fattore è molto importante ed è particolarmente presente nelle varietà ancestrali che sono adattabili ai diversi areali di coltivazione. Sono pertanto più rustiche, richiedono un minor investimento di mezzi tecnici, e di conseguenza hanno minori costi colturali;
- la rusticità e quindi la bassa esigenza in sostanze nutritive e acqua comporta minori rese produttive, che non sarebbero comunque perseguibili in bio se non con elevati input produttivi;
- la resistenza alle principali avversità presenti nell'areale di coltivazione;
- la precocità di maturazione, caratteristica che permette di accorciare il ciclo produttivo con conseguente risparmio di acqua;
- varietà con frutti più serbevoli per garantire una migliore conservabilità e trasportabilità del prodotto finito;

- la presenza di una certa vigoria, può rappresentare una qualità positiva, considerando che in agricoltura biologica le condizioni di coltivazione spesso sono poco “spinte”;
- la richiesta da parte del mercato.

Dal punto di vista commerciale il pomodoro da mensa si distingue in quattro tipologie diverse, a cui corrispondono esigenze colturali differenti:

1. grappolo: viene raccolto tutto il grappolo a completa maturazione con una frequenza di raccolta di 1 – 2 volte in funzione delle condizioni climatiche;
2. ciliegino: viene raccolto tutto il grappolo a maturazione completa e confezionato in cestini. Sono presenti cultivar ad accrescimento determinato coltivate a terra e cultivar ad accrescimento indeterminato coltivate in verticale;
3. insalataro: si raccoglie a singola bacca quando inizia il passaggio di colore (viraggio) dal verde al giallo nella parte terminale della bacca;
4. oblungo: di forma simile ai pomodori destinati all’industria conserviera ma con polpa consistente e adatta al consumo fresco, si raccoglie al viraggio del colore.

In considerazione della diversità dei mercati e della tipologia di richiesta che ormai interessa il settore bio, la gamma varietale comprende sia le cultivar locali tipo:

- Pomodoro Re Umberto (Fiascone), Pomodoro cannellino flegreo, Pomodoro di Sorrento, San Marzano;
che cultivar di recente introduzione:
- ad esempio gli ibridi F1, come Bonny, Erminia, Perfect Peel, Tradiro Yuri, che offrono garanzie di maggior resistenza alle malattie e alti livelli di produttività.

Impianto

Il pomodoro viene ormai trapiantato direttamente in campo. La semina diretta, peraltro possibile, non è praticata in quanto le cultivar impiegate sono quasi sempre ibride, incompatibili con eventuali perdite dovute a difficoltà di germinazione in campo in relazione all’elevato costo della semente. Il trapianto è di gran lunga il più diffuso e consigliabile perché permette l’impianto della coltura in campo ad uno stadio fenologico più avanzato e quindi consente di sfuggire ad alcune avversità, di anticipare i tempi di maturazione e risparmiare interventi irrigui. Si consiglia di trapiantare piantine con 6-8 foglie, alte 15-20 cm, con portamento eretto e con presenza o meno di abbozzi fiorali, ottenute in contenitori alveolari o comunque piantine singole da mettere a dimora con le radici protette dal pane di terra.

Nel caso le acque di irrigazione siano particolarmente saline o a causa di un’annata particolarmente siccitosa il terreno non abbia una buona riserva di acqua, può essere utile effettuare la semina diretta, facendo attenzione a seminare nei tempi opportuni e utilizzando, se possibile, varietà precoci. Con la semina diretta si evita l’eventuale “crisi di trapianto” particolarmente rischiosa in presenza di terreno salino, e l’apparato radicale sviluppandosi maggiormente in profondità utilizza al meglio le risorse idriche e nutritive contenute negli strati più profondi del suolo. La semina in semente si fa generalmente da febbraio a marzo, e in pieno campo da febbraio ad aprile inoltrato. Il trapianto va effettuato dopo circa 35 giorni dalla semina.

Densità d'impianto

La densità d'impianto è un fattore importante per garantire condizioni di campo ottimali per lo sviluppo della pianta ma sfavorevoli allo sviluppo di patogeni, per cui deve essere garantita una buona areazione tra le piante e un buon sviluppo dell'apparato radicale che migliorano così anche la gestione della fertilità naturale del terreno.

Una bassa densità d'impianto consente di creare un microclima favorevole. Per il pomodoro da mensa, in base all'accrescimento delle diverse cultivar, si può prevedere un impianto a file semplici ad una distanza di 40-50 centimetri sulla fila e di 100-120 centimetri nell'interfila.

È consigliabile il ricorso alle file binate per consentire una migliore gestione delle infestanti e dell'acqua d'irrigazione.

Materiale di propagazione

Le piantine di pomodoro, come quelle delle altre specie ortive, risentono dello stress da trapianto, per ridurre questo inconveniente devono avere le seguenti caratteristiche:

- essere dotate di almeno due foglie vere;
- avere un diametro dell'ipocotile non inferiore a 3 mm;
- essere sane e robuste, con altezza sui 15-20 cm;
- avere almeno 40-50 giorni di età;
- l'ipocotile deve essere violetto (indice che la pianta non è filata);
- i primi palchi fiorali devono essere già abbozzati;
- devono presentare poca eziolatura.

Per l'ottenimento di piantine adatte al trapianto è utile:

- controllare la densità in vivaio,
- ridurre la temperatura della serra da metà a fine ciclo colturale (delle piantine) con ampie escursioni diurne,
- applicare moderati stress idrici,
- operare una fitoregolazione meccanica tramite "spazzolatura",
- ricorrere eventualmente a formulati a base di rame correttamente dosati.

Gestione della fertilità

La fertilità del terreno in orticoltura deriva dall'interazione di vari fattori, fisici, chimici e biologici (biodiversità del suolo). La gestione della fertilità di un suolo è il risultato di una serie di scelte agronomiche come: rotazioni, consociazioni, lavorazioni e gestione delle risorse idriche che, se attuate in modo corretto, consentono alle colture in atto di compiere il loro ciclo e di raggiungere la produzione ottimale.

Rotazione

È una tecnica colturale, che consente di programmare la successione delle colture da praticare nello stesso terreno, in funzione degli effetti che ciascuna coltura esplica sulla fertilità del terreno. L'avvicendamento colturale, assume importanza fondamentale per assicurare il mantenimento della fertilità globale del terreno e la prevenzione delle malattie.

Le rotazioni, saranno attuate in base alle potenzialità del terreno e in modo da evitare soprattutto lavorazioni inadeguate tra una coltura e l'altra, che comportano un danno alla struttura del terreno. La rotazione ha

inoltre un effetto rinettante sulle infestanti, riuscendo in particolare a controllare lo sviluppo massiccio dell'erba morella, specie particolarmente diffusa e dannosa per la coltura in questione.

La coltivazione del pomodoro, in funzione degli effetti che esplica sulla fertilità del terreno, è considerata una coltura da rinnovo e per questo può aprire la rotazione, in quanto lascia alle colture in successione, il terreno più fertile e ben strutturato anche negli strati più profondi.

Di fatto, le cure colturali che esso richiede, quali: preparazione accurata del terreno per la semina o il trapianto, abbondante fertilizzazione, frequenti sarchiature o pacciamatura per il controllo delle infestanti e apporto di sostanza organica al terreno con l'interramento dei residui della coltivazione, conferiscono al terreno maggiore fertilità.

Va anche evitata la coltivazione, sullo stesso appezzamento a breve distanza temporale di specie appartenenti alla famiglia delle Solanacee (patata, peperone, melanzana); va posta l'attenzione anche alla coltivazione di specie come le cucurbitacee che facilmente possono essere infettate da malattie particolarmente pericolose come: fusariosi e verticilliosi. Trattandosi di una coltura a ciclo primaverile-estivo, un'ottima precessione in pieno campo per il pomodoro è l'erbaio misto (di leguminose e graminacee), che ha funzione di copertura del terreno nei mesi autunnali e invernali. Esso favorisce l'infiltrazione nel terreno delle acque meteoriche, riduce i fenomeni erosivi e la lisciviazione dell'azoto e di altri elementi nutritivi perché immobilizzati dalle piante. Tali nutrienti torneranno al terreno con il sovescio dell'erbaio, la cosiddetta fertilizzazione verde, che può fornire al terreno fino a 250 – 300 quintali di massa verde, contribuendo ad innalzare il tenore di sostanza organica. Anche le brassicacee come il cavolo, il broccolo e le composite (lattughe, cicorie) costituiscono una precessione favorevole per il pomodoro.

Il pomodoro da mensa si adatta comunque ad essere inserito in successioni con numerose altre specie orticole, scelte in funzione delle esigenze del mercato o della vocazione produttiva della zona. Importante è non far precedere o seguire immediatamente il pomodoro con altre solanacee come melanzana, peperone, patata.

Fertilizzazione

Per poter decidere gli apporti adeguati di fertilizzanti da somministrare al pomodoro, considerate le elevate esigenze nutritive, è necessario conoscere il livello di fertilità iniziale del suolo in sostanza organica, elementi nutritivi e la fertilità fisica del terreno, attraverso un'analisi del terreno effettuata in autunno.

Per il pomodoro da mensa coltivato in pieno campo, nella tabella seguente si riportano le quantità dei principali elementi nutritivi necessarie a garantire determinate produzioni.

Produzione (t/ha)	Elementi (Kg/ha)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
40	110	25	150	130	-
60	136	55	232	339	36

Tabella 2

Le quantità di elementi nutritivi in tabella, sono indicative in quanto dipendono dal livello di produttività della coltura e dalla fertilità del terreno. Una buona fertilizzazione dipende dallo sviluppo della varietà, dal tipo di coltivazione e soprattutto dalla natura del terreno. Il pomodoro ha notevoli esigenze in potassio e in calcio. La disponibilità di questi elementi è molto importante per evitare fenomeni di marciume apicale, infatti questa fisiopatia, è causata dalla mancata traslocazione del calcio nella parte distale delle bacche.

Giornate calde e secche favoriscono il marciume apicale a bacca allungata sono le più suscettibili. Un corretto regime degli apporti irrigui, con turni brevi e frequenti, può evitare il problema, contribuendo a traslocare meglio il calcio a livello dei frutti.

Anche il potassio ha un ruolo molto importante in quanto regolando l'apertura stomatica e la traspirazione, contribuisce a ristabilire un adeguato equilibrio idrico all'interno della pianta, inoltre agisce favorevolmente sul residuo zuccherino, sulla colorazione delle bacche e sulla consistenza della polpa.

Prima di trapiantare o seminare il pomodoro si consiglia di intervenire con una fertilizzazione di fondo che apporti sostanza organica (s.o.) al terreno. Tale concimazione va fatta circa 2 – 3 mesi prima dell'impianto, ma considerato che spesso è presente in campo la coltura che precede il pomodoro, si può effettuare in autunno prima della semina dell'eventuale cereale autunno-vernino o dell'erbaio misto.

La tabella riporta indicativamente i quantitativi da utilizzare

Fertilizzazione di fondo		
Fertilizzante	Dosi (q/ha)	Tempi di somministrazione
Stallatico	1000 - 1500	autunno
Pollina	5 - 10	autunno
Ammendante ammesso dal Reg.CE 889/08 - Allegato 1	Secondo le dosi prescritte	autunno

Tabella 3

L'apporto di sostanza organica può avvenire anche tramite sovescio, soprattutto quelli di crucifere che possono avere azione nematocida e di contenimento sui funghi del terreno. I vantaggi che la s. o. produce sui complessi rapporti che si instaurano fra terreno e pianta sono ormai noti da tempo. Fra i tanti aspetti positivi si evidenziano i seguenti:

- favorire durante l'intero ciclo produttivo, una migliore distribuzione della disponibilità di elementi nutritivi;
- riduce gli svantaggi dell'eccesso vegetativo;
- migliora la dinamica dell'acqua nel suolo;
- chela gli ioni liberi ed abbassa quindi i rischi di salinità sulla pianta e di micro carenze;
- svolge una azione repressiva su fusarium e nematodi.

Una concimazione con stallatico non interrato a fondo è sempre stata tradizionalmente consigliata in dosi di 300-400 qli/ha per delle produzioni medie.

La concimazione azotata, eseguita in pre-trapianto, va invece limitata in termini di quantità, perché un eccesso induce la pianta ad un eccessivo rigoglio, che allunga di fatto il ciclo vegetativo con ritardo della fioritura e di conseguenza della fruttificazione e della maturazione.

Pertanto l'apporto di azoto in pre-trapianto è limitato alla distribuzione di 15 - 25 unità/ettaro in dosi frazionate, utilizzando prodotti a base di pollina compostata oppure borlande o altri concimi organici azotati a effetto almeno medio-rapido, al fine di superare meglio lo stress post trapianto.

Nelle fasi di sviluppo successivo della coltura, ove è possibile, alle ridotte dosi già somministrate in precedenza, possono essere integrate con piccoli apporti di azoto in forma di fertirrigazione da distribuire in fase di allegazione dei primi palchi con prodotti liquidi a base di sangue, proteine idrolizzate o altri prodotti a

base di amminoacidi.

Lavorazioni

La lavorazione principale, deve avere la funzione di favorire l'abitabilità del suolo da parte dell'apparato radicale della pianta, e il rapido sviluppo delle radici così da essere più competitiva nei confronti delle infestanti. Al contempo, la lavorazione deve essere molto rispettosa della struttura del terreno e, in generale, delle sue condizioni chimico-fisiche. In autunno si effettua l'aratura a doppio strato che consiste in una scarificazione profonda 50 – 55 centimetri, seguita da un'aratura superficiale di 20 - 25 centimetri, con questo tipo di lavorazione si evita di portare in profondità lo strato superficiale del terreno, più ricco di sostanza organica e di microrganismi che la degradano. La scarificazione raggiunge il risultato migliore solo se effettuata su terreno sufficientemente asciutto; in questo caso non si formeranno solo delle fessure verticali, ma si sgretolerà anche il terreno delle parti laterali a quelle dell'organo scarificatore.

Una corretta preparazione del terreno consente alla coltura, sia seminata che trapiantata, di accrescersi velocemente e di acquisire rapidamente una vigoria tale, da renderla meno sensibile agli attacchi parassitari, agli stress idrici e alle infestanti. In primavera-estate, vanno effettuate le altre operazioni complementari, diverse a seconda della precessione colturale, e che terminano con un'erpatura molto leggera che permette lo sminuzzamento delle zolle.

Prima di impiantare la coltura è consigliabile attuare la cosiddetta falsa semina, per controllare meglio le piante spontanee che possono creare problemi al pomodoro soprattutto nella prima fase di impianto. La falsa semina consiste nell'irrigare il terreno dopo la preparazione del letto d'impianto, ciò per favorire l'emergenza delle piante infestanti che successivamente vanno interrate meccanicamente con una erpicatura.

Per la gestione delle piante infestanti con la coltura in campo, risulta utile praticare la sarchiatura nell'interfila. Quando le piantine sono piccole va fatta anche una zappettatura o scerbatura sulla fila per estirpare le infestanti più vicine alle giovani piante. La sarchiatura è utile anche per interrompere la continuità capillare a livello della superficie del terreno ed evitare inutili perdite di acqua per evaporazione.

Prima dell'impianto, se necessario, il terreno deve essere livellato e, soprattutto nei terreni pesanti, è importante anche provvedere alla realizzazione di un'efficace rete di scolo, per l'eliminazione delle acque in eccesso ed evitare fenomeni di ristagno; tale rete, può essere composta da fossi di scolo lungo la testata dell'appezzamento e scoline preparate lateralmente.

La tabella che segue riporta in maniera schematica le lavorazioni consigliate:

Lavorazioni consigliate		
Lavorazioni	Modalità	Periodo di attuazione
Livellamento del terreno		Autunno (prima dell'impianto della preceSSIONE)
Preparazione di una rete di drenaggio	Formazione di scoline laterali della profondità di 50 – 55 cm	Autunno (prima dell'impianto della preceSSIONE)
Aratura a doppio strato	Scarificazione a 50 – 55 cm + aratura a 20 - 25 cm	Autunno (prima dell'impianto della preceSSIONE)
Preparazione del letto d'impianto	Erpicatura leggera (e/o eventuali lavorazioni richieste dalla coltura precedente)	Primavera (prima dell'impianto del pomodoro)
Falsa semina	Zappatura, vangatura o aratura a 10 cm	Primavera (prima dell'impianto del pomodoro)
Sarchiatura	2 o 3 sarchiature e/o zappettature nell'interfila e/o sulla fila a 10 – 15 cm di profondità	Primavera (con le piantine ancora piccole) e in estate.

Tabella 4

Gestione delle risorse idriche

Il successo della coltura dipende in buona parte, dall'oculata gestione delle risorse idriche. La presenza di un'adeguata umidità nel terreno rappresenta, per il pomodoro coltivato in ambiente pugliese, una condizione molto importante a cui l'orticoltore deve prestare grande attenzione.

I problemi derivanti da un eccesso di acqua nel terreno come: asfissia radicale, eccessivo rigoglio vegetativo, sviluppo incontrollato di patogeni, fanno sì che soprattutto nei terreni pesanti, è importante prevedere la realizzazione di un'efficiente rete di scolo.

Anche l'eccessivo stress idrico, può causare: rallentamento e blocco della fotosintesi e della crescita, morte dei tessuti, aumento eccessivo della temperatura, squilibrio nutrizionale ecc., e conseguentemente problemi alla produzione. I danni più frequenti alla coltura, con problemi soprattutto alle bacche derivano soprattutto da un regime idrico irregolare. Infatti stress idrici durante la fase di ingrossamento possono provocare un marciume apicale dovuto alla mancata o rallentata traslocazione di ioni Ca a livello dei frutti, le cultivar a bacca allungata sono particolarmente sensibili a tale fisiopatia. L'eccesso idrico che si verifica durante la fase di maturazione delle bacche può provocare spaccature ai frutti.

Per evitare i problemi innanzi descritti è importante:

- scegliere cultivar adeguate;
- aumentare la capacità di ritenzione idrica del suolo attraverso lavorazioni idonee;
- migliorare la struttura del terreno.

E' stato evidenziato che in condizioni di carenza idrica, un aratura a doppio strato favorisce la risalita capillare dell'acqua dagli strati profondi. Infatti la presenza di una suola di lavorazione non favorirebbe la risalita dell'acqua.

La pacciamatura e la sarchiatura, attuate con l'obiettivo principale di controllare le erbe infestanti, consentono di ridurre le perdite di acqua per evaporazione dal terreno.

Il metodo irriguo più adatto alla coltura del pomodoro biologico è quello localizzato a microportata. Consente la massima efficienza di distribuzione e il massimo risparmio d'acqua, in quanto riduce la zona di terreno umettata e le perdite di acqua per evaporazione, evita di bagnare la vegetazione e consente di mantenere in prossimità delle piante, un livello igrometrico più basso rispetto agli altri metodi irrigui, senza favorire lo sviluppo di patogeni.

I consumi idrici per evapotraspirazione della coltura in conduzione biologica (sesti di impianto pari a 50 x 120 centimetri, volumi irrigui bassi eccetera), in relazione soprattutto all'andamento climatico, possono variare tra i 2.500 e i 4.500 m³/ha. Considerando una riserva d'acqua utilizzabile all'inizio del ciclo colturale variabile, in relazione alla diversa profondità dei terreni, dagli 800 ai 1.500 m³/ha, e precipitazioni utili complessive di 500-1000 m³/ha, si può prevedere un fabbisogno irriguo di 1.300-3000 m³/ha. Gli interventi irrigui devono essere effettuati quando è stato consumato per evapotraspirazione il 40 - 60% dell'acqua disponibile nella zona del terreno esplorato dalle radici.

E' importante però considerare che:

- se è stata fatta un'ideale scelta varietale ed una buona preparazione del letto d'impianto, nelle prime fasi dopo il trapianto, la coltura ha ridotti fabbisogni;
- se al momento del trapianto si pratica una breve irrigazione o c'è un'adeguata umidità del terreno si ha uno sviluppo ottimale delle piante almeno per 10 - 20 giorni;
- la fioritura è il periodo nel quale la presenza di adeguate scorte idriche nel terreno è determinante per la produttività;
- le esigenze idriche del pomodoro raggiungono il massimo nel periodo dell'allegagione del terzo-quarto palco e dell'accrescimento delle bacche;
- superati i due terzi della fase di allegagione, il consumo evapotraspirativo diminuisce.

Controllo dei parassiti

In agricoltura biologica la difesa dagli organismi dannosi, utilizza tutti i fattori e le tecniche disponibili, per mantenere le popolazioni al di sotto delle soglie che possono determinare un danno economico, nel rispetto dell'ambiente e degli aspetti tossicologici connessi al processo produttivo. Si tratta dunque di un sistema di controllo che prevede interventi preventivi di tipo agronomico, fisico, meccanico e/o biologico e solo se questi non risultano in grado di garantire un accettabile contenimento dei parassiti, si utilizzano i mezzi tecnici consentiti dall'Allegato 2 del Reg. CE n. 889/08.

In agricoltura biologica è essenziale creare le condizioni per limitare al massimo la presenza di organismi dannosi. Gli organismi ritenuti dannosi al pomodoro da mensa e che incidono negativamente sulla redditività della coltura, sono molti, fra i quali: funghi, batteri, virus, fitofagi e nematodi. Il coltivatore biologico deve conoscere di quest'ultimi il potenziale di dannosità nell'areale in cui insiste la sua azienda; solo con tale conoscenza di base può intraprendere al meglio le opportune scelte colturali e finalizzarle anche alla riduzione della dannosità dei principali organismi nocivi.

Raccolta

Nel pomodoro si possono individuare cinque stadi di maturazione:

- 1° stadio: attorno al residuo stilare la buccia assume un alone rosa, caratteristica che appare più marcata sui tessuti al di sotto della buccia;
- 2° stadio: massimo il 30% della superficie del frutto assume una colorazione rosa;
- 3° stadio: la bacca ha un colore rosa su una superficie che va dal 30 al 60%;

- 4° stadio: una superficie tra il 60 e il 90% del frutto è di colore rosa-rosso;
- 5° stadio: il colore rosso riguarda oltre il 90% della superficie.

La maturazione di raccolta deve coincidere con il 1°-2° stadio, ad eccezione delle cultivar che vengono commercializzate quando sono di colore rosso pieno, la maturazione delle quali coincide con il 5° stadio. Nel 1° stadio, comunque, i frutti hanno una maggiore serbevolezza e possono essere destinati alla conservazione o ad un procedimento di distribuzione commerciale più lungo.

Modalità di raccolta

Si effettua la raccolta manuale nelle ore meno calde della giornata rispettando le seguenti regole:

- distaccare i frutti usando coltelli o forbici;
- non comprimere i pomodori al momento del distacco e non gettarli nei contenitori, ma adagiarli;
- evitare di provocare qualsiasi tipo di lesione sulle bacche, in quanto, essendo il pomodoro un frutto climaterico, ne sarebbe accelerata la maturazione.

Terminate le operazioni di raccolta e cernita, occorre assicurare una corretta movimentazione e trasporto del prodotto, al fine di contenere al massimo i possibili danneggiamenti.

Rese

Le produzioni di pomodoro da mensa in pieno campo si aggirano mediamente sui 700q/ha.

3.5.2 COLTIVAZIONE DELLA LATTUGA DA CESPO

Esigenze pedoclimatiche

La lattuga è una pianta che ha elevate esigenze termiche e si adatta molto bene alle diverse condizioni pedoclimatiche.

Esigenze pedologiche

La lattuga, essendo dotata di un apparato radicale fittonante, ricco di radici secondarie laterali, richiede, per svilupparsi in modo ottimale, un franco di coltivazione di circa 40 cm e con buona capacità di drenaggio. Si devono infatti evitare i ristagni idrici, che soprattutto in fase di trapianto e post-trapianto, possono favorire patologie a carico dell'apparato radicale che inficiano lo sviluppo della pianta.

Per il substrato non sono richieste particolari caratteristiche, purché sia ricco di sostanza organica, fresco, irriguo, ben drenato per evitare ristagni d'acqua, con reazione intorno alla neutralità (pH 6-7). Sembra che per le colture estive siano da preferire terreni compatti, contrariamente a quelle invernali che gradiscono substrati tendenti allo sciolto.

Esigenze climatiche

Predilige un clima temperato con fotoperiodo lungo. Esistono però numerose cultivar che si adattano alle più diverse condizioni climatiche. Non sono tollerati freddi molto intensi, né prolungati periodi di caldo secco.

Scelta varietale

Tra le varietà si è preferito coltivare la lattuga canasta, poiché si adatta meglio alla coltivazione durante il periodo primaverile-estivo.

La canasta ha un cuore centrale chiaro che si riempie, avvolto dalle carnose foglie esterne. La canasta si sviluppa in larghezza, più che in lunghezza.

La colorazione delle foglie tende al rosso andando verso l'esterno, anche se ciò dipende dalla tipologia di lattuga canasta. Esistono diversi tipi di lattuga canasta e sono state selezionate varietà locali con lievi differenze. Ne sono esempio la lattuga rossa di Trento e la famosa lattuga "ubriacona" originaria dell'Umbria, entrambe caratterizzate dalla colorazione rossiccia dei margini esterni delle foglie. Ricordiamo anche la batavia, con screziature meno evidenti, una canasta molto diffusa a settentrione perché più tollerante al gelo.



Figura 17 – *Lattuga canasta* (foto dal web)

Impianto

La lattuga viene ormai trapiantata direttamente in campo. La semina diretta, peraltro possibile, non è praticata in quanto le cultivar impiegate sono quasi sempre ibride, incompatibili con eventuali perdite dovute a difficoltà di germinazione in campo in relazione all'elevato costo della semente. Il trapianto è di gran lunga il più diffuso e consigliabile perché permette l'impianto della coltura in campo ad uno stadio fenologico più avanzato e quindi consente di sfuggire ad alcune avversità, di anticipare i tempi di raccolta e risparmiare interventi irrigui. Il trapianto si esegue a mano o a macchina da febbraio a novembre quando le condizioni climatiche lo consentono. Le piantine da trapiantare devono avere 4-6 foglie ben sviluppate e raggiungere 5-7 cm di altezza, stadio vegetativo che si ottiene dopo circa 25-30 giorni dalla semina. Il trapianto della lattuga è un'operazione che consiste nell'estrarre la pianta dal suo contenitore, con il rispettivo impianto radicale, e successivamente metterla a dimora nel terreno dove avverrà la coltivazione.

Rispetto alla semina, il trapianto presenta numerosi vantaggi, tra i quali:

- Un ridotto sviluppo delle malerbe.
- Abbrevia il ciclo produttivo e, di conseguenza, riduce gli interventi necessari per proteggere le piantine dagli insetti nocivi.

- Assicura produzioni di qualità molto elevata.

Questa operazione può avvenire in tutti i mesi dell'anno all'infuori della stagione invernale (quindi da febbraio a novembre). Prima di procedere con il trapianto, il terreno dev'essere concimato a fondo, assicurando un elevato contenuto di sostanze organiche nutritive.

Densità d'impianto

La densità d'impianto è un fattore importante per garantire condizioni di campo ottimali per lo sviluppo della pianta ma sfavorevoli allo sviluppo di patogeni, per cui deve essere garantita una buona areazione tra le piante e un buon sviluppo dell'apparato radicale che migliorano così anche la gestione della fertilità naturale del terreno.

Una bassa densità d'impianto consente di creare un microclima favorevole. In pieno campo si mantengono distanze di cm 30-40 tra le file e sulla fila piante a cm 25-30 in modo da raggiungere una densità di media di 9 piante per mq, ovvero 90.000 piante per ettaro.

Gestione della fertilità

La fertilità del terreno in orticoltura deriva dall'interazione di vari fattori, fisici, chimici e biologici (biodiversità del suolo). La gestione della fertilità di un suolo è il risultato di una serie di scelte agronomiche come: rotazioni, consociazioni, lavorazioni e gestione delle risorse idriche che, se attuate in modo corretto, consentono alle colture in atto di compiere il loro ciclo e di raggiungere la produzione ottimale.

Rotazione

E' una tecnica colturale, che consente di programmare la successione delle colture da praticare nello stesso terreno, in funzione degli effetti che ciascuna coltura esplica sulla fertilità del terreno. L'avvicendamento colturale, assume importanza fondamentale per assicurare il mantenimento della fertilità globale del terreno e la prevenzione delle malattie.

Le rotazioni, saranno attuate in base alle potenzialità del terreno e in modo da evitare soprattutto lavorazioni inadeguate tra una coltura e l'altra, che comportano un danno alla struttura del terreno. La rotazione ha inoltre un effetto rinettante sulle infestanti, riuscendo in particolare a controllare lo sviluppo massiccio dell'erba morella, specie particolarmente diffusa e dannosa per la coltura in questione.

La lattuga, in funzione degli effetti che esplica sulla fertilità del terreno, è considerata una coltura da rinnovo e per questo può aprire la rotazione, in quanto lascia alle colture in successione, il terreno più fertile e ben strutturato anche negli strati più profondi.

Di fatto, le cure colturali che essa richiede, quali: preparazione accurata del terreno per la semina o il trapianto, abbondante fertilizzazione, frequenti sarchiature o pacciamatura per il controllo delle infestanti e apporto di sostanza organica al terreno con l'interramento dei residui della coltivazione, conferiscono al terreno maggiore fertilità.

Avendo bisogno di grandi quantità di sostanze nutritive, in particolare di azoto, si consiglia di seminare o piantare la lattuga in successione a leguminose in grado di arricchire il suolo con azoto. Trattandosi di una coltura a ciclo primaverile-estivo, un'ottima precessione in pieno campo per la lattuga è l'erbaio misto (di leguminose e graminacee), che ha funzione di copertura del terreno nei mesi autunnali e invernali. Esso favorisce l'infiltrazione nel terreno delle acque meteoriche, riduce i fenomeni erosivi e la lisciviazione dell'azoto e di altri elementi nutritivi perché immobilizzati dalle piante. Tali nutrienti torneranno al terreno con il sovescio dell'erbaio, la cosiddetta fertilizzazione verde, che può fornire al terreno fino a 250 – 300 quintali

di massa verde, contribuendo ad innalzare il tenore di sostanza organica.

Fertilizzazione

La concimazione deve essere effettuata considerando le asportazioni delle colture, ma anche corretta per la quantità di elementi fertilizzanti rilasciati dai residui colturali, tenendo conto degli apporti biotici e abiotici, delle perdite per denitrificazione e di quelle per lisciviazione. Le asportazioni sono calcolate considerando la biomassa prodotta, pertanto sono molto variabili in funzione della zona di coltivazione (interazione tra caratteristiche del terreno e ambiente) e della base genetica delle diverse specie. Tutti questi fattori portano a determinare asportazioni diverse per le stesse specie, come è possibile osservare nella tabella 1

Rese e asportazioni delle principali insalate da foglia e da taglio tipo <i>baby leaf</i> destinate alla filiera della quarta gamma						
Coltura	Rese t/ha	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha
Lattughino taglio (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>acephala</i>)	30	90	50	150		
Lattuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	15	61	8	87	23	7
Rucola (<i>Diplotaxis tenuifolia</i> L.)	10	123	16	121	90	11
Valerianella (<i>Valerianella olitoria</i> L., <i>Valerianella locusta</i> L. Laterr.)	10	52	7	51	26	7

Tabella 5

L'innovazione colturale condiziona spesso anche i valori delle asportazioni. Pertanto le prove varietali, se effettuate con rigore scientifico, offrono informazioni utili per la gestione della fertilizzazione nelle diverse zone geografiche. La concimazione è una pratica agronomica che deve essere coordinata e gestita in funzione della coltura. Oltre alla quantità di concime da apportare, devono essere determinati anche i tempi e le modalità di distribuzione.

Concimazione organica

Una buona dotazione di sostanza organica nel terreno è fondamentale per il mantenimento di una struttura del terreno atta a garantire:

- il giusto equilibrio tra porosità e ritenzione idrica;
- una maggiore capacità di scambio cationico;
- una più varia e attiva microflora, capace di meglio mineralizzare la sostanza organica e apportare elementi nutritivi per le piante.

Un terreno è considerato ben dotato quando possiede un contenuto di sostanza organica compreso tra l'1,5 e il 3%. I terreni destinati a colture orticole sono molto più suscettibili alla perdita di sostanza organica a causa delle lavorazioni frequenti. Le arature e ancor più le fresature, in particolare, favoriscono una forte ossigenazione del terreno con conseguente riduzione della sostanza organica e perdita accentuata, nel periodo estivo, dal fenomeno di eremacausi. Per questo motivo bisogna ricorrere all'apporto periodico di sostanza organica al fine di mantenere nel tempo un'adeguata concentrazione. Laddove è possibile si ricorre al letame, purché sia ben maturo, onde evitare l'apporto di semi di infestanti. Cicli colturali corti impongono lavorazioni del terreno frequenti che, ossigenando il suolo, accentuano la mineralizzazione della sostanza

organi-ca. Purtroppo, dato il costo, la carenza di un mercato per il letame costringe gli agricoltori all'acquisto di prodotti organici pellettati come stallatico e borlande di diversa origine, con un apporto di carbonio organico variabile dal 30 al 50%. Inoltre, proprio per i costi elevati, è difficile fornire le quantità in grado di mantenere o incrementare un buon livello di sostanza organica. Il problema del reperimento della sostanza organica è ancor più sentito dalle aziende biologiche, data la carenza di questo pro-dotto "biologico". Infatti, le aziende zootecniche biologiche reimpiegano il letame nei propri terreni, cosicché le aziende orticole biologiche sono costrette a mantenere il contenuto di sostanza organica mediante l'uso di pellettati certificati e attraverso la programmazione di sovesci. Le colture da sovescio utilizzabili appartengono principalmente alle famiglie delle Graminacee, Leguminose e Brassicacee. Il sovescio migliora le proprietà fisiche e chimiche del terreno, riduce la lisciviazione dei nitrati, limita l'erosione e la crescita delle infestanti; inoltre, mediante alcune specie può contenere lo sviluppo di patogeni e parassiti per il rilascio di sostanze biocide. I sovesci di leguminose possono rendere disponibili fino a 70-80 kg N ha⁻¹

Concimazione azotata

L'azoto ha un'importanza fondamentale essendo un componente essenziale delle proteine e degli acidi nucleici, le due principali classi di macromolecole biologiche. Le piante soddisfano il proprio fabbisogno di questa sostanza assorbendo prevalentemente azoto nitrico, che rappresenta la forma chimica più abbondante nella soluzione circolante del terreno. Per la concimazione azotata è fondamentale assicurare un buon apporto di sostanza organica interrata prima dell'inizio dei cicli colturali. l'azoto minerale è invece da apportare in copertura o in fertirrigazione, nelle forme nitrica e ammoniacale, dato che ognuna di queste forme azotate agisce e viene assorbito dalla lattuga in modo differenziato.

Bisogna fare molta attenzione agli eccessi di azoto, sia minerali che organici. Essi favoriscono gli attacchi fungini e ritardano la maturazione del cespo.

Occorre prestare attenzione anche agli accumuli di nitrati nel prodotto finale.

Concimazione fosfatica e potassica

Il fosforo e il potassio sono poco mobili nel terreno. Il primo non ha problemi di lisciviazione, mentre il secondo può essere lentamente allontanato in terreni sabbiosi o comunque molto porosi. Il fosforo nel suolo è presente sotto forma organica e minerale (le forme minerali più diffuse sono quelle di calcio, ferro e alluminio). Le riserve del suolo sono costituite principalmente dalle forme insolubili. Il potassio, invece, è trattenuto nel terreno dai complessi di scambio e rilasciato alla soluzione circolante man mano che le piante lo assorbono. Nei piani di concimazione delle orticole questi due elementi nutritivi sono generalmente distribuiti all'impianto. La concimazione fosfatica e potassica deve essere effettuata considerando la dotazione del terreno e il fabbisogno delle colture. Le quantità di concime devono essere determinate in modo da lasciare nel suolo una sufficiente o buona dotazione dei due elementi nutritivi.

Lavorazioni

La lavorazione principale, deve avere la funzione di favorire l'abitabilità del suolo da parte dell'apparato radicale della pianta, e il rapido sviluppo delle radici così da essere più competitiva nei confronti delle infestanti. Al contempo, la lavorazione deve essere molto rispettosa della struttura del terreno e, in generale, delle sue condizioni chimico-fisiche. In autunno si effettua l'aratura a doppio strato che consiste in una scarificazione profonda 50 – 55 centimetri, seguita da un'aratura superficiale di 20 - 25 centimetri, con questo tipo di lavorazione si evita di portare in profondità lo strato superficiale del terreno, più ricco di sostanza organica e di microrganismi che la degradano. La scarificazione raggiunge il risultato migliore solo se effettuata su terreno sufficientemente asciutto; in questo caso non si formeranno solo delle fessure verticali, ma si

sgretolerà anche il terreno delle parti laterali a quelle dell'organo scarificatore.

Una corretta preparazione del terreno consente alla coltura, sia seminata che trapiantata, di accrescersi velocemente e di acquisire rapidamente una vigoria tale, da renderla meno sensibile agli attacchi parassitari, agli stress idrici e alle infestanti. In primavera-estate, vanno effettuate le altre operazioni complementari, diverse a seconda della precessione colturale, e che terminano con un'erpatura molto leggera che permette lo sminuzzamento delle zolle.

Prima di impiantare la coltura è consigliabile attuare la cosiddetta falsa semina, per controllare meglio le piante spontanee che possono creare problemi alle lattughe soprattutto nella prima fase di impianto. La falsa semina consiste nell'irrigare il terreno dopo la preparazione del letto d'impianto, ciò per favorire l'emergenza delle piante infestanti che successivamente vanno interrate meccanicamente con una erpicatura.

Per la gestione delle piante infestanti con la coltura in campo, risulta utile praticare la sarchiatura nell'interfila. Quando le piantine sono piccole va fatta anche una zappettatura o scerbatura sulla fila per estirpare le infestanti più vicine alle giovani piante. La sarchiatura è utile anche per interrompere la continuità capillare a livello della superficie del terreno ed evitare inutili perdite di acqua per evaporazione.

Prima dell'impianto, se necessario, il terreno deve essere livellato e, soprattutto nei terreni pesanti, è importante anche provvedere alla realizzazione di un'efficace rete di scolo, per l'eliminazione delle acque in eccesso ed evitare fenomeni di ristagno; tale rete, può essere composta da fossi di scolo lungo la testata dell'appezzamento e scoline preparate lateralmente.

Gestione delle risorse idriche

L'acqua è uno degli elementi più importanti delle piante e nelle insalate la sua percentuale può raggiungere il 90-95%. È indispensabile per la crescita e lo svolgimento dei processi fisiologici. Le colture la assorbono dal terreno e la rilasciano nell'atmosfera con la traspirazione. Circa il 99% dell'acqua traspirata è utilizzato per il raffreddamento, mentre il resto ha una funzione di trasporto dei nutrienti e di idratazione dei tessuti. Per effettuare una corretta irrigazione bisogna conoscere l'evapotraspirazione, ossia la combinazione dell'evaporazione del suolo e della traspirazione della coltura. Il valore di questo parametro è influenzato sia dall'ambiente sia dallo sviluppo della coltura. L'evapotraspirazione si distingue in potenziale e reale: la prima è calcolata attraverso equazioni o modelli matematici oppure attraverso una coltura di riferimento come la *Festuca arundinacea*; la seconda rappresenta la perdita di acqua reale della coltura ed è inferiore a quella potenziale. Per passare da quella potenziale a quella reale si utilizza un co-efficiente colturale (K_c) che dipende dalla specie, dalla copertura vegetale e dallo stadio di sviluppo.

Per la gestione dell'irrigazione si fa ricorso alla seguente formula:

$$ETE = K_c RG / \lambda$$

dove ETE è l'evapotraspirazione effettiva (in $L m^{-2}$), K_c il coefficiente colturale, RG la radiazione globale interna ($MJ m^{-2}$) e λ il calore latente di vaporizzazione.

Per favorire la crescita della coltura bisogna intervenire quando la quantità di acqua si riduce fino alla soglia dell'acqua facilmente disponibile. Se il contenuto di acqua si abbassa oltre questo limite la pianta per assorbirla dal terreno deve consumare energia, riducendo la crescita. Mediamente, il fabbisogno irriguo di un ettaro di lattuga durante il suo ciclo colturale, dal trapianto (piantine di 30 giorni), alla raccolta (piante di 120 giorni) si aggira intorno 1.500.000 litri di acqua.

Metodo irriguo

Nell'irrigazione della lattuga, come in tutti gli ortaggi da foglia, vengono utilizzati solitamente dei sistemi irrigui

che prevedono l'utilizzo di irrigatori a pioggia di tipo mini sprinkler, i quali creano appunto un effetto pioggia sulle colture. Questi irrigatori vengono posizionati fuori terra su delle bacchette metalliche ad un'altezza variabile tra i 40 e i 100 cm ed innestati su tubazioni in pvc con diametro da 32 mm, a loro volta inserite sulla tubazione di testata in pvc con diametro da 60-80 mm. La densità di irrigatori per ettaro è di circa 500 mini sprinkler, ognuno in grado di erogare mediamente 400 litri di acqua/ora. Nell'irrigazione della lattuga sono necessari turni di adacquamento mediamente di 3 giorni, ognuno della durata di 15 minuti. Pertanto, ad ogni turno irriguo ogni erogatore distribuisce 100 litri di acqua e, considerando il numero di 500 erogatori/ha, si erogheranno circa 50.000 litri di acqua/ha per turno irriguo. Durante tutto il ciclo colturale, che dura mediamente 90 giorni per la lattuga canasta, sono necessari 30 turni irrigui, pertanto il fabbisogno irriguo totale di un ettaro di lattuga è dato dalla seguente formula:

*n. irrigatori/ha * l di acqua irrigatore/60*15 * n. turni irrigui*

$500*400/60*15*30 = 1.500.000$ litri di acqua di irrigazione totale



Figura 18 – piantine di lattuga irrigate con sistema mini sprinkler (foto da web)

Controllo dei parassiti

In agricoltura biologica la difesa dagli organismi dannosi, utilizza tutti i fattori e le tecniche disponibili, per mantenere le popolazioni al di sotto delle soglie che possono determinare un danno economico, nel rispetto dell'ambiente e degli aspetti tossicologici connessi al processo produttivo. Si tratta dunque di un sistema di controllo che prevede interventi preventivi di tipo agronomico, fisico, meccanico e/o biologico e solo se questi non risultano in grado di garantire un accettabile contenimento dei parassiti, si utilizzano i mezzi tecnici consentiti dall'Allegato 2 del Reg. CE n. 889/08.

In agricoltura biologica è essenziale creare le condizioni per limitare al massimo la presenza di organismi

dannosi. Il colletto della pianta e l'apparato radicale sono soggetti agli attacchi di numerosi funghi tra i quali *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Sclerotinia*, ed alcuni batteri (*Pseudomonas spp.* e *Pectobacterium carotovorum*).

Alcune malattie fogliari sono rappresentate da *Alternaria porrii*, *Bremia lactucae* (peronospora), *Marssonina panattoniana* (antracnosi), *Botrytis cinerea* (muffa grigia).

Molto pericolose anche le virosi della lattuga, il mosaico della lattuga (LMV) e l'imbianchimento nervale.

Tra i parassiti animali ci sono afidi, elateridi, nottue, grillotalpa, nematodi.

L'eventuale distribuzione di prodotti fitosanitari sarà eseguita in giornate non ventose, con nebulizzatori a basso volume per un'irrorazione più uniforme e per evitare fenomeni di deriva, utilizzando barre irroratrici a getto verticale posizionate a pochi centimetri dalla coltura. Attraverso questa metodologia si riduce drasticamente il rischio che si depositino residui di prodotti fitosanitari sulla superficie dei pannelli solari.



Figura 19 – barra irroratrice in azione su lattuga (foto dal web)

Raccolta

La raccolta nella lattuga si esegue seguendo la scalarità delle epoche di semina o trapianto e nell'ambito della stessa epoca a mano a mano che i cespi raggiungono le dimensioni della cultivar di appartenenza con foglie strettamente embriciate in modo da formare un grumolo compatto. Generalmente la raccolta della canasta avviene a circa 120 giorni dalla semina, ovvero a 90-100 giorni dal trapianto. Alla raccolta, effettuata a mano o a macchina, si recide il fittone in prossimità del colletto; raramente le piante vengono estirpate. Subito dopo la raccolta, in campo o in appositi locali, si procede alla lavorazione dei cespi (toilettatura, lavaggio, classificazione, imballo, ecc.).

Modalità di raccolta

Si effettua la raccolta manuale nelle ore meno calde della giornata rispettando le seguenti regole:

- distaccare i cespi usando coltelli;
- non comprimere i cespi al momento del distacco e non gettarli nei contenitori, ma adagiarli.

Terminate le operazioni di raccolta e cernita, occorre assicurare una corretta movimentazione e trasporto del prodotto, al fine di contenere al massimo i possibili danneggiamenti.

Rese

Considerando il peso medio dei cespi di circa 0,5 kg per un numero totale di circa 80.000 cespi, le rese mediamente si aggirano sui 40.000 kg/ha, ovvero 400 q per ettaro.

3.5.3 COLTIVAZIONE DEL BROCCOLETTO DI RAPA

Il broccoletto di rapa, conosciuto comunemente come cima di rapa è un ortaggio invernale tipicamente coltivato al centro sud. Le infiorescenze più giovani delle cime di rapa, chiamate friarielli sono prelibato ingrediente tradizionale nella cucina romana e napoletana.



Figura 20 - Semina broccoletto d rapa (foto dal web)

Caratteri botanici

La pianta delle cime di rapa (*Brassica rapa sylvestris*) fa parte delle famiglie delle crucifere o brassicacee. Si tratta di una pianta di origine mediterranea e si differenzia dalla rapa comune per il ciclo annuale e la radice fiittonante che non si ingrossa. All'inizio si sviluppa una rosetta di foglie allungate provviste di picciolo, irregolarmente lobate e dentate, glabre o poco tomentose. Dopo un breve periodo di tempo variabile a seconda della precocità della cultivar emette uno scapo fiorale carnoso e molto ramificato con infiorescenze (racemi) serrate, ombrelliformi che vengono raccolte prima dell'apertura dei fiori. L'attitudine al ricaccio permette di fare più raccolte nel corso del ciclo.

Esigenze ambientali

Le cime di rapa non resistono molto al freddo, pur essendo un ortaggio a coltivazione invernale. Le gelate possono danneggiare la pianta e per questo motivo al nord occorre scegliere varietà precoci, che vadano in raccolta prima dei mesi più freddi, e calibrare bene la scelta del momento di semina per evitare che arrivi il gelo a mettere in difficoltà la pianta. Per germinare il seme ha bisogno di caldo (temperatura ideale 25 gradi),

questo non è un problema visto che si mette in campo alla fine dell'estate.

Esigenze pedoclimatiche

Il broccoletto di rapa è una pianta che si adatta molto bene alle diverse condizioni pedoclimatiche. E' considerata una coltura da rinnovo, ha infatti un apparato radicale molto sviluppato che favorisce il miglioramento della struttura del suolo e lo prepara per la coltura che segue.

Esigenze pedologiche

Il broccoletto di rapa, essendo dotato di un apparato radicale fittonante, ricco di radici secondarie laterali, richiede, per svilupparsi in modo ottimale, un franco di coltivazione di almeno 30 cm e con buona capacità di drenaggio. Si devono infatti evitare i ristagni idrici che possono favorire patologie a carico dell'apparato radicale che inficiano lo sviluppo della pianta.

Il broccoletto di rapa si adatta a vari tipi di suolo, purché ben drenati e di buona struttura, non necessita interventi di concimazione importanti. Come molti ortaggi a foglia non necessita di eccessi di azoto, che provocherebbero l'accumulo di nitrati nocivi. Essendo una pianta autunnale richiede un terreno lavorato in profondità, in modo che sia ben drenante e che la coltivazione non venga infastidita dalle piogge stagionali.

Esigenze climatiche

Il broccoletto di rapa, nei climi temperato-caldi svolge il suo ciclo nel periodo autunno-invernale con semina diretta o trapianto che avviene nei mesi di ottobre, novembre e raccolta che avviene nei mesi invernali da dicembre a marzo a seconda della varietà coltivata.

Cultivar

Le varietà si distinguono in base alla precocità in precoci e tardive.

Irrigazione

Essendo una orticola a ciclo autunno-vernino, il suo ciclo colturale coincide con i periodi dell'anno con maggiori precipitazioni, pertanto non sono necessari interventi irrigui, tranne se per periodi prolungati di siccità.

Tecnica colturale

Se si effettua il trapianto le piante devono essere disposte su file a 40-50 cm con distanza lungo le file di 25-30 cm. Nel nostro caso si è scelto di effettuare la semina in ottobre, dopo una coltura orticola a ciclo primaverile-estivo come la lattuga.

La raccolta avviene quando l'infiorescenza principale ha raggiunto un buon sviluppo, dopo circa 40-60 giorni per le cultivar precoci e 90-120 per le tardive. Le piante vengono tagliate a 10 cm circa da terra per permettere alla pianta di ricacciare. Gli steli vengono legati a mazzi. La produzione varia da 150 a 250 quintali ad ettaro, in rapporto al numero di sfalci effettuati.

Avversità e parassiti

Questa è una coltura molto resistente alle avversità, tuttavia tra i parassiti ricordiamo:

Crittogame:

- Alternariosi (*Alternaria brassicae*);

- Ernia delle crucifere (*Plasmodiophora brassicae*);
- Marciumi basali (*Sclerotinia* spp., *Rhizoctonia solani*, *Phoma lingam*);
- Micosferella del cavolo (*Mycosphaerella brassicicola*);
- Ruggine bianca (*Albugo candida*);
- Peronospora (*Peronospora brassicae*, *Peronospora parassitica*);

Batteriosi:

- (*Xanthomonas campestris*, *Erwinia carotovora*);

Insetti:

- Afidi (*Myzus persicae*) (*Brevicoryne brassicae*);
- Nottue, Cavolaie (*Mamestra brassicae*, *Mamestra oleracea*, *Pieris brassicae*);
- Elateridi (*Agriotes* spp.);
- Altica (*Phyllotreta* spp.);
- Punteruoli (*Baris* spp., *Ceuthorrhyncus* spp.);
- Mosca del cavolo (*Delia radicum*).

Rese

Le produzioni si aggirano mediamente sui 200q/ha.

3.5.4 COLTIVAZIONE DELLO SPINACIO

Lo Spinacio è un ortaggio conosciuto fin dall'antichità, è arrivato in Europa (Spagna) con gli Arabi intorno al 1000 e da lì si è diffuso negli altri Paesi europei passando poi in America dopo il 1500.

In Italia la sua coltivazione è diffusa in tutte le regioni, in particolare nel Lazio, Toscana, Campania, Veneto e Piemonte. E' diffusa anche la sua coltivazione in serra per la produzione invernale nel Nord. La produzione è concentrata nei mesi autunnali ed invernali, quando le quotazioni di mercato raggiungono livelli interessanti per le aziende agricole. Buona parte della produzione è destinata all'industria per l'ottenimento di surgelati e disidratati. Lo spinacio è molto apprezzato come verdura cotta, ha un contenuto in sostanza secca del 10% con il 3,7% di proteine; elevato è il suo contenuto in vitamine e sali minerali.



Figura 21 - Spinaci in pieno campo (foto dal web)

Caratteri botanici

Lo spinacio è una pianta erbacea a ciclo annuale, con una radice fittonante rossa vicino al colletto. Le foglie basali sono carnose, provviste di un picciolo lungo 5-10 cm e di un lembo astato liscio o bolloso lungo 10-20 cm; esse sono riunite a rosetta in numero di 20-30 prima dell'emissione dello scapo florale ramificato; i fiori sono piccoli, verdastri, riuniti in glomeruli ascellari quelli femminili e in spighe quelli maschili; è una specie dioica, ma sono presenti anche tipi a sessualità intermedia in relazione alle cultivar ed alle condizioni ambientali, che possono influenzare l'espressione sessuale. Le piante maschili sono caratterizzate da steli florali privi di foglie, le piante femminili hanno foglie complete fino all'estremità degli steli.

I fiori femminili sono monoovulari e danno origine ad un frutto secco monosperma, indeiscente con endocarpo sclerotizzato. La durata della facoltà germinativa del "seme" è di 2-3 anni.

Un grammo contiene 90-100 frutti.

In base alla forma del frutto si distinguono due sottospecie:

- Spinacia oleracea inermis Moench (= glabra Mill), con frutti lisci subrotondi; è il tipo più diffuso in coltura, con numerose cultivar;
- Spinacia oleracea spinosa Moench, con frutti angolosi o spinescenti; se ne conoscono poche varietà (Hollandia, Amsterdam e Cavallius) e, seppur dotate di buona rusticità e resistenza al freddo, sono poco diffuse in Europa, e quasi esclusivamente per l'industria conserviera.

Esigenze ambientali

Lo spinacio è specie a basse esigenze termiche e buona tolleranza al freddo nella fase di rosetta. È una pianta longigiurna, con rapida induzione a fiore a lunghezze del giorno superiore a 14 ore (maggio-agosto). Richiede un terreno fresco, permeabile e ben drenato, con pH superiore a 6,5. Ha una buona tolleranza alle elevate salinità. Le esigenze nutritive sono di media entità, con asportazioni per quintale di prodotto di 0,475 kg di N, 0,175 kg di P₂O₅ e 0,500 kg di K₂O.

Per una rapida crescita richiede condizioni di umidità elevate e costanti; pertanto è opportuno ricorrere all'irrigazione in caso di andamento climatico avverso alla semina e durante le prime fasi della crescita anche per evitare fenomeni di prefioritura.

Cultivar

La distinzione delle numerose cultivar ed ibridi F1 può essere fatta in base alla destinazione del prodotto (mercato o industria), alla forma del lembo fogliare (larga, arrotondata, allungata), all'intensità della bollosità ed al colore (verde o verde scuro), al portamento del cespo (eretto o prostrato), ma a livello di coltivazione interessa soprattutto la reazione alla lunghezza del giorno e la resistenza a salire a seme, che condizionano la possibilità di coltivazione nei diversi periodi dell'anno; due sono le categorie:

- Cultivar autunno-invernali: sono adatte alla coltivazione in condizioni di giorno corto, hanno elevata vigoria e buona resistenza al freddo, ma vanno rapidamente a seme in condizioni di giorno lungo; si seminano a fine estate-autunno (agosto-ottobre) per produzioni autunno-invernali.
- Cultivar primaverili-estive: si adattano alla coltivazione di giorno lungo, in quanto lente a montare a seme; si seminano in primavera (marzo-aprile) per produzioni primaverili-estive.

Tecnica colturale

Lo spinacio, in relazione al suo breve ciclo, è coltivato di frequente come intercalare nel periodo autunno-vernino con semina in agosto-settembre; trova le migliori condizioni fitosanitarie quando si osservano

rotazioni di 3-4 anni; si realizzano anche colture primaverili, dove si effettuano colture destinate all'industria. Il terreno deve essere ben preparato. Dopo aver arato il terreno a 30-35 cm, si esegue un affinamento e la sistemazione in porche (aiuole rilevate di 15-20 cm larghe circa un metro e separate da passaggi di 40 cm circa), che è importante nelle colture autunno-vernine per evitare ristagni d'acqua.

La semina può essere fatta a spaglio oppure a macchina, in file distanti 20-30 cm, con interrimento a 1-2 cm di profondità; la densità colturale varia a seconda che si tratti di colture destinate al mercato (19-22 kg/ha di seme per realizzare, dopo il diradamento, densità di 35-50 piante a metro quadrato) oppure all'industria (30-40 kg/ha di seme per realizzare densità di 200-250 piante a metro quadrato; l'elevata densità favorisce il portamento eretto delle piante, richiesto per la raccolta meccanica).

I lavori consecutivi (oltre al diradamento) sono rappresentati da sarchiatura o diserbo, irrigazioni, concimazioni in copertura.

Raccolta e produzione

La raccolta comincia 40-60 giorni dalla semina nelle colture primaverili; si può effettuare la sfogliatura oppure la raccolta dell'intera pianta; la radice viene tagliata appena al di sotto delle foglie; oggi la raccolta meccanica è molto diffusa. La produzione si aggira intorno ai 200 quintali ad ettaro. Gli spinaci raccolti, privi delle foglie ingiallite e rovinata, vengono disposti in casse di 10-15 kg e immersi in acqua per togliere la terra residua e migliorare la turgescenza delle foglie. Per quanto riguarda la conservazione del prodotto fresco, si rilevano limiti di 10-15 giorni mantenendo il prodotto in frigo a 0°C e 90-95% di umidità relativa.

Avversità e parassiti

Lo spinacio è una pianta abbastanza rustica; infatti non sono molti i parassiti in grado di attaccarla nel periodo autunno-invernale, quando le temperature sono relativamente basse; la mancanza di adeguate rotazioni può tuttavia compromettere le colture.

Tra i parassiti vegetali che determinano marciumi alle radici e al colletto ricordiamo *Pythium ultimum* e *Rhizoctonia solani*.

Anche la peronospora (*peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*) può risultare dannosa in condizioni di elevata umidità e temperature comprese tra 8 e 18°C. Durante il periodo estivo sulle colture da seme sono più dannose l'antracnosi, la cladosporiosi e la fusariosi.

Tra i virus che possono attaccare lo spinacio ci sono il Virus del cetriolo, il Virus del mosaico e il Virus del giallume della bietola (questi virus sono trasmessi dagli afidi).

I parassiti animali più dannosi comprendono, oltre agli afidi, le nottue, le lumache e la mosca *Pegomya hyoscyami*.

3.5.5 COLTIVAZIONE DELLA CIPOLLA

La cipolla è una pianta erbacea biennale probabilmente originaria degli altipiani del Turkestan e dell'Afghanistan (Asia occidentale). La sua coltivazione è molto antica e risale agli Egizi nel IV millennio a.C.; oggi è coltivata in tutto il mondo.

In Italia le regioni maggiormente interessate a questa coltura sono l'Emilia-Romagna, la Campania, la Sicilia e la Puglia.



Figura 22 - Cipolle in pieno campo (foto dal web)

Caratteri botanici

La cipolla (*Allium cepa* L.) appartiene alla famiglia delle Liliaceae. Alcuni studiosi, per la forma dell'infiorescenza, la inseriscono, come l'aglio, nella famiglia delle Amarillidaceae.

L'apparato radicale è costituito da numerose radici fascicolate e superficiali (in genere nei primi 20-25 cm di terreno), di colore biancastro, normalmente sprovviste di peli radicali e carnose.

Alla germinazione presenta una piccola foglia che fuoriesce dal terreno con forma ad anello ed in seguito si solleva ed assume l'aspetto di una frusta. Compaiono poi lentamente le altre foglie che sono cave, fistolose, rigonfie nella parte inferiore. Il bulbo (la parte edule della pianta) è costituito dall'ingrossamento della parte basale delle foglie che si ispessiscono, divengono carnose, bianche o leggermente colorate di rosso o violetto. Le guaine esterne si presentano invece sottili, cartacee, di colore variabile dal bianco, al dorato, al rosso al violetto, a seconda della varietà.

Trapiantando i bulbi al secondo anno si forma lo scapo fiorale, cavo internamente e rigonfio nella parte inferiore. Lo scapo porta alla sommità una infiorescenza ad ombrella semplice, globosa, composta da molti fiori, che presentano protandria (vanno a maturazione prima le antere e poi gli ovuli) e conseguente allogamia in quanto la fecondazione è favorita dagli insetti pronubi. Dalla fecondazione si forma una capsula triloculare contenente 1-2 semi, di forma irregolare, generalmente di colore nero, ma anche bruno. Il peso di 1.000 semi va da 3 a 5 grammi.

Esigenze ambientali

La cipolla è abbastanza resistente alle basse temperature, tanto che la germinazione, pur avvenendo in condizioni ottimali intorno ai 20-25°C, può iniziare già a valori di 0-1°C.

Essendo una pianta biennale, la formazione dell'infiorescenza è stimolata dal processo di vernalizzazione.

La cipolla presenta esigenze diverse nei confronti della luce, tanto che le singole varietà iniziano la bulbificazione quando si verificano condizioni appropriate di luminosità:

- brevidiurne: richiedono un periodo di 10-12 ore di luce al giorno (varietà precoci);
- neutrodiurne: richiedono un periodo di 12-14 ore di luce al giorno (varietà medio-precoci);
- longidiurne: richiedono un periodo di 14-16 ore di luce al giorno (varietà tardive o molto tardive).

Predilige terreni di medio impasto tendenzialmente sciolti ma si adatta anche a quelli argillosi purchè freschi, profondi, ricchi di sostanza organica, con buona disponibilità di acqua. E' consigliabile un avvicendamento lungo (ogni 4-5 anni). Predilige terreni con valori di pH tra 6 e 7.

Cultivar

Anche se il miglioramento genetico di questa specie ha avuto inizio di recente, la selezione operata dagli agricoltori in precedenza ha consentito di disporre di un certo numero di varietà e tipi differenti per esigenze luminose, lunghezze del ciclo biologico (precoci, medie e tardive), destinazione del prodotto, forma del bulbo, colore delle tuniche esterne (bianche, rosse, gialle, viola, brune).

A seconda della destinazione del prodotto, si distinguono varietà per il consumo fresco (in genere quelle precoci), da serbo, raccolte a fine estate-inizio autunno e conservate fino alla primavera successiva, da sottoli e sottaceti, a bulbo bianco come la "Bianca di Baretta" o la "Boretana", e varietà da disidratare, il cui prodotto è impiegato per i cibi precotti, nelle mense, nei ristoranti.

Tecnica colturale

A causa del fenomeno della "stanchezza del terreno" i migliori risultati produttivi si ottengono con una rotazione almeno triennale e facendo seguire la cipolla a colture prative, cereali, oppure, nelle zone a vocazione orticola, a radicchio, insalate o carota. Sono da evitare successioni a barbabietola da zucchero, patata e cavolo. Si consiglia un'aratura a 30-40 cm.

La semina viene normalmente effettuata con seminatrici di precisione di tipo pneumatico e utilizzando sia seme nudo che confettato o ricorrendo a seme posto su nastro di materiale che si decompone con l'umidità del terreno. La distanza di semina varia in funzione della destinazione finale del prodotto (file distanti 16-20 cm per quelle a bulbo grosso, 9-10 cm per quelle a bulbo più piccolo). Il seme va posto a una profondità di 2-3 cm. Dopo la semina è consigliabile effettuare una leggera rullatura per far meglio aderire il terreno al seme. L'epoca di semina va da settembre a dicembre per le cipolle da consumo fresco, a raccolta primaverile, e da gennaio ad aprile per quelle da serbo, a raccolta estivo-autunnale, per sottaceti e da industria. Anziché effettuare la semina diretta è possibile ricorrere al trapianto di piantine ottenute in contenitori alveolari, accorciando così il ciclo di circa 3 settimane.

La cipolla, pur non presentando particolari esigenze nutritive, richiede comunque una buona fertilità del terreno. La concimazione deve essere (nella grande coltura) esclusivamente minerale in quando quella organica, in genere a base di letame bovino, può pregiudicare la conservazione dei bulbi e favorire l'attacco di funghi patogeni e nematodi. Meglio se la concimazione organica viene effettuata sulla coltura precedente. La cipolla necessita di N soprattutto nel periodo che va dalla germinazione alla bulbificazione, mentre ha un particolare fabbisogno di P e K nei 20 giorni che precedono la raccolta; apporti azotati tardivi possono avere ripercussioni negative sulla conservabilità del prodotto.

A causa dell'apparato radicale molto superficiale, la cipolla è molto sensibile agli stress idrici e pertanto occorre intervenire con frequenti irrigazioni, ma di limitata entità. Gli interventi irrigui, di norma, dovrebbero essere sospesi 25-30 giorni prima della raccolta.

La cipolla è una specie che, per forma della pianta e portamento dell'apparato fogliare, non entra in concorrenza con le infestanti presenti sul terreno durante tutto il ciclo colturale. La lotta viene fatta impiegando erbicidi, anche se l'individuazione del principio attivo ottimale non è facile in quanto, essendo la cipolla coltivata quasi ovunque, ci si trova di fronte, di volta in volta, a una composizione floristica diversa; inoltre va osservato che la coltura è presente sul terreno in periodi molto diversi e che abbracciano quasi

tutto l'anno.

Raccolta e conservazione

La cipolla è pronta per essere raccolta quando le foglie si presentano appassite, ingiallite e curvate verso terra per la perdita di turgidità. L'estirpazione è di norma effettuata con macchine escavatrici-allineatrici che, formando delle andane, scalzano i bulbi che vengono lasciati sul campo per circa una settimana, fino alla completa essiccazione delle radici e della parte aerea; in seguito, con una macchina raccogli-caricatrice, si provvede alla raccolta.

Una volta raccolti e messi nei contenitori, i bulbi possono essere destinati subito al consumo fresco e all'industria di trasformazione o essere conservati. Non tutte le varietà si prestano alla conservazione; in genere le migliori sono quelle tardive.

La cipolla può essere destinata al consumo fresco o all'industria di conservazione per la produzione di sottoli, sottaceti o fettine disidratate. Il suo valore nutritivo è legato soprattutto alla presenza di sali minerali e di una certa quantità di vitamine, soprattutto la vitamina C.

Avversità

Tra le avversità non parassitarie sono causa di danni rilevanti le gelate tardive e le grandinate. A seguito di tecniche colturali errate o di andamenti climatici avversi, la cipolla può andare incontro alla prefioritura, cioè alla formazione dello scapo fiorale senza formare il bulbo, quando a un andamento climatico normale seguono abbassamenti termici a 10-12°C seguiti da un rapido innalzamento della temperatura.

Virosi

- Virus del mosaico
- Virus del mosaico giallo

Batteriosi

Durante la raccolta e la conservazione è possibile riscontrare tre tipi di marciume batterico: il marciume molle, il marciume solforoso e il marciume acido.

Micosi

Molte sono le micosi che condizionano la produttività della cipolla; alcune si riscontrano sulla parte aerea (peronospora, botrite, alternariosi, carbone), altre sull'apparato ipogeo (marciume basale o fusariosi, antracnosi, marciume rosa delle radici, marciume carbonioso).

Parassiti animali

Numerosi sono i parassiti animali che possono danneggiare la coltura; per fortuna i loro danni sono modesti e pertanto la lotta chimica viene effettuata solo nei confronti di alcuni fitofagi.

- Insetti (Trioza tremblayi), tripide della cipolla, Agriotes spp., Delia antiqua);
- Nematodi (Ditylenchus dipsaci, Longidorus spp., ecc.).

3.5.6 COLTIVAZIONE DEL CARCIOFO

Il Carciofo è una pianta di origine mediterranea, molto nota fin dall'antichità per i pregi organolettici del capolino (le prime descrizioni risalgono allo storico greco Teofrasto). L'attuale nome volgare in molte lingue del mondo deriva dal neo-latino "artocactus" (in alcuni dialetti settentrionali è chiamato articiocco); il nome italiano "carciofo" e lo spagnolo "alcachofa" derivano dall'arabo "harsciof".

La coltura del carciofo è diffusa in alcuni Paesi del Mediterraneo, in particolare soprattutto Italia, poi Francia

e Spagna, mentre è poco conosciuto in molti altri Stati.

La maggior parte della produzione commerciale è destinata al consumo fresco, il resto all'industria conserviera e dei surgelati. La coltura del carciofo è diffusa soprattutto nell'Italia meridionale, dove con il risveglio anticipato della carciofaia in estate è possibile anticipare l'epoca delle raccolte all'inizio dell'autunno.



Figura 23 – Piante di carciofo durante la fase vegetativa (foto dal web)

Il carciofo è una pianta erbacea perenne, con formazione di rizoma, dalle cui gemme si sviluppano i getti detti carducci. Il fusto è eretto, ramificato all'epoca della fioritura, robusto, striato in senso longitudinale, fornito di foglie alterne (grandi, di colore verde più o meno intenso o talvolta grigiastre nella pagina superiore, più chiare e con presenza di peluria in quella inferiore; la spinosità delle foglie è una caratteristica varietale). Il fusto (alto da 50 a 150 cm circa) e le ramificazioni portano in posizione terminale le infiorescenze.

I fiori azzurri ermafroditi tubolosi sono riuniti in una infiorescenza a capolino, detta anche calatide.

Il capolino comprende una parte basale (il ricettacolo carnoso), sul quale sono inseriti i fiori ermafroditi detti "flosculi"; inframmezzati ai fiori sono presenti sul talamo numerose setole bianche e traslucide (il "pappo"). Il complesso di fiori e setole, nei primi stadi di sviluppo, sono volgarmente indicati con il nome di "peluria". Sul ricettacolo si inseriscono le brattee o squame involucri, a disposizione imbricate l'una sull'altra, le più interne tenere e carnose, le più esterne consistenti e fibrose. Il ricettacolo carnoso e le brattee interne costituiscono la porzione edule del carciofo, comunemente detto "cuore".

Il frutto è un achenio allungato e di sezione quadrangolare, di colore grigiastro bruno e screziato, unito al calice trasformato in pappo, per favorire la disseminazione. Il peso di mille acheni può oscillare tra 30 e 70 grammi.

La morfologia florale ed il meccanismo di antesi impediscono normalmente l'autoimpollinazione, per cui la fecondazione avviene per opera degli insetti.



Figura 24 – Capolini (foto dal web)

Esigenze ambientali

Il carciofo richiede un clima mite e sufficientemente umido, per cui il suo ciclo normale è autunno-primaverile nelle condizioni climatiche del bacino mediterraneo; tende alla produzione primaverile-estiva nelle zone più fredde. Il carciofo resiste abbastanza bene fino a temperature di 0°C. Temperature inferiori possono provocare danni più o meno gravi alle infiorescenze ed alle foglie; a temperature inferiori a -10°C possono essere compromesse anche le gemme del fusto rizomatoso.

Il carciofo risente anche della temperatura molto elevata, per cui la fase del riposo vegetativo capita tra la fine della primavera e l'estate.

Ha elevate esigenze idriche, in parte soddisfatte dalla piovosità dell'epoca di coltivazione; nella coltura precoce estiva è necessario intervenire con abbondanti apporti di acqua.

Il carciofo preferisce terreni profondi freschi, di medio impasto e di buona struttura, a reazione intorno alla neutralità, pur adattandosi a terreni di diverse caratteristiche.

Avvicendamento

Il carciofo viene considerato una coltura da rinnovo e si avvale, al momento dell'impianto, di un'aratura profonda. E' una coltura poliennale: la durata di una carciofaia non è definibile a priori; se non intervengono fattori avversi essa può essere anche di 7-10 anni.

E' da considerarsi una coltura da rinnovo, a cui far seguire un cereale o, come nelle zone orticole, altri ortaggi. L'opportunità dell'avvicendamento è consigliabile per evitare gli inconvenienti della coltura ripetuta.

Preparazione del terreno

La preparazione del terreno viene effettuata in epoca diversa, in relazione alla modalità d'impianto della coltura, per ovuli o per carducci, all'inizio dell'estate o in autunno. Prima dell'impianto è necessaria una

lavorazione profonda (40-50 cm), a cui seguono lavorazioni più superficiali con frangizolle ed erpice per preparare un perfetto letto di semina. La concimazione organica deve essere fatta in concomitanza della lavorazione profonda.

Concimazione

L'apporto di fertilizzanti è fondamentale per la produttività della carciofaia: una coltura di carciofo può asportare dal terreno circa 250-300 kg/ha di azoto, 350-400 kg/ha di potassa e 50-100 kg/ha di anidride fosforica. Da ciò deriva la necessità di somministrare i fertilizzanti minerali in dosi elevate.

Generalmente, la concimazione fosfatica e quella potassica sono effettuate all'atto dell'impianto della carciofaia e negli anni successivi, al momento del risveglio. La concimazione azotata, in parte è distribuita insieme agli altri due elementi, in parte frazionata in un paio di volte in copertura durante il periodo di massimo accrescimento della vegetazione.

Il materiale vegetale

Per l'impianto di una carciofaia possono essere utilizzate diverse metodologie:

- Trapianto di piantine da seme (acheni)
- Trapianto di carducci(*) non radicati /radicati
- Trapianto di piantine micropropagate
- Ovoli
- Porzioni di rizoma (desueto)

(*) presenti durante la ripresa vegetativa della pianta, molto poco presenti durante la produzione di capolini

Negli ultimi anni si sta diffondendo la propagazione per achenio (seme del commercio), grazie alla recente introduzione di ibridi F1 con ottime capacità produttive.



Figura 25 – Piante di carciofo pronte per il trapianto (foto dal web)



Figura 26 – Carducci di carciofo pronti per il trapianto (foto dal web)

Epoca di impianto

Di solito si esegue nel periodo autunno-primaverile per "carducci", utilizzando il materiale proveniente dalla scarducciatura di altre carciofaie. I carducci sono germogli che crescono alla base della pianta e vengono distaccati con una porzione di radice. I carducci per i nuovi impianti devono essere ben sviluppati, con una lunghezza di 20-40 cm e provvisti di 4-5 foglie, la cui parte distale viene tagliata al momento dell'impianto. Nelle zone irrigue meridionali, dove si pratica il risveglio anticipato, è frequente l'impianto per "ovuli" in estate. Gli ovuli sono le gemme di grossezza diversa che si formano alla base del fusto interrato, da cui alla ripresa vegetativa hanno origine i carducci. Gli ovuli si distaccano dalla pianta madre in estate durante la fase di riposo. E' consigliabile sottoporre l'ovulo alla pregermogliazione. Spesso, l'impianto estivo è fatto con ovuli, provenienti da carducci messi a vivaio nell'annata precedente, quindi già ben radicati e formati.

In luglio solitamente si esegue anche il trapianto di piantine ottenute da seme.

Il sesto d'impianto della carciofaia è variabile, sia in relazione alla durata della carciofaia, che allo sviluppo della varietà. La distanza media è di cm 100 x 100 o cm 120 x 120, in modo da ottenere un numero di piante all'ettaro intorno a 7-10 mila. Oggi si tende ad allargare la distanza tra le file (170-200 cm) e a diminuirla sulla fila (60-80 cm).

Densità di piantagione

Il sesto d'impianto della carciofaia è variabile, sia in relazione alla durata della carciofaia, che allo sviluppo della varietà. La distanza media è di cm 100 x 100 o cm 120 x 120, in modo da ottenere un numero di piante all'ettaro intorno a 7-10 mila. Oggi si tende ad allargare la distanza tra le file (170-200 cm) e a diminuirla sulla fila (60-80 cm).

Tecnica colturale

Nei primi stadi della ripresa vegetativa si eseguono diverse lavorazioni al terreno o per il controllo delle infestanti o per l'interramento dei fertilizzanti in modo da permettere un rapido accrescimento delle piante. Queste emettono un certo numero di carducci in buona parte da eliminare. La scarducciatura sarà più o

meno intensa a secondo della varietà, della fertilità del terreno e della densità delle piante. A seconda delle condizioni colturali, vengono lasciati uno o due o tre carducci per pianta.

Il controllo delle infestanti è di fondamentale importanza. Tra le infestanti della carciofaia c'è una lunga serie di malerbe annuali, biennali e perenni. Tra queste un ruolo di rilievo spetta alle graminacee e all'acetosella (*Oxalis* spp.). Quest'ultima infestante ha un ciclo autunno-primaverile coincidente con quello della coltura ed ha una notevole capacità di diffusione, essendo fornita di organi di moltiplicazione sotterranea (bulbilli) che vengono diffusi dagli organi rotanti delle macchine durante le lavorazioni. Prima dell'impianto si può intervenire con prodotti ad azione fogliare come glufosinate ammonio o glyphosate, in presenza di malerbe già note, aggiungendo un prodotto residuale quale il trifluralin, seguito da un leggero interrimento, o pendimethalin, distribuito in superficie. Successivamente gli interventi vanno effettuati in pre-emergenza delle infestanti.

L'andamento climatico condiziona notevolmente il ciclo e la tecnica di coltivazione. Dall'analisi delle serie storiche dei dati termometrici relativi al Brindisino, è stato calcolato che la frequenza di giorni con temperature minime al di sotto di 0 °C (rischio di gelata) è inferiore a 3 anni su 100 nel periodo agosto-dicembre. Nel periodo successivo la probabilità di gelate aumenta leggermente raggiungendo il massimo, circa il 4%, intorno alla prima decade di febbraio. Pertanto in Puglia il ciclo di coltivazione ha inizio generalmente in concomitanza dei temporali di fine estate ma, in caso di ritardo delle piogge, si interviene con una o due adacquate a partire dalla fine di agosto. La raccolta inizia a metà novembre e prosegue durante tutto l'inverno; raramente, come si è detto, le gelate sono di intensità tale da interrompere il ciclo produttivo delle piante. Più spesso provocano danni sulle brattee esterne dei capolini che risultano commercialmente deprezzati; in primavera la produzione si concentra nel periodo marzo-aprile e prosegue a volte fino all'inizio di giugno con la produzione di capolini da destinare all'industria di trasformazione.

Irrigazione

E' uno degli interventi colturali più importanti ai fini dell'anticipo di produzione del carciofo. In relazione all'epoca del risveglio estivo e dell'andamento climatico, i fabbisogni idrici possono essere più o meno elevati, per cui dove la disponibilità idrica è carente, l'irrigazione viene ritardata verso la seconda metà del mese di agosto.

Frequenti irrigazioni, con un turno medio di 8-10 giorni sono necessari nel periodo estivo e, in qualche caso, alcuni interventi in autunno, qualora l'andamento climatico decorra siccitoso. L'irrigazione a goccia con ala gocciolante poggiata in superficie è una delle applicazioni storicamente più utilizzate. La disposizione dell'impianto è molto semplice: l'ala gocciolante è stesa a lato della fila di ovoli o carducci messi a dimora, il passo (distanza tra i gocciolatori) e le portate (erogazione espressa in litri per ora) sono legate al sesto d'impianto ma soprattutto alle caratteristiche del terreno. Normalmente il passo è 40 cm per 1,6 litri/ora di portata.

Cure colturali

- **Lavorazioni del terreno**

Durante l'intero ciclo colturale del carciofo, le lavorazioni del terreno consistono in sarchiature a mano sulla fila ed in interventi meccanici tra le file (erpature, vangature e fresature). Gli inconvenienti relativi all'uso frequente della fresa sono: diffusione di specie infestanti perenni a propagazione vegetativa, formazione di una suola di lavorazione compatta e poco permeabile e danneggiamento della struttura del terreno.

- **Sfalcio della vegetazione**

Al termine di ciascuna stagione vegetativa, la frondadelle piante, deve essere tagliata raso terra ed allontanata dal campo. Intal modo si riduce la propagazione delle malattie fungine, parassitarie di origine animale, inoltre si determina la morte di numerosi semi di erbe infestanti.

L'opportunità di lasciare la vegetazione sul terreno deve essere attentamente valutata per il notevole aumento del potenziale di inoculo delle malattie; per contro un vantaggio di questa pratica è il ritorno di sostanzaorganica nel terreno.

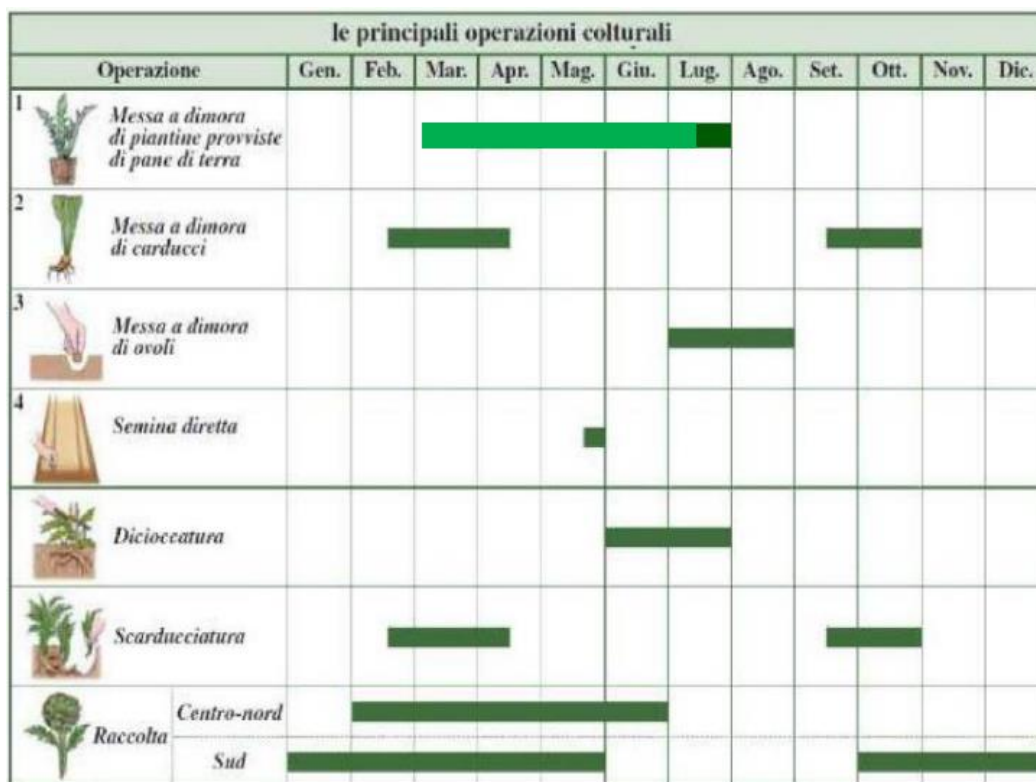


Figura 27 – Principali operazioni colturali

Controllo delle infestanti

Nelle carciofaie è opportuno eliminare le piante infestanti tramite periodiche sarchiature tra le file, mentre sulla fila di solito non si interviene anche perché il naturale sviluppo delle piante di carciofo riesce a contrastare abbastanza bene la crescita delle erbe infestanti. Per non arrecare danni alla ceppaia ed alle radici le sarchiature devono essere superficiali.

Controllo di patogeni e parassiti

Il carciofo pur essendo una pianta rustica è soggetta ad alcune avversità.

Tra le fitopatie l'atrofia del capolino riveste un ruolo importante, ma solo per le varietà tardive. La malformazione si presenta con capolini di dimensioni ridottissime o con capolini normali con brattee non completamente sviluppate e con margine superiore imbrunito. Diversi fattori concorrono al manifestarsi di questa fisiopatia: temperature superiori di 25° C nella fase di transizione dell'apice caulinare da vegetativo a riproduttivo, condizioni idriche, contenuto di sali solubili nel terreno ecc.

Dei danni da gelo abbiamo già accennato.

Il carciofo è una tra le specie sensibili ai diserbanti di tipo ormonico (2,4 D).

Il carciofo è dotato di ampia espansione fogliare e di fusti e gemme molto carnose, per cui è particolarmente

soggetto agli attacchi di parassiti animali. Il più temuto parassita del carciofo è l'arvicola (topo campagnolo) la cui enorme diffusione limita fortemente la durata degli impianti.

Tra gli insetti che danneggiano i capolini, due specie di lepidotteri sono degne di particolare attenzione: la nottua del carciofo (*Gortynaxanthenes* Germ.) e la depressaria (*Depressaria* Stg.).

Altri fitofagi ricorrenti sono gli afidi (*Brachycaudus* cardui, *Aphis* fabae, *Myzus* persicae ecc.) e la cassida (*Cassida* deflorata Suffr.).

Tra le malattie crittogamiche quella che interessa maggiormente il carciofo è rappresentata dai marciumi del colletto (*Sclerotinia* spp., *Rhizoctonia* spp.), presenti soprattutto nei terreni mal drenati.

L'oidio (*Leveillulata* urica) e la peronospora (*Bremialactuca*) non sono molto diffuse e generalmente non creano problemi fitosanitari.

Operazioni di raccolta, produzioni

La raccolta dei capolini è scalare, ha inizio verso la prima decade di ottobre per la coltura precoce e termina in giugno con quella più tardiva. In relazione al tipo di coltura ed alla varietà, il numero delle raccolte può variare da un minimo di 3-4 ad un massimo di 15-20, tendendo presente che la lunghezza del ciclo produttivo può variare da un minimo di 20 giorni ad un massimo di 180-220 giorni. Il numero dei capolini per pianta oscilla da 4-5 a 14-15.

Nel complesso una carciofaia produce 50-100 mila capolini ad ettaro, pari ad una produzione in peso di 60-120 quintali ad ettaro. La raccolta è effettuata a mano con taglio dei capolini con stelo lungo ed alcune foglie. Per agevolare il trasporto della produzione fuori del campo si utilizzano rimorchi o carri-raccolta trainati, forniti di ali laterali.

La valutazione qualitativa dei capolini viene effettuata in base alla pezzatura, alla compattezza ed alle caratteristiche di freschezza e sanità. per il mercato fresco, molta importanza riveste la precocità di maturazione. Oltre al consumo fresco, il carciofo viene utilizzato dall'industria conserviera sia per la produzione di "carciofi al naturale", di "carciofini sott'olio" e di "carciofi surgelati".

E' un ortaggio dal buon valore alimentare ed adatto ad essere preparato in una infinità di modi culinari. Abbastanza ricco di ferro.

Il carciofo è ricco non solo di fibra, vitamine, sali minerali ed aminoacidi, ma anche di sostanze fenoliche che presentano proprietà benefiche per l'organismo. Ha inoltre una forte capacità antiossidante.

Per uso alimentare vengono utilizzati anche i teneri carducci, i quali quando vengono sottoposti alla pratica della imbiancatura vanno sotto il nome di "gobbi".

Notevole è il sottoprodotto di foglie della carciofaia, che costituisce un ottimo alimento fresco per gli animali. Anche i residui della lavorazione industriale dei capolini hanno un impiego zootecnico, o vengono essiccate per preparare una farina di carciofo.

Le proprietà medicinali del carciofo ed il sapore amaricante degli estratti ne fanno una pianta di largo consumo nell'industria liquoristica e medicinale. In genere, per uso industriale, si utilizzano le piante a fine ciclo di produzione, in fase di essiccamento naturale.



Figura 28 – Operazioni di raccolta con macchina semovente (foto dal web)

Scelta varietale Violetto di Provenza

Le cultivar maggiormente presenti in Puglia sono il Catanese e il Violetto di Provenza, quest'ultimo introdotto nel secondo dopoguerra nel Salento, si è diffuso invece con molto successo negli ultimi anni nella provincia di Foggia, sostituendo progressivamente le popolazioni locali e assumendo comunemente il nome di Francesino. Questa cultivar è molto produttiva e con la tecnica della forzatura gli agricoltori riescono ad anticipare la produzione dei capolini già in settembre, con notevoli benefici economici vista la scarsa presenza in quel periodo di produzioni provenienti da altre regioni. Il Violetto di Provenza risulta, rispetto al Catanese, più precoce e più produttivo; i capolini presentano una colorazione violetta più intensa, maggior peso specifico, forma conica durante la produzione autunnale e tendente all'ovoidale in primavera.



Figura 29 - Capolino della cultivar Violetto di Provenza

La coltivazione di ortaggi comporta l'utilizzo di prodotti fitosanitari, sia con metodi di coltivazione convenzionali e sia in biologico per il controllo dei patogeni. L'irrorazione di questi prodotti fitosanitari, disciolti opportunamente in acqua, avviene attraverso mezzi meccanici come pompe irroratrici o atomizzatori nebulizzandoli sulle colture e, inevitabilmente anche sui pannelli fotovoltaici, andando a creare una sottile pellicola che potrebbe schermare i pannelli stessi, pertanto sarà necessario incrementare il numero di lavaggi dell'impianto.

3.5.7 COLTIVAZIONE DELLE ESSENZE FORAGGERE

Nello specifico verranno seminate essenze foraggere annuali per i seguenti motivi:

- Presentano una spiccata resistenza all'allettamento che può essere causato da diversi fattori come eventi meteorologici 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 30 – Essenze foraggere

Trifoglio incarnato (*Trifolium incarnatum* L.)



Figura 31. 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 32. 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 33. 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'interramento 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 34. 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 ritate, 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 giumelle che le rivestono: nel caso molto frequente che la granigione sia stata ostacolata dalla deficienza di acqua, la quota di rivestimento può aumentare anche di molto oltre le percentuali indicate.

Orzo (*Hordeum vulgare* L.)



Figura 35. 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 36. 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).

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 amminuire 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 37. 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 38. 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 39. Pressatura foraggio (foto dal web)

3.5.8 AVVICENDAMENTO COLTURALE

Come già ribadito in precedenza, l'intera area di impianto è stata suddivisa in 4 lotti rispettivamente della superficie di circa 10 ettari per il LOTTO 1, circa 20 ettari per i LOTTI 2,3 e circa 15 ettari per il LOTTO 4, dove verranno trapiantate e seminate ogni anno colture orticole come pomodoro, lattuga, spinacio, broccoletto di rapa, cipolla, carciofo e essenze foraggere in purezza o in consociazione costituite essenzialmente da graminacee come l'avena, l'orzo, il frumento tenero e leguminose come il favino, il trifoglio incarnato, la veccia. 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 40. Lotti di coltivazione

ANNO	LOTTO 1	LOTTO 2	LOTTO 3	LOTTO 4
1	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
2	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
3	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
4	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
5	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
6	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
7	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
8	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
9	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
10	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
11	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
12	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
13	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
14	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
15	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
16	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
17	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
18	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
19	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
20	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
21	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
22	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
23	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI
24	FORAGGERE	ORTAGGI	ORTAGGI	FORAGGERE
25	ORTAGGI	FORAGGERE	FORAGGERE	ORTAGGI

Tabella 6. Piano delle rotazioni colturali

4. OBIETTIVI PERSEGUITI

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

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

4.1 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON COLTURE ORTICOLE

Dati impianto colture ortive (pomodoro)	Valori
Scelta essenze ortive	Pomodoro da mensa
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Costi impianto irriguo 1° anno (1 ha)	
Ala gocciolante, tubazioni varie	€ 1.000,00
Costi annuali di gestione impianto pomodoro (1 ha)	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere €/ha	€ 140,00
- Concimazione di fondo €/ha	€ 40,00

Costo concime e antiparassitari €/ha	€ 2.200,00
Costo piantine (33.000 piantine/ha)	€ 13.200,00
Trapianto €/ha	€ 530,00
Lavori di raccolta e altre operazioni colturali €/ha	€ 10.000,00
Totale costi annuali di gestione impianto €/ha	€ 26.170,00
Produzione annuale (kg)	
Produzione media pomodori/ha (kg)	80.000

Tabella 7

Dati impianto colture ortive (lattuga)	Valori
Scelta essenze ortive	Lattuga canasta
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Costi impianto irriguo 1° anno (1 ha)	
Acquisto e installazione impianto irriguo	
- Mini sprinkler (costo unitario € 6,50)/ha	€ 3.250,00
- Tubazioni varie/ha	€ 500,00
- Totale costi impianto irriguo (1ha)	€ 3.750,00
Costi annuali di gestione impianto lattuga (1 ha)	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	€ 140,00
- Concimazione di fondo € 35/ha	€ 35,00
Costo concime e antiparassitari € 2.200/ha	€ 2.200,00
Costo piantine € 0,02 (90.000 piantine/ha)	€ 1.800,00
Trapianto € 1.500/ha	€ 1.500,00
Lavori di raccolta e altre operazioni colturali € 10.000/ha	€ 10.000,00
Totale costi annuali di gestione impianto	€ 15.675,00
Produzione annuale (kg)	
Produzione media cespi/ha (kg)	40.000

Tabella 8

Dati impianto colture ortive (broccoletto di rapa)	Valori
Scelta essenze ortive	Broccoletto di rapa
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Costi annuali di gestione impianto broccoletto di rapa (1 ha)	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	€ 140,00
- Concimazione di fondo € 100/ha	€ 100,00
Costo concime € 1.000/ha	€ 1.000,00
Costo semente € 50/ha	€ 50,00
Semina € 60/ha	€ 60,00
Lavori di raccolta e altre operazioni colturali € 3.000/ha	€ 3.000,00
Totale costi annuali di gestione impianto	€ 4.350,00
Produzione annuale (kg)	
Produzione media broccoletti di rapa/ha (kg)	15.000

Tabella 9

Dati impianto colture ortive (spinacio)	Valori
Scelta essenze ortive	Spinacio
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Costi annuali di gestione impianto spinacio (1ha)	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	€ 140,00
- Concimazione di fondo € 100/ha	€ 100,00
Costo concime € 2.000/ha	€ 2.000,00
Costo semente € 150/ha	€ 150,00
Semina € 60/ha	€ 60,00
Lavori di raccolta e altre operazioni colturali € 6.000/ha	€ 6.000,00
Totale costi annuali di gestione impianto	€ 8.450,00
Produzione annuale (kg)	
Produzione media spinacio/ha (kg)	20.000

Tabella 10

Dati impianto colture ortive (cipolla)	Valori
Scelta essenze ortive	Cipolla
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Costi annuali di gestione impianto cipolla (1 ha)	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	€ 140,00
- Concimazione di fondo € 35/ha	€ 35,00
Costo concime e antiparassitari € 150/ha	€ 150,00
semina € 150/ha	€ 150,00
Lavori di raccolta e altre operazioni colturali € 3.000/ha	€ 3.000,00
Totale costi annuali di gestione impianto	€ 3.475,00
Produzione annuale (kg)	
Produzione media cipolla/ha (kg)	40.000

Tabella 11

Dati impianto colture ortive (carciofo)	Valori
Scelta essenze ortive	Violetto di Provenza
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Costi annuali di gestione impianto carciofo (1 ha)	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	€ 140,00
- Concimazione di fondo € 35/ha	€ 35,00
Costo concime e antiparassitari € 150/ha	€ 150,00
Acquisto piantine € 0,70 x 6.000 piantine/ha	€ 4.200,00
Trapianto € 150/ha	€ 150,00
Lavori di raccolta e altre operazioni colturali € 3.000/ha	€ 3.000,00
Totale costi annuali di gestione impianto	€ 7.675,00
Produzione annuale (kg)	
Produzione media capolini/ha	60.000

Tabella 12

4.2 ANALISI FINANZIARIA PER ETTARO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ESSENZE FORAGGERE PER LA PRODUZIONE DI FORAGGIO

Dati impianto	Valori
Scelta essenze erbacee	Trifoglio incarnato, favino, veccia, orzo, avena, frumento tenero
Durata economica	25 anni
Fase di piena produzione (anni)	1-25
Costi di impianto	
Lavori di preparazione terreno:	
- Aratura superficiale con polivomere € 140/ha	€ 140,00
- Concimazione letto di semina con letame € 40/ha	€ 40,00
- Costo concime € 500,00/ha	€ 150,00
Costo medio semente € 150/ha	€ 500,00
Semina € 60/ha	€ 60,00
Rullatura letto di semina € 40/ha	€ 40,00
Totale costi di impianto	€ 930,00
Costi annuali di gestione impianto	
Costi Manodopera e delle Lavorazioni, ivi inclusi eventuali utilizzi di mezzi meccanici	€ 250,00
Costi Generali di Gestione (ivi inclusa certificazione Biologico)	€ 50,00
Totale costi di gestione	€ 300,00
Produzione annuale impianto	
Produzione media annuale foraggio altre foraggere/ha (kg)	14.000

Tabella 13.

4.3 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA IN EURO PER 1 ETTARO DI SUPERFICIE COLTIVATA CON ORTICOLE

Analisi dei flussi di cassa/ha (vendita pomodori B2:AA21da mensa) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita 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	27.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €	26.170 €
RICAVI	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €	32.000 €
CASH FLOW	4.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €	5.830 €
Reddito totale																								144.750,00 €		
Analisi dei flussi di cassa/ha (vendita cespi di lattuga) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita a 0,5 €/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	19.425 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €	15.675 €
RICAVI	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €
CASH FLOW	575 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €
Reddito totale																								104.375,00 €		
Analisi dei flussi di cassa/ha (vendita broccoletti di rapa) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita a 0,5 €/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	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €	4.350 €
RICAVI	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €	7.500 €
CASH FLOW	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €	3.150 €
Reddito totale																								78.750,00 €		

Analisi dei flussi di cassa/ha (vendita spinaci) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita a 0,6 €/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	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €	8.450 €
RICAVI	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €
CASH FLOW	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €	3.550 €
Reddito totale						88.750,00 €																			

Analisi dei flussi di cassa/ha (vendita cipolle) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita a 0,15 €/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	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €	3.475 €
RICAVI	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €
CASH FLOW	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €	2.525 €
Reddito totale						63.125,00 €																			

Analisi dei flussi di cassa/ha (vendita carciofi-capolini) – in Euro - considerando il prezzo medio di vendita a 0,2 €/pezzo

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	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €	7.675 €
RICAVI	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €	12.000 €
CASH FLOW	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €	4.325 €
Reddito totale						108.125,00 €																			

Tabella 14

4.4 ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA IN EURO PER 1 ETTARO DI SUPERFICIE COLTIVATA CON FORAGGERE

Analisi dei flussi di cassa/ha (vendita foraggio) – 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	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €	1.230 €
RICAVI	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 €	3.500 €
CASH FLOW	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €	2.270 €
Reddito totale					45.400,00 €																					

Tabella 15

4.5 DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ORE E GIORNATE LAVORATIVE ANNUE

In riferimento ai valori medi del fabbisogno di lavoro, necessari per l'espletamento delle attività agricole, di cui all'art. 2135 del Codice Civile (Deliberazione della Giunta Regionale - n. 6191 del 28 luglio 1997), di seguito si riportano i fabbisogni di ore lavorative annue per ettaro nella provincia di Foggia:

- Pomodoro da mensa – 650 ore annue;
- Carciofo – 600 ore annue;
- Broccoletto di rapa – 300 ore annue;
- Altri ortaggi in pieno campo – 420 ore annue;
- Erbai polifiti – 60 ore annue.

4.6 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. 2 unità lavorative annuali per la manutenzione dei mezzi e la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto fotovoltaico.

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

5. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

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

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

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

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

D.1) il risparmio idrico;

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

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

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

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale ha come obiettivo la descrizione delle azioni da intraprendere

per il monitoraggio di microclima, produzione agricola, risparmio idrico, fertilità del suolo di un impianto agro-energetico integrato fotovoltaico-colture foraggere per la produzione di energia elettrica rinnovabile tramite la tecnologia fotovoltaica, della potenza di picco installata in corrente continua di 50,83 MW e la produzione di ortaggi e foraggio in continuità con l'attività agricola già svolta sulla stessa superficie lorda di circa 66 ettari nel comune di Foggia.

5.1 MODALITÀ E FREQUENZA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELL'AGRIVOLTAICO

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

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

5.2 MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA

5.2.1 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E PUNTO DI MONITORAGGIO

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

- I sensori di temperatura e umidità (termo-igrometro) devono essere all'interno di un apposito schermo solare ventilato rialzato ad un'altezza variabile tra 1.7 e 2.00 metri da terra su tappeto erboso naturale tagliato di frequente o tappeto sintetico di colore verde distanziato da qualsiasi ostacolo;
- Il sensore del vento (anemometro) deve essere posto ad un'altezza tra 2,50 e 10 metri dal suolo lontano da ostacoli;
- Il sensore delle precipitazioni (pluviometro) deve situarsi ad un'altezza minima di 0.50 metri senza ostacoli nelle vicinanze.

Sensore	Altezza sensore dal suolo	Osservazioni
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 16. Strumentazione per il monitoraggio del microclima

5.2.2 COMPOSIZIONE DELLA STAZIONE METEO E TIPI DI SENSORI

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

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

Caratteristiche generali

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

Sensoristica stazione meteo

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

Opzioni

- Monitoraggio velocità e direzione del vento
- Monitoraggio temperatura sul secondo livello di profondità

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

CARATTERISTICHE TECNICHE

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

Tabella 17. 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 18. Caratteristiche tecniche sensori



Figura 41. Stazione meteo AGRISMART IOT

5.2.3 DSS E SUPPORTO ALLE DECISIONI

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

5.2.4 UTILIZZO DELLA STAZIONE METEOROLOGICA PER LA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE

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

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

5.3 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA

Come riportato nelle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

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

Tale attività sarà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza annuale. Alla relazione saranno allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

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

5.4 MONITORAGGIO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO

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

Per verificare la fertilità dei suoli è utile monitorare nel tempo il contenuto nel terreno dei principali elementi nutritivi quali azoto, fosforo, potassio e sostanza organica. Generalmente si fa ricorso al prelievo dei campioni di terreno per l'esecuzione di opportune analisi.

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

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

5.4.1 APPARECCHIATURE ED ATTREZZATURE

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

- sonda o trivella (manuale o automatica)
- vanga
- paletta
- secchio di plastica, asciutto e pulito
- telone in polietilene, asciutto e pulito, di almeno 2 mq

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

5.4.2 MODALITÀ OPERATIVE

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

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

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

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

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

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

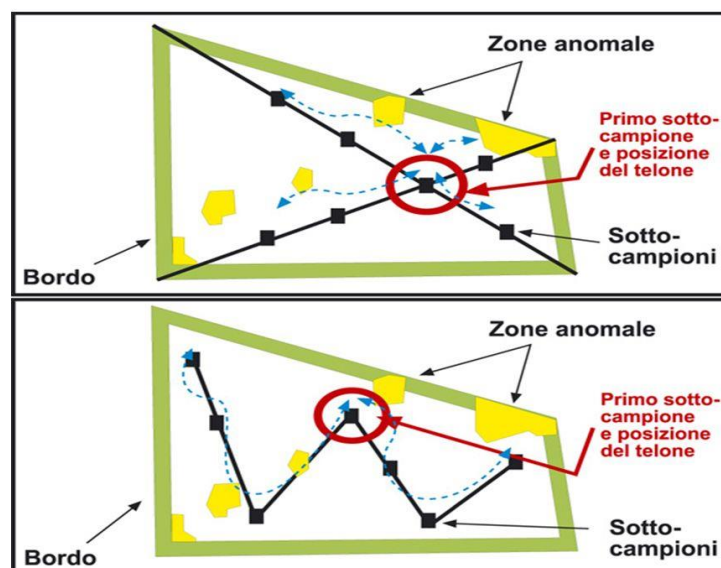


Figura 42. Campionamento non sistematico a X(sopra) o a W(sotto).

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 capezagne, e scoline, dove ristagna l'acqua. Prima di prelevare il campione occorre rimuovere il terreno in cui possono trovarsi residui vegetali indecomposti. Trasferire nel secchio i vari campioni elementari, mano a mano che vengono prelevati (dalle varie unità di campionamento). Trasferire i vari campioni dal secchio al telone di plastica, opportunamente disteso su una superficie solida, piana e asciutta. Mescolare ed omogeneizzare accuratamente i campioni elementari, fino ad ottenere il campione globale. Ridurre la quantità di campione globale, se necessario, fino ad ottenere aliquote di circa 700 g ciascuna: prelevare dal campione globale una decina di subcampioni, ciascuno di circa 70 g, prendendoli casualmente da tutta la superficie di campione globale disteso sul telone. Il campione finale, costituito dai subcampioni, deve essere trasferito all'interno di un contenitore asciutto e pulito (vaso in vetro o sacchetto in polietilene). Dello stesso campione potranno essere approntate diverse aliquote, a seconda che vi sia la necessità di confezionare o meno controcampioni (da consegnare ad una controparte), o a seconda che vi sia la necessità di mandare diverse aliquote a diversi laboratori.

Le successive analisi che si faranno sono denominate analisi di base, questo tipo di analisi permette di misurare alcune caratteristiche del terreno quali scheletro e tessitura, reazione (pH9, carbonati totali, calcare attivo, capacità di scambio cationico e conducibilità elettrica.

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

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 19. Analisi chimico-fisiche del terreno

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

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

1. ANTIMONIO
2. ARSENICO
3. BERILLIO
4. CADMIO
5. COBALTO
6. CROMO
7. MERCURIO

8. NICHEL
9. PIOMBO
10. RAME
11. SELENIO
12. STAGNO
13. VANADIO
14. ZINCO

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

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

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

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

Parametro	Metodo analitico	Unità di misura
tessitura	Classificazione secondo il triangolo della tessitura USDA	/
pH	Metodo potenziometrico, D.M. 13/09/99	unità pH
calcare totale	Determinazione gas volumetrica	g/kg S.S. 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 20. Parametrizzazione dei valori chimo-fisici del terreno

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

Tabella 21. Interpretazione della dotazione di potassio scambiabile in base alla tessitura (mg/kg)

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

Tabella 22. Interpretazione della dotazione delle basi di scambio in relazione alla CSC (% equivalenti sulla CSC)

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

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

5.4.3 AZIONI CORRETTIVE DA EFFETTUARE NEL CASO DI CRITICITÀ EMERSE

Se dalle analisi di base effettuate emergono delle criticità che possono compromettere la fertilità del suolo, è opportuno intervenire con una serie di azioni correttive volte a ristabilire la fertilità ottimale.

Una moderna gestione agronomica delle coltivazioni non può ignorare l'importanza di ammendanti e correttivi.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.5 CRONOPROGRAMMA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

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

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

Tabella 23. Cronoprogramma attività di monitoraggio

6. CONCLUSIONI

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

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

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

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

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

Una valutazione più accurata di tali effetti fa evidenziare che la semina di essenze foraggere, 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.

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. Attraverso la scelta delle colture proposte, la tecnica colturale e irrigua, l'integrazione dei sistemi di monitoraggio, nel complesso si avrà un considerevole risparmio idrico;
4. La resa economica dell'implementazione agricola è migliorativa rispetto alla situazione quo-ante;
5. La organizzazione spaziale dell'impianto è tale che sono soddisfatti i requisiti per la definizione di "agrivoltaico Avanzato" ai sensi delle Linee Guida del Ministero della Transizione ecologica";
6. L'intervento agrivoltaico di progetto è anche un significativo sostegno alla ricostruzione e conservazione delle biodiversità.