



RAIMONDI E DI STASIO
Studio Professionale
tecnico e agronomico

1

RELAZIONE AGRONOMICA

Relativa alla realizzazione di un impianto Agro-fotovoltaico in Rotello (CB)

Il Committente

Soc Coop. Studio MASC

Il Tecnico

Dott. Agr. Emilio Di Stasio





Sommario

1. Incarico.....	4
2. Premessa: il sistema agrivoltaico	5
2.1 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici	5
3. DESCRIZIONE DEL SITO	8
3.1 Ubicazione dell'impianto	8
3.2 Inquadramento del territorio	12
3.3 Caratteristiche climatiche.....	13
3.4 Stato dei luoghi.....	16
4 PROGETTO.....	16
4.1 Caratteristiche dell'impianto	17
4.2 Fascia perimetrale di mitigazione.....	22
4.2.1 Ombreggiamento.....	23
4.3 Quadro agricolo in Molise	24
4.4 Agricoltura nel territorio di Rotello	26
5 COLTURA DA ADOTTARE: orzo e seminativi in rotazione.....	28
5.1 Utilizzazione.....	29
5.2 Aspetti economici e diffusione.....	30
5.3 Previsioni di semina e redditività	31
5.4 Tecniche colturali	33
5.5 Orzo distico da birra.....	36
6. Verifica requisiti degli impianti agrivoltaici previsti dal quadro normativo attuale.....	38
6.1 Verifica requisito A.....	38
6.2 Verifica requisito B	39



RAIMONDI E DI STASIO

Studio Professionale
tecnico e agronomico

6.3 Verifica requisito C.....	43
6.4 Verifica requisito D.....	43
6.5 Verifica requisito E.....	50
7. Conclusioni.....	53

1.

3





INCARICO

Il sottoscritto Dott. Agr. Emilio Di Stasio, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Napoli con il numero 1081, in data 14/06/2023 ha ricevuto l'incarico dallo soc. coop. Studio Mask nella persona dell'Arch. Adriano Spada, di redigere la seguente perizia allo scopo di effettuare:

- in relazione all'elaborato tecnico-progettuale per la progettazione di un impianto agrovoltaiico in agro di Rotello, una valutazione agronomica in linea con le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici e prodotto nell'ambito del gruppo di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA composto da:

CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria;
GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.;
ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile;
RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A.;

Allo scopo di assolvere all'incarico ricevuto, il sottoscritto redige la presente relazione Tecnico – Agronomica volta a verificare i requisiti di sostenibilità “agricola” di un progetto di coltivazione integrata ad un impianto agro-fotovoltaico e delle relative opere connesse, dopo aver provveduto ad eseguire tutti gli accertamenti del caso, accedendo ai luoghi ed eseguendo un rilievo fotografico che si allega al presente rapporto di perizia.

Al fine di eseguire l'incarico, verranno identificate le colture idonee da integrare alle strutture dell'impianto fotovoltaico e saranno valutati gli accorgimenti gestionali da adottare per le coltivazioni agricole, in conformità alle principali norme comunitarie e dei principali riferimenti normativi in ambito Nazionale e Regionale.

La realizzazione di un sistema agri-fotovoltaico persegue lo scopo di massimizzare la produzione di energia elettrica da fonte solare mantenendo il terreno disponibile per l'agricoltura ed altri usi annessi.

L'intervento oggetto della presente relazione consiste nella realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico, ubicato nel comune di Rotello (CB), che si estende su un'area con una superficie complessiva di 46,46 Ha ed ha una potenza di generazione di 27.185,6 kWp (Pdc), 25.280,0 kW (Pac nominale).





2. PREMESSA: IL SISTEMA AGRIVOLTAICO

Come definito dalle *Linee guida in materia di impianti agrivoltaici* del Ministero della Transizione Ecologica – Dipartimento per l’Energia, in applicazione delle definizioni di cui all' art. 2 del decreto legislativo n.199 del 2021, l’impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico) è un “*impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione*”.

Si genera, dunque, un sistema che integra le due attività produttive, sia quella agricola che quella elettrica, con lo scopo di valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, garantendo comunque la continuità delle attività agricole proprie dell'area.

Per tal motivo, le linee guida definiscono dei parametri e requisiti mirati a conseguire l’ottimizzazione delle prestazioni dell’intero sistema agrivoltaico.

2.1 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

I sistemi agrivoltaici devono rispettare i seguenti requisiti, al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono stati realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi:

- **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. Tale risultato si deve intendere raggiunto quando sono identificati i seguenti parametri:
 - **A.1) Superficie minima coltivata:** è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione 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. 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):

$$S_{agricola} \geq 0,7 Stot$$

- **A.2) Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR):** è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola:





LAOR ≤ 40%

- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercitato, 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. In particolare, dovrebbero essere verificate:
 - **B.1) La continuità dell'attività agricola e pastorale** sul terreno oggetto dell'intervento, comprovata da:
 - a) **L'esistenza e la resa della coltivazione:** è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di intervento. Tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA, confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione. In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.
 - b) **Il mantenimento dell'indirizzo produttivo:** ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, si può mantenere lo stesso indirizzo produttivo o, eventualmente, passare ad un nuovo indirizzo di valore economico più elevato, misurato in termini di valore di produzione standard, calcolato a livello complessivo aziendale.
 - **B.2) Producibilità elettrica minima:** la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (**FVagri** in GWh/ha/anno), paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (**FVstandard** in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al **60 %** di quest'ultima:





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

- **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. L'altezza di riferimento dei moduli da terra è:
 - 1,3 metri nel caso di attività zootecnica;
 - 2,1 metri nel caso di attività colturale.

- **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 e in particolare:
 - 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.

- **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.





3. DESCRIZIONE DEL SITO

3.1 Ubicazione dell'impianto

L'impianto agri-fotovoltaico, di cui in premessa, è proposto nel Comune di Rotello (CB), su terreni nella disponibilità della società Ceppeto Solar S.R.L. titolare di diritto di superficie in forza di accordo notarile.

Le aree su cui sarà sviluppato il progetto, per una superficie complessiva di 46,46 ettari, ricadono in **Zona E**, come riportato da Certificato di Destinazione Urbanistica e risultano così censite nel Nuovo Catasto Terreni del Comune di Rotello (CB):

Area Impianto Agrivoltaico

Riferimenti Catastali	
<i>Impianto Agrivoltaico "Ceppeto"</i> <i>COMUNE DI ROTELLO (CB)</i>	
Sottocampo1:	<u>Foglio</u> : 10, <u>Mappale</u> : 90, 91, 92
Sottocampo2:	<u>Foglio</u> : 11, <u>Mappale</u> : 45, 52,65, 62, 64
Sottocampo3:	<u>Foglio</u> : 3, <u>Mappale</u> : 9, 29, 31, 45, 46
Sottocampo4:	<u>Foglio</u> : 11, <u>Mappale</u> : 7
Sottocampo5:	<u>Foglio</u> : 11, <u>Mappale</u> : 7, 45, 55, 56, 64
Sottocampo6:	<u>Foglio</u> : 15, <u>Mappale</u> : 2, 78, 79, 86, 87
Sottocampo7:	<u>Foglio</u> : 15, <u>Mappale</u> : 41, 54





Percorso cavidotto

Riferimenti Catastali <i>Cavidotto 36 kV "Ceppeto"</i> <i>COMUNE DI ROTELLO (CB)</i>	
	<u>Foglio: 15, Mappale: 73, 92, 95</u>
	<u>Foglio: 16, Mappale: 49, 73, 186</u>
	<u>Foglio: 17, Mappale: 52, 53, 78, 79, 105, 106, 124, 125, 155, 211, 213</u>
	<u>Foglio: 29, Mappale: 75, 76, 77, 78, 79</u>
	<u>Foglio: 43, Mappale: 4</u>

Si riportano, di seguito, l'inquadramento territoriale dei corpi fondiari interessati dall'impianto:

- sito 1 (Figure 1 e 2) coordinate: 41°46'45.6"N 15°00'52.3"E
- Sito 2 (Figure 3 e 4) coordinate 41°46'50.3"N 15°03'25.6"E



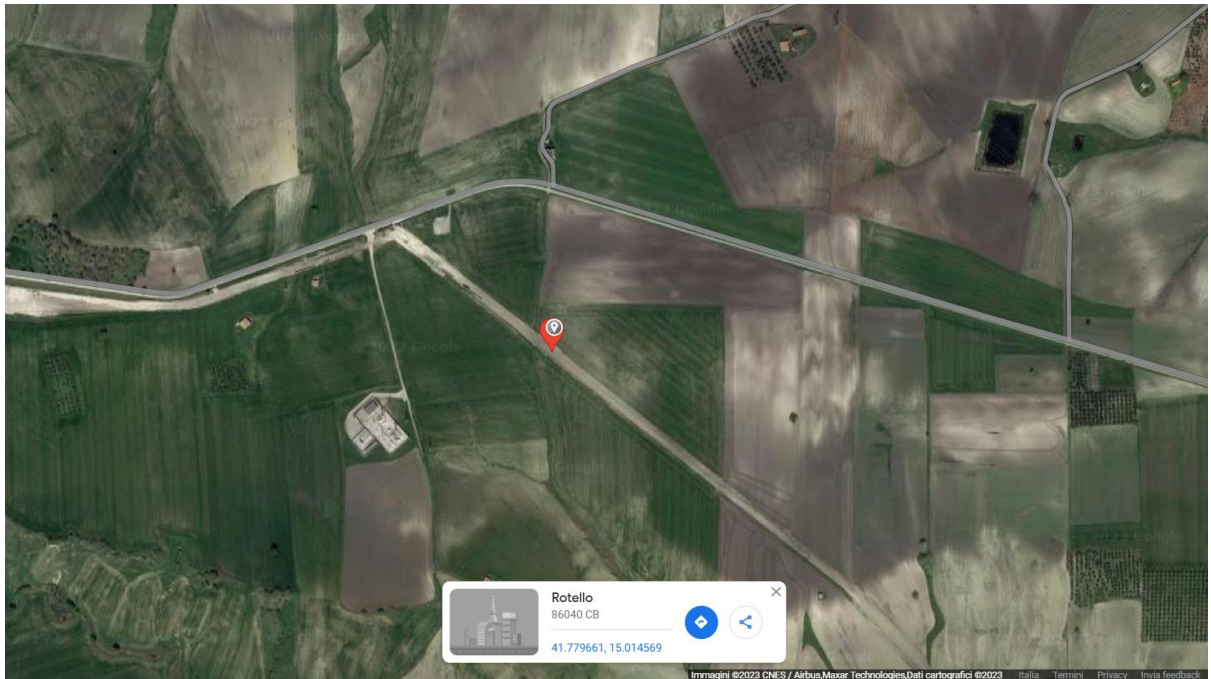


Figura 1: Sito 1, area foto della zona oggetto di intervento



Figura 2: sito 1 - layout dell'impianto da realizzarsi

Via Ferdinando Scala, 16 - 80030 San Paolo Bel Sito (NA)
tel.: 081 1991 4819 - 320 30 94 225
studioraimonodiedistasio@gmail.com



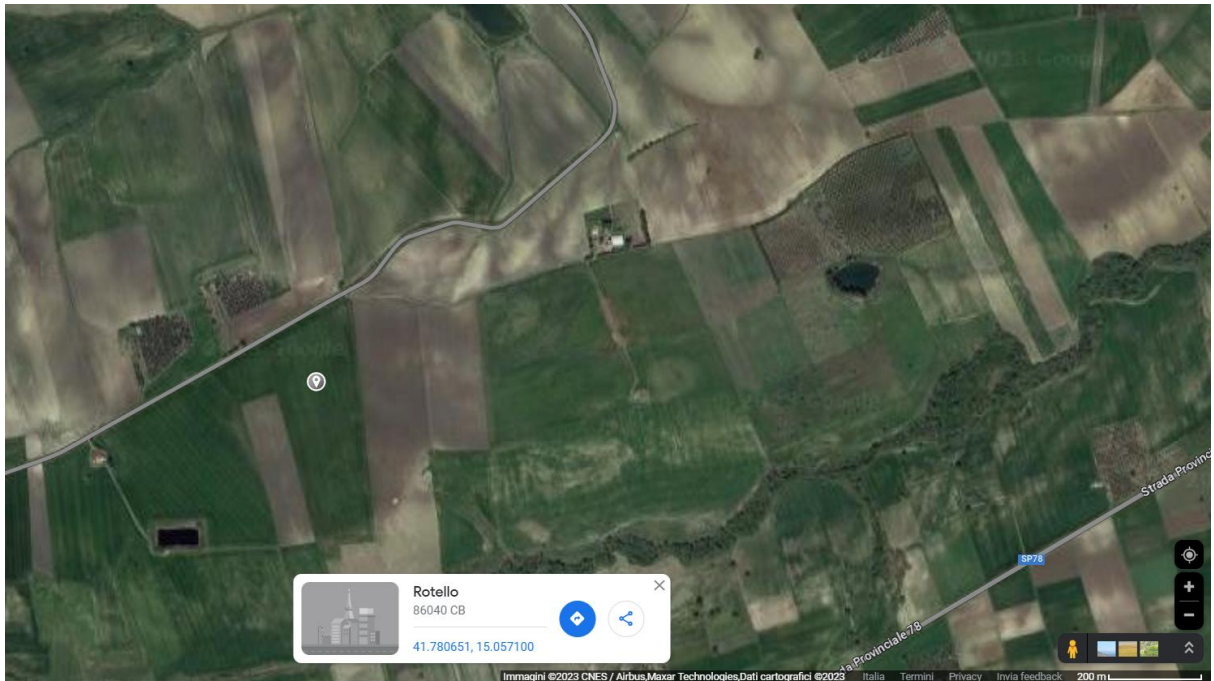


Figura 3: Sito 2, areo foto della zona oggetto di intervento



Figura 4: layout dell'impianto da realizzarsi

Via Ferdinando Scala, 16 - 80030 San Paolo Bel Sito (NA)
tel.: 081 1991 4819 - 320 30 94 225
studioraimonodiedistasio@gmail.com





3.2 Inquadramento del territorio

Entrambi i siti in oggetto non ricadono in aree ZPS e SIC, come si evince dalle figure 6 e 7. Tuttavia, si è ritenuto opportuno riportare le seguenti zone presenti nell'areale di riferimento (Figura 5) - fonte: Geo Portale Nazionale:

- Boschi tra Fiume Saccione e Torrente Tona (IT7222266) - 993 ha
- Torrente Tona (IT7222265) - 393 ha
- Lago di Guardialfiera - Foce fiume Biferno (IT7228230)- 28.724 ha
- Bosco Casale - Cerro del Ruccolo (IT7222250) - 866 ha



Figura 5: Territorio di Rotello e zone ZPS e SIC



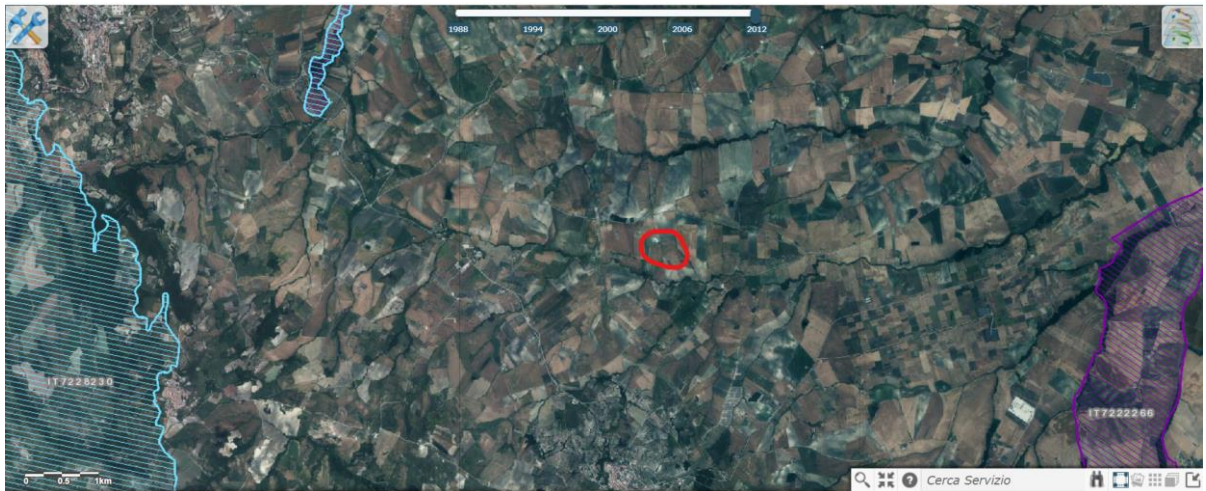


Figura 6: posizione del Sito 1, cerchiato in rosso, rispetto alle zone ZPS e SIC.

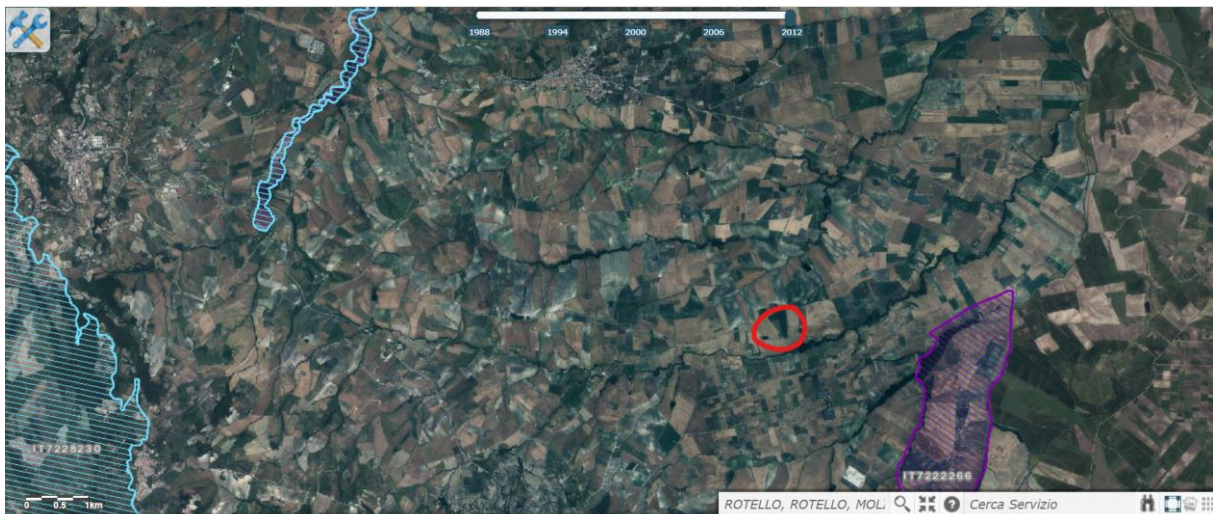


Figura 7: posizione del Sito 2, cerchiato in rosso, rispetto alle zone ZPS e SIC

3.3 Caratteristiche climatiche

Il Comune di Rotello (CB) ricade, secondo la classificazione di Köppen e Geiger, nelle zone con clima caldo - temperato. Di seguito, si riporta la tabella ed i grafici rispettivamente alla piovosità, temperatura e clima.



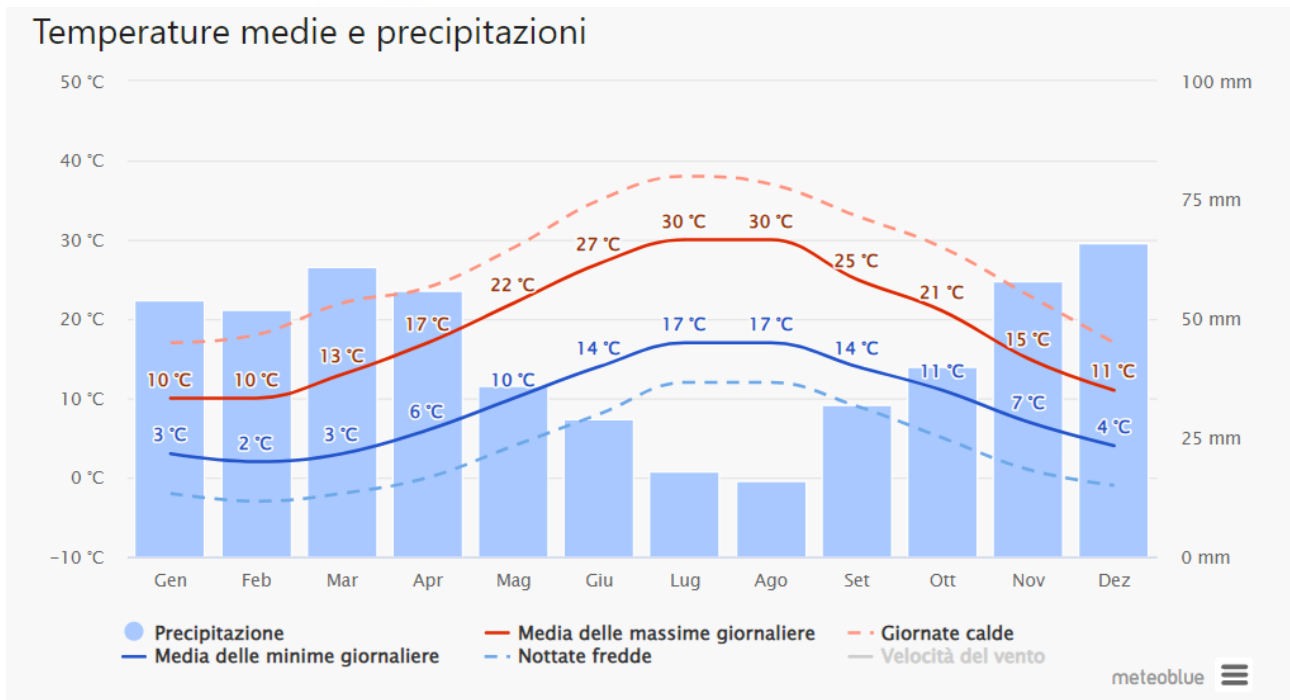


Figura 8: temperature medie e precipitazioni

In linea generale, il clima del Molise presenta caratteri di continentalità nell'interno, mentre è mite, tipicamente mediterraneo, in prossimità della costa. Le precipitazioni sono distribuite in prevalenza nei mesi invernali (quando, specie sui rilievi, assumono spesso carattere nevoso) e non sono in genere molto abbondanti: i totali annui non raggiungono i 1000 mm (600-700 nell'area subappenninica), con alcune eccezioni nelle zone più elevate (2000 mm sui monti del Matese). Le temperature, i cui minimi si abbassano con il crescere dell'altitudine, hanno un'escursione annua rilevante: Termoli, che pure è sul mare, passa da una media invernale di 8 °C a una estiva di 25 °C; Campobasso, a circa 700 m di quota, ha una media invernale di 4 °C e una estiva di 22 °C.

L'area di progetto ricade all'interno della zona climatica caratterizzata da un clima temperato-caldo e con stagione asciutta nel periodo estivo, in cui si superano i 22°C.

Dal sopralluogo effettuato, si è potuto constatare che le aree interessate dalla realizzazione del progetto sono occupate da superfici agricole, costituite prevalentemente da seminativi autunno-vernini, lungo i bordi delle quali si sviluppano formazioni prative ruderali, nitrofile e subnitrofile, tipiche dei campi abbandonati, degli incolti e dei bordi stradali.





In riferimento al rischio di incendio dedotto dall'analisi della Carta della Pericolosità per Comune, il Comune di Rotello rientra nella classe di pericolo 4 – “incendi frequenti, di superficie e diffusibilità medio alte”.

Le superfici direttamente interessate dalla realizzazione del progetto, pari a circa 47 ettari, non presentano caratteristiche vegetazionali di rilievo, infatti sono occupate per la quasi totalità da superfici agricole, come precedentemente citato.

Per quanto riguarda la vegetazione che si sviluppa a ridosso dell'area di intervento, in prossimità nel confine meridionale, si rimanda alla relazione floro faunistica redatta per la stessa area.

Il rilevamento pedologico, effettuato tramite osservazioni dirette, ha permesso di riscontrare una copertura di terreno di significativa potenza.

I suoli sono mediamente profondi, con potenza media di $0,8 \div 1,2$ m; la costituzione è prevalentemente sabbioso-argillosa e la colorazione è grigio-bruna, a luoghi tendente a toni più scuri in prossimità delle sponde del T. Tona.

La loro composizione è prevalentemente sabbiosa ($46 \div 56\%$), passante ad argillosa ($32 \div 42\%$) con poco limo ($12 \div 14\%$).



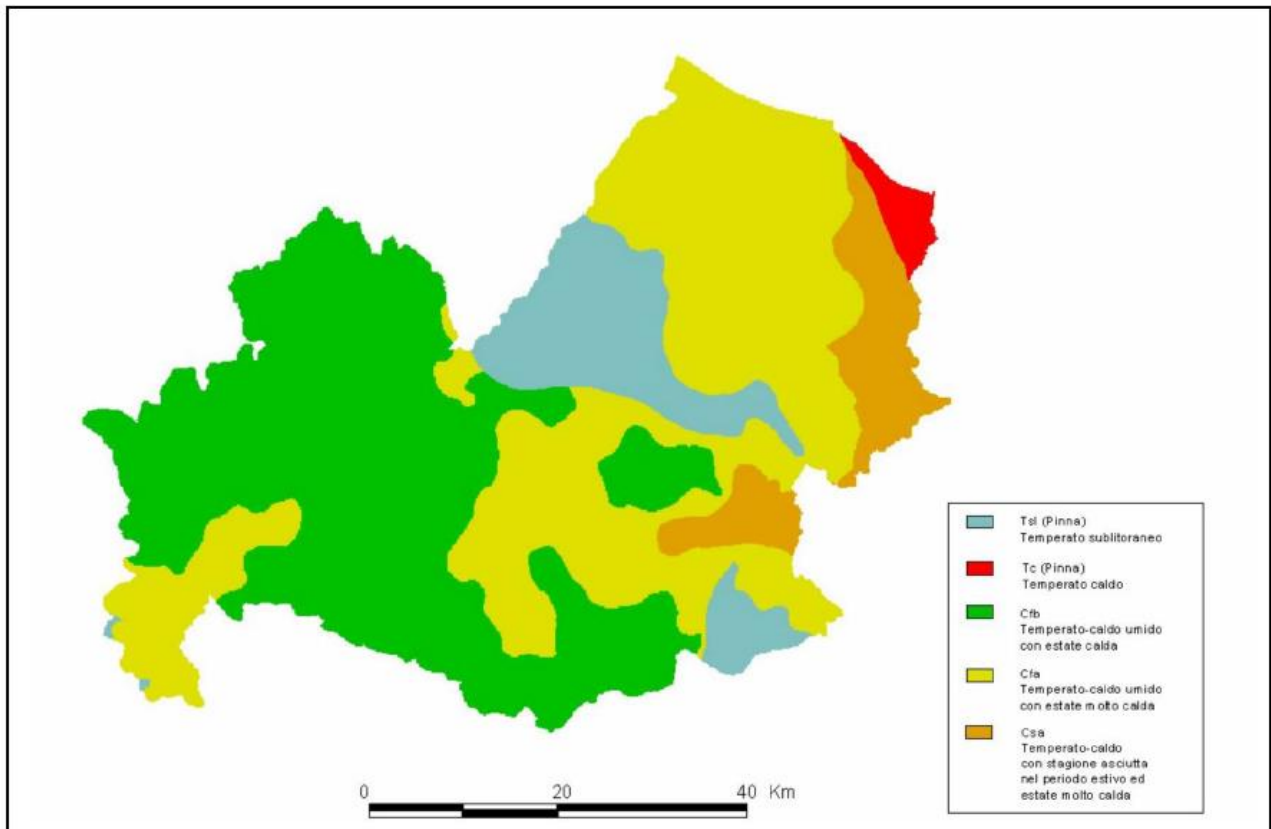


Figura 9: distribuzione delle classi climatiche in Molise (modificato da Aucelli et al., 2007)

3.4 Stato dei luoghi

L'appezzamento si presenta tendenzialmente pianeggiante o con dolci pendii, e usualmente destinato a seminativi in asciutta quali generalmente cereali autunno vernini.

4 PROGETTO

La Committente intende realizzare nel territorio del Comune di Rotello un impianto agrivoltaico di una potenza pari a 27,185 MWp con inseguitori monoassiali come da progetto allegato a cui si rimanda per tutte le caratteristiche tecniche. Le aree interessate dagli interventi sono descritte in dettaglio nella relazione tecnica dell'impianto.





4.4 Caratteristiche dell'impianto

Secondo le informazioni fornite dal richiedente, l'impianto in progetto, del tipo ad inseguimento monoassiale prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (Tracker, fig. 10), realizzate in materiale metallico, disposte in direzione Nord- Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro, con una distanza minima tra le file di 6,6 m, per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti.

I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole e sono esposti allo zenit e tilt di 0° sull'orizzontale, con angolo operativo di rotazione dei moduli di +/- 30°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a circa 3,15 m.

Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo, nelle ore centrali della giornata, risulta essere pari a 6,6 m.

Anche la parte posta sotto la proiezione a terra dei moduli, per tutta la lunghezza delle file, verrà destinata a coltivazione o espansione delle colture coltivate nell'interasse.

Lo spazio disponibile tra le strutture garantisce la possibilità del corretto passaggio di tutte le tipologie di macchine operatrici occorrenti ai fini delle coltivazioni o altre operazioni.





RAIMONDI E DI STASIO

Studio Professionale
tecnico e agronomico

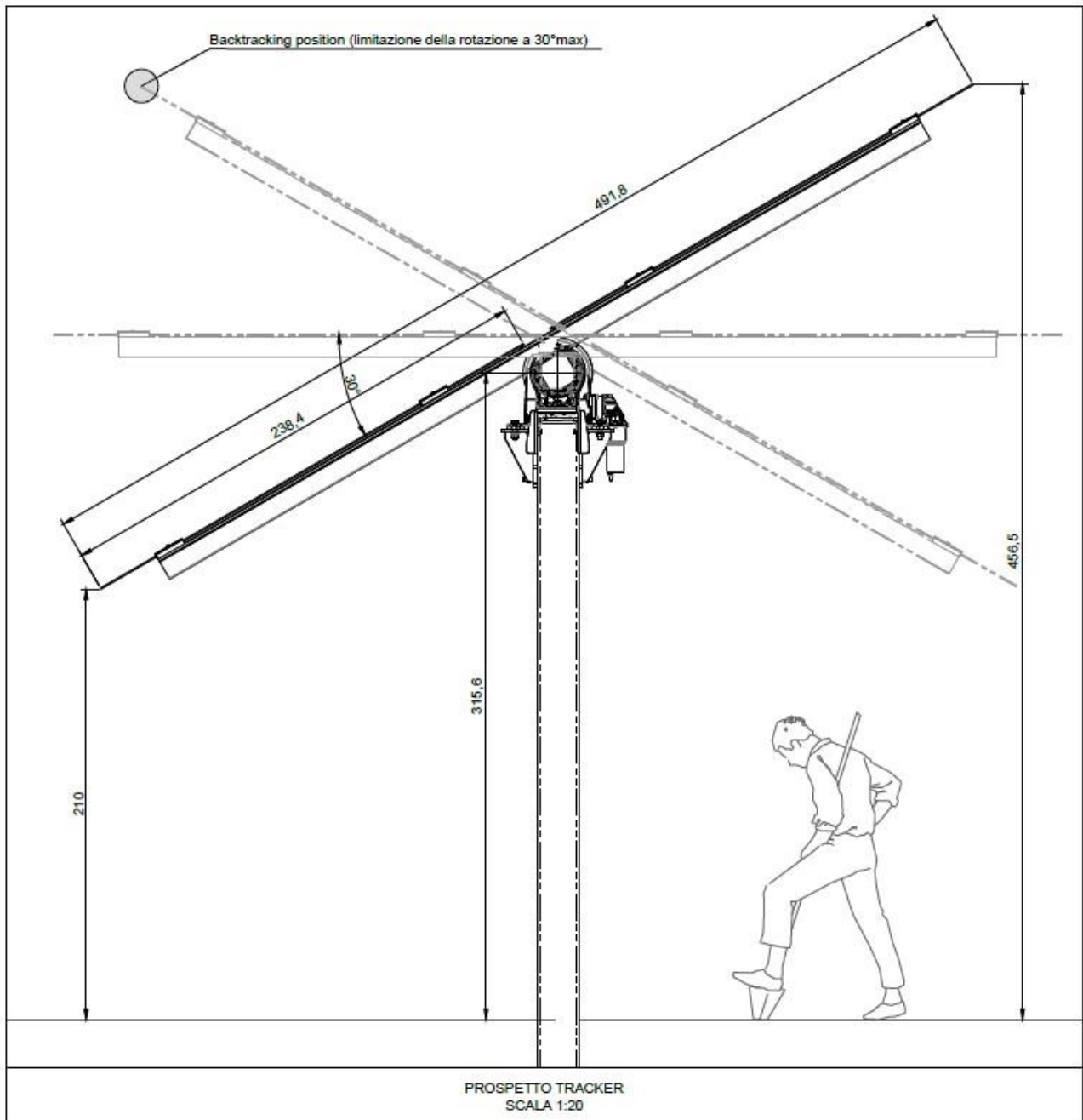


Figura 10: particolare struttura ad inseguimento monoassiale



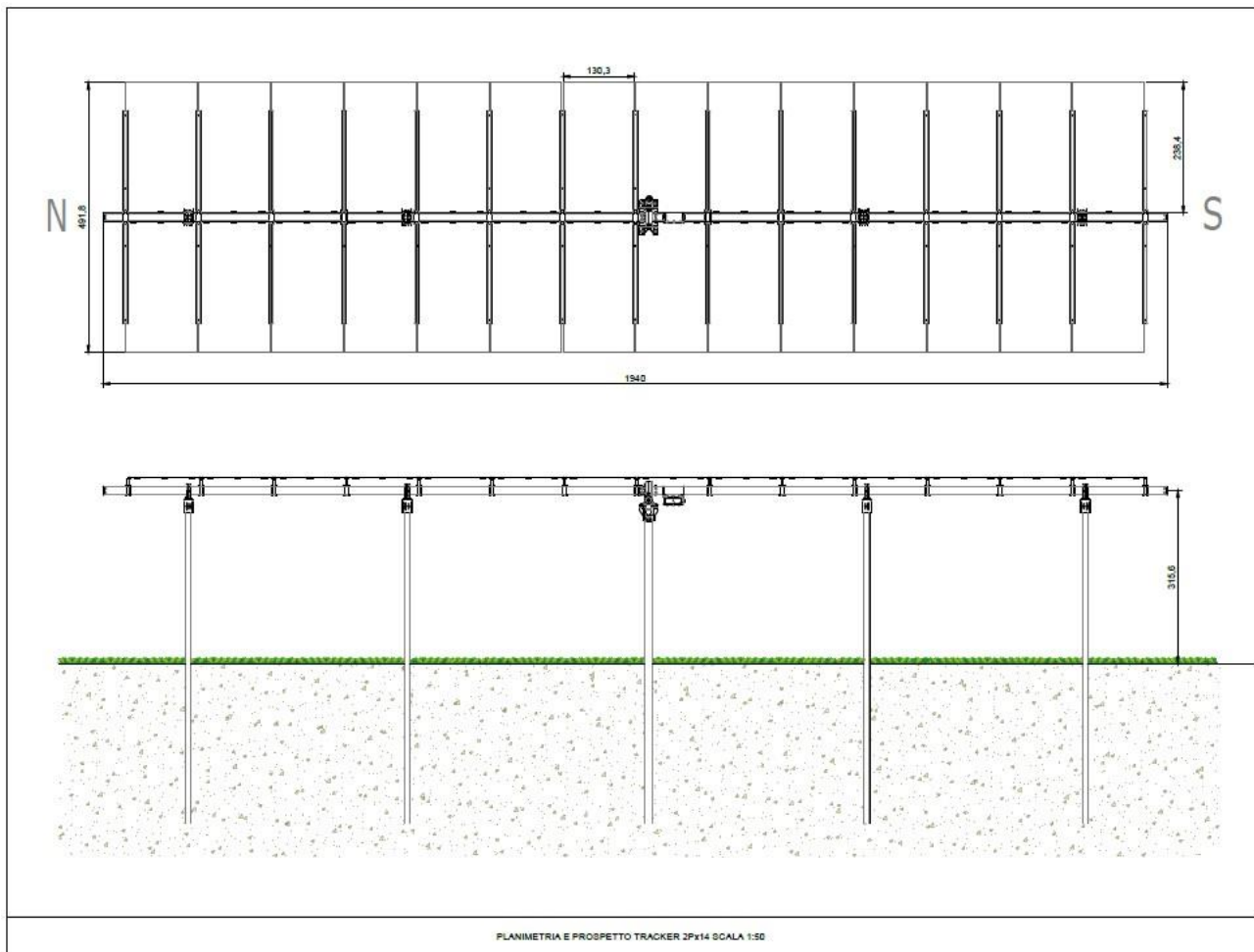


Figura 11: planimetria e prospetto Tracker

Principali caratteristiche tecniche dell'impianto oggetto di progettazione

Area tot. 46,46ha

Pdc 27.185,6 kWp

Pac nominale 25.280,0 kW

- n 1364 TRACKER 2pX14
- n 66 TRACKER 2px7
- n 39116 moduli FuturaSun 695Wp
- n 79 inverter Sungrow 350
- n 5 cabine di campo 3150 kVA





- n 3 cabine di campo 2500 kVA
- n 3 cabine di campo 2000 kVA
- n 2 cabine di campo 1600 kVA
- distanza interasse 11,5 m

Criteria agrofotovoltaico preliminare

$S_{tot} = 46,46 \text{ ha}$

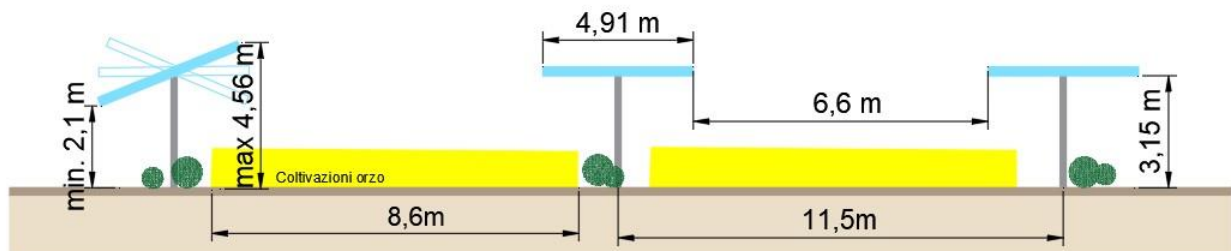
$S_{pv} = 12,71 \text{ ha}$

$LAOR = 27,3\% S_{tot}$

$S_{strade FV e Cabine} = 0,81 \text{ ha}$

$SAU = 32,94 \text{ ha} = 71\% S_{tot}$

Superficie ulteriore coltivabile sotto i tracker = 3,9 ha = SAU



Schema distanze configurazione 2P





IMPIANTO FV - CONFIGURAZIONE IMPIANTO													
Anello	Sottocampo	Tracker 2px14	Tracker 2px7	N° stringhe	N° moduli	Pdc [kWp]	Inverter		Configurazione cabine di campo		Potenza AC		Corrente d'impiego [A]
							N°	Configurazione inverter	Trasformatore [n°x kVA]	N° inverter/trafo	Nominale [kW]	Max [kW]	[A]
1	1	102	0	102	2856	1984,92	6	6x17 Stringhe	1X2500	6	1920,0	2112,0	146,8
	2	192	18	201	5628	3911,46	11	8x18 Stringhe 3x19 Stringhe	1X2500 1X2000	6 5	3520,0	3872,0	
	3	156	4	158	4424	3074,68	9	5x18 Stringhe 4x17 Stringhe	1x2000 1x1600	5 4	2880,0	3168,0	
2	4	85	10	90	2520	1751,40	5	3x18 Stringhe 1x19 Stringhe 1x17 Stringhe	1x2000	5	1600,0	1760,0	141,1
	5	344	16	352	9856	6849,92	20	12x18 Stringhe 8x17 Stringhe	1x3150	7	6400,0	7040,0	
									1x3150	7			
1x2500									6				
3	6	345	10	350	9800	6811,00	20	10x18 Stringhe	1x3150 kVA	8	6400,0	7040,0	158,1
								10x17 Stringhe	1x3150 kVA	8			
									1x1600 kVA	4			
	7	140	8	144	4032	2802,24	8	8x18 Stringhe	1x3150 kVA	8	2560,0	2816,0	
TOTALE		1364	66	1397	39116	27185,62	79		13		25280,00	27808,00	445,97

Figura 12: configurazione impianto

5 GESTIONE AGRONOMICA

La pratica della coltivazione per tutte le tipologie di colture, siano esse arboree, arbustive, erbacee od ortive, è sempre stata praticata con l'obiettivo di massimizzare la produzione sui terreni disponibili, indipendentemente dalla dimensione dei lotti.

5.1 Gestione del suolo

Il sito destinato all'installazione dell'impianto agrivoltaico, rappresenta un terreno già regolarmente coltivato, quindi non vi sarà la necessità di compiere rilevanti trasformazioni e/o sistemazioni idraulico-agrarie. La progettazione del sistema agrivoltaico non impedisce una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, con il vantaggio di avere una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori.

Come innanzi esposto, l'interasse tra i moduli è pari a 11,50 m, e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di 6,60 m, quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, – tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata, ad un massimo di circa 8,60 m, quando i moduli hanno un tilt pari a 30°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto (fig.13).



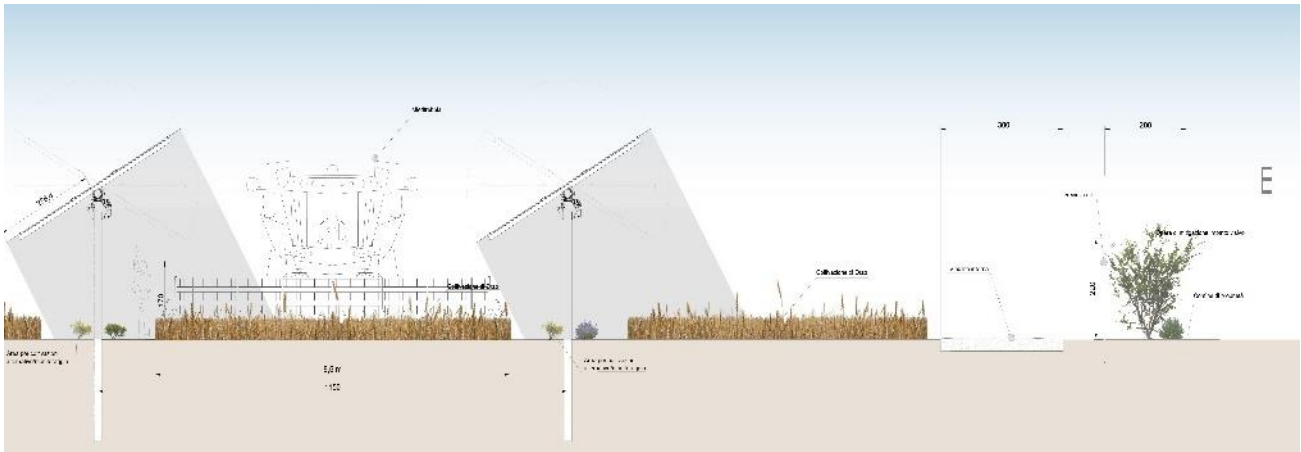


Figura 13: caratteristiche dimensionali dei tracker (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "tec_11")

Come appare dall'immagine precedente (Fig. 13), la dimensione delle interfile tra i tracker, previste da progetto, sono tali da consentire il passaggio delle macchine operatrici e dunque possono permettere la meccanizzazione delle lavorazioni del suolo.

Anche la presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non costituisce un ostacolo per le operazioni periodiche di lavorazione del terreno. Infatti, queste lavorazioni, non raggiungono in nessun caso la profondità a cui sono posizionati i cavi interrati, garantendo così un'adeguata separazione.

Infine, il progetto in esame prevede la realizzazione di spazi di manovra a fine corsa che variano dai 4 ai 10 mt.

4.2 Fascia perimetrale di mitigazione

Lungo il perimetro dell'area di impianto, è possibile realizzare un intervento di mitigazione dell'impatto paesaggistico tramite la messa a dimora di alberi e/o siepi con il compito di svolgere una duplice funzione: sia creare una fascia lineare produttiva e/o che funga da nuovo habitat per la fauna sia fungere da barriera visiva al fine di schermare l'intero impianto dalla strada o dagli appezzamenti circostanti.

Per dare continuità con il paesaggio si possono trapiantare piante autoctone o tipiche della zona su cui insiste l'impianto. Di seguito si riportano alcuni esempi:



- Tipologia specie arborea

Acer campestre

Cercis siliquastrum

Fraxinus ornus

Populus alba

Populus nigra

Quercus cerris

Quercus ilex

Ulmus minor

- Tipologia specie arbustiva

Cornus sanguinea

Erica arborea

Euonymus europaeus

Ligustrum vulgare

Mespilus germanica

Myrtus communis

Pistacia lentiscus

Rosa canina

Viburnum tinus

4.2.1 Ombreggiamento

L'esposizione al sole è fondamentale per favorire la crescita delle colture. La luce solare fornisce l'energia necessaria per la fotosintesi, il processo mediante il quale le piante convertono la luce solare in energia chimica per la crescita e lo sviluppo.

I mesi con il maggiore irraggiamento sono quelli che vanno da aprile ad agosto, mentre nel periodo autunno-inverno, le ore luce si riducono e i raggi solari incidono con un angolo più basso, diminuendo anche l'intensità e la durata della luce solare durante il giorno.

L'ombreggiamento delle colture, però, può offrire diversi vantaggi, tra cui:





1. Riduzione dell'evapotraspirazione: l'ombra creata dai moduli fotovoltaici può ridurre l'evaporazione dell'acqua dal suolo e la traspirazione delle piante. Ciò aiuta a conservare l'umidità nel terreno, riducendo la necessità di irrigazione e aumentando l'efficienza nell'uso dell'acqua.
2. Protezione dal calore eccessivo: durante le giornate estive particolarmente calde, l'ombreggiamento può offrire una protezione alle colture dall'eccessivo riscaldamento. Ciò può prevenire danni da stress termico alle piante e migliorare la loro salute complessiva.
3. Riduzione dell'escursione termica: gli impianti fotovoltaici, grazie alla loro capacità di dissipare il calore, possono contribuire a ridurre l'escursione termica del suolo circostante. Questo può favorire un ambiente più stabile per le colture, consentendo una crescita più uniforme e riducendo il rischio di danni da sbalzi di temperatura.
4. Protezione dai raggi UV: l'ombreggiamento fornito dai moduli fotovoltaici può ridurre l'esposizione delle colture ai dannosi raggi ultravioletti del sole. Ciò può aiutare a prevenire danni da insolazione e scottature sulle foglie e sui frutti delle piante.
5. Riduzione della competizione per la luce solare: sebbene l'ombreggiamento possa ridurre l'intensità della luce solare che raggiunge le colture, può anche limitare la crescita di erbe infestanti o di altre piante indesiderate. Ciò riduce la competizione per la luce solare, i nutrienti e l'acqua, consentendo alle colture desiderate di prosperare meglio.

È importante considerare attentamente l'ombreggiamento nelle pratiche agricole e, dunque, adattare le colture in base alle condizioni specifiche per massimizzare i benefici e minimizzare gli eventuali svantaggi. Pertanto, è opportuno selezionare colture che svolgono il loro ciclo produttivo nel periodo che va tra la primavera e l'estate.

4.3 Quadro agricolo in Molise

Il Molise è una regione con una elevata presenza di attività agricole la cui superficie agraria totale (SAT) supera il 60% della superficie dell'intero territorio regionale.

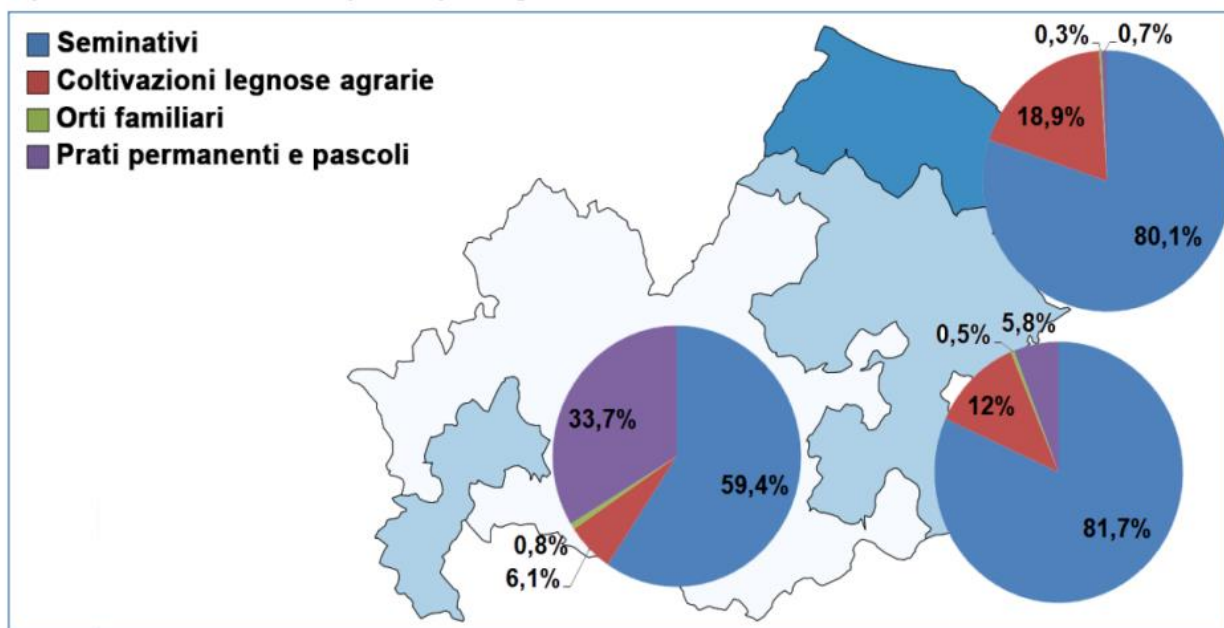
La quasi totalità delle aziende è a conduzione diretta e, nella maggioranza dei casi, si fa ricorso a manodopera familiare. Le dimensioni aziendali medie, in termini di superficie agraria utilizzabile (SAU), non sono in assoluto molto ridotte (6,3 ettari); tuttavia, gli svantaggi naturali diffusamente



presenti fanno sì che la produttività media dei fondi sia spesso bassa e che, quindi, le caratteristiche di positività legate alle dimensioni medie aziendali ne risultino sostanzialmente compromesse.

La quota maggiore della SAU è destinata a seminativi (55% il dato nazionale) nel cui ambito un posto di rilievo viene occupato dalla coltivazione dei cereali, seguito da prati e pascoli, mentre il 10% della SAU è destinato a coltivazioni permanenti (olivo, vite e fruttiferi). Nella fascia costiera è diffusa la produzione del pomodoro da industria, unitamente ad altre colture irrigue di maggiore pregio.

Il comparto zootecnico molisano è caratterizzato da una rilevante diffusione nelle aziende agricole degli allevamenti con una quota importante dedicata agli allevamenti avicoli. Notevolmente diffuso risulta anche l'allevamento suino (più di 10'000 aziende), mentre il comparto bovino ed ovino interessa un numero minore di aziende. Analizzando il numero medio di capi per azienda si può constatare che, mentre nel settore bovino ed avicolo la dimensione media della "mandria aziendale" può essere ritenuta sufficiente per una gestione di tipo produttivistico, nei restanti comparti il numero dei capi risulta essere molto più modesto, espressione di un sistema di allevamento essenzialmente di tipo familiare.



Fonte: Il contesto regionale del Molise, Università del Molise - INEA, 2014

Figura 14: quadro agricolo regionale





	Molise (ettari)	%	CB (ettari)	IS (ettari)	% SUD	% Italia
Cereali per la produzione di granella	78.187	39,6	72.873	5.314	22,4	28,2
Piante industriali	8.194	4,1	8.189	6	0,5	2,7
Ortive	3.123	1,6	3.060	63	2,7	2,3
Foraggere avvicendate	33.054	16,7	26.990	6.063	12,6	14,9
Terreni a riposo	14.427	7,3	13.509	918	5,5	4,3
Vite	5.177	2,6	4.738	440	5,2	5,2
Olivo per olive da tavola e da olio	15.044	7,6	12.076	2.968	14,7	8,7
Prati permanenti e pascoli	31.888	16,1	10.008	21.880	28,7	26,7
Totale SAU	197.517	100,0	159.106	38.411	100,0	100,0

Fonte: Il contesto regionale del Molise, Università del Molise - INEA, 2014

Tab 2: superfici per coltura

Riguardo al ricambio generazionale in agricoltura, recentemente il Molise, ha disposto la riprogrammazione di 6,5 milioni di euro sul pacchetto integrato giovani del Psr 2014-2022 e ha lanciato di recente i bandi delle misure a superficie e capo del nuovo Csr 2023-2027, annualità 2023, forti di 10,6 milioni di euro.

L'Assessorato all'Agricoltura della Regione Molise rende noto che è stato pubblicato il bando denominato "Pacchetto Giovani", in cui vengono definiti i criteri e le procedure di attuazione delle due sottomisure del Psr 2014-2022: 6.1 "Aiuti all'avviamento di attività imprenditoriali per i giovani agricoltori" e 4.1 "Sostegno agli investimenti alle aziende agricole", secondo una logica di progettazione integrata. Nello specifico, l'intervento intende promuovere il ricambio generazionale, favorendo il primo insediamento in agricoltura di giovani imprenditori, attraverso la corresponsione di un premio, e incentivando la costituzione e lo sviluppo di imprese competitive, rispettose dell'ambiente e integrate nel territorio rurale. Il termine per la presentazione delle domande di sostegno è fissato per il 14 luglio 2023.

4.4 Agricoltura nel territorio di Rotello

L'areale in oggetto è coltivato prevalentemente a seminativi ed olivo. Le colture principalmente adottate sono grano duro, con produzioni che oscillano tra i 45-50 q.li/ha, orzo le cui rese si attestano intorno ai 60 q.li/ha, leguminose ed erbai da foraggio. Di pregio è l'olivicoltura con la





coltivazione di specie autoctone come la Rosciola di Rotello e la Gentile di Larino. Le aziende agricole del territorio, risultano mediamente meccanizzate e ben connesse con i distributori di mezzi tecnici per l'agricoltura (fitofarmaci, fertilizzanti, ricambi per macchine agricole, attrezzi ecc.). La coltivazione dei cereali è eseguita in maniera professionale, su superfici collinari e con l'ausilio macchine specifiche per le diverse operazioni di campagna. Viene eseguita nella maggior parte dei casi la rotazione colturale, pratica che previene l'erosione del suolo, migliora la struttura del terreno, aumenta la quantità di sostanze nutritive presenti al suo interno, promuove la biodiversità e riduce la popolazione di erbe infestanti e parassiti.

Gli agricoltori del territorio sono piuttosto predisposti alle innovazioni e all'assistenza tecnica aziendale, nella visione di una diversificazione del piano colturale con benefici sia sulle caratteristiche dei loro fondi, sia sul tornaconto economico aziendale.

I dati disponibili in letteratura riportano che nel 2010 nell'area erano coltivati circa 229 ettari di olivo. Si registra una diminuzione delle aziende olivicole rispetto al 2000, e con eccessiva polverizzazione, essendo la dimensione media aziendale pari a 0,7 ettari nel 2010

Condizione strutturale questa che caratterizza l'intera olivicoltura molisana. Ciò suggerisce l'assoluta necessità di aggregazione in questo settore, che in parte è avvenuto attraverso la nascita di cooperative già a partire dagli anni '70 e più recentemente con le Organizzazioni di Produttori. trasformazione e commercializzazione (frantoi e opifici oleari) presenti nell'area con un elevato grado di specializzazione. Non si contano industrie olearie di grandi dimensioni. Ad ogni modo si è proceduto a definire la tipizzazione del germoplasma di alcune cultivar autoctone: Gentile di Larino, la Cellina e la Rosciola di Rotello, l'oliva nera di Colletorto. Sono state inoltre ammodernate le tecniche di conduzione degli oliveti con innovativi sistemi di potatura, le tecniche di raccolta delle olive con sistemi meccanici di abbacchiatura, i sistemi di estrazione dell'olio (la quasi totalità degli obsoleti frantoi tradizionali sono stati sostituiti da moderni impianti di estrazione con ciclo continuo).

Infine è stata riconosciuta la DOP "Molise" che identifica la tipicità di prodotto per l'olio della zona e, su un altro piano, è stato notevolmente incrementato lo standard qualitativo di prodotto e di processo della trasformazione delle olive in olio, attraverso l'adesione al metodo di coltivazione biologico e alla produzione della DOP Molise.



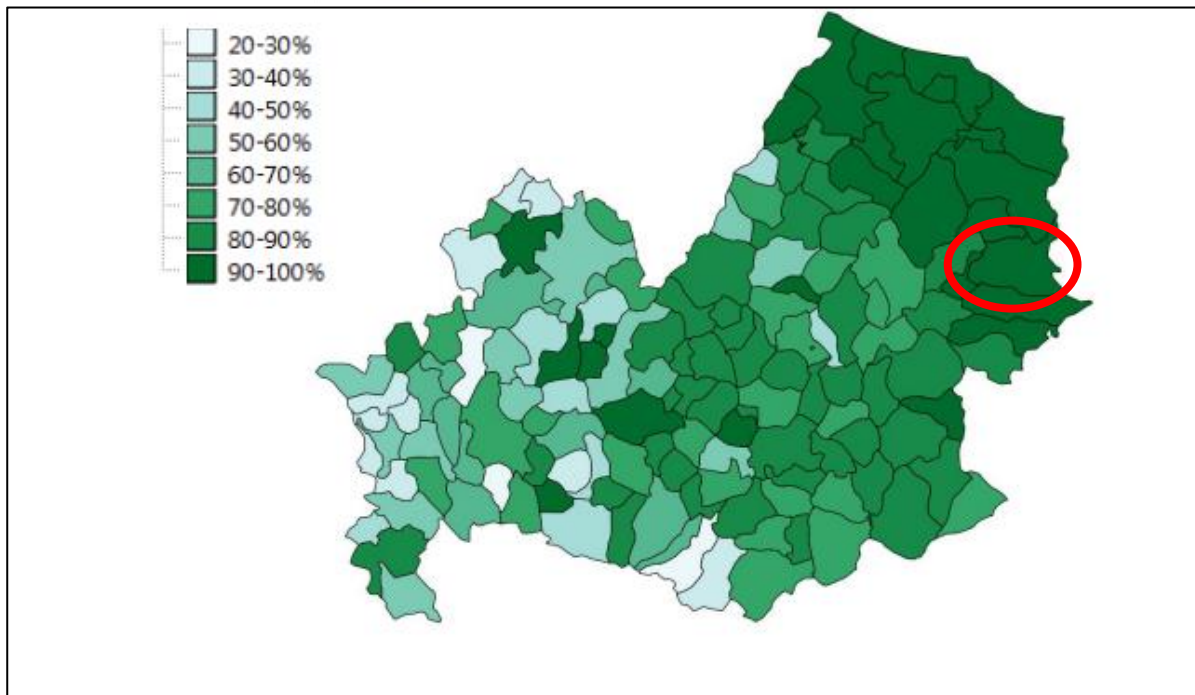


Figura 15: incidenza della SAU e della SAT a livello comunale

5 COLTURA DA ADOTTARE: ORZO E SEMINATIVI IN ROTAZIONE

L'orzo è una pianta conosciuta dall'uomo fin da epoche remotissime: era già coltivato in Medio Oriente nel VII millennio a.C. e da qui si è diffuso in tutto il mondo. Le numerose forme di orzo coltivate appartengono alla specie *Hordeum vulgare* e vengono distinte in base al numero di file di granelli della spiga.

L'infiorescenza dell'orzo è una spiga il cui rachide è costituito da 20-30 articoli su ognuno dei quali, in posizione alterna, sono portate tre spighette uniflore, una mediana e due laterali. Se solo la spighetta centrale di ogni nodo del rachide è fertile e le due laterali sono sterili, la spiga porta due soli ranghi e ha una forma fortemente appiattita: sono questi gli orzi distici. Se invece le tre spighette presenti su ogni nodo del rachide sono tutte fertili, si hanno gli orzi polistici (o esastici) a sei file.

Come il frumento, anche l'orzo è strettamente autogamo. Carattere distintivo importante per il riconoscimento in erba è che le foglie hanno auricole glabre e sviluppatissime, tanto da abbracciare lo stelo fino a sovrapporsi l'una all'altra.

Le glume, presenti in tre paia su ogni nodo del rachide, sono piccole e lesiniformi. Le glumelle sono molto sviluppate e aderiscono strettamente alla cariosside che quindi è vestita; forme nude





esistono, ma sono poco diffuse e trovano impiego come surrogato del caffè. Le glumelle inferiori terminano quasi sempre con una resta lunghissima e robusta. Le spighe d'orzo a maturità in certe cultivar hanno portamento pendulo, in certe eretto.



5.2 Utilizzazione

La granella d'orzo ha tre possibili impieghi:

- Zootecnico: Insieme al mais è il cereale più utilizzato per la produzione di mangimi per mono gastrici e ruminanti. L'orzo a destinazione zootecnica deve avere un buon contenuto proteico, un'elevata presenza di amminoacidi essenziali e un alto peso ettolitrico.
- Produzione di malto: Le caratteristiche tecnologiche dell'orzo destinato alla produzione della birra sono la buona germinabilità, l'elevato peso medio delle cariossidi, l'elevata attività enzimatica, il basso tenore di pigmenti (antociani) e il basso contenuto di proteine che possono causare fenomeni di intorbidamento.

Per questa destinazione ben si prestano le varietà distiche.

- Alimentazione umana: Come surrogato del caffè o per la produzione di minestre.



L'orzo zootecnico è utilizzato insieme con il mais e altri cereali, per la preparazione di mangimi concentrati per gli animali domestici, sfarinato tal quale o fioccato o decorticato. Si ricorda che 1 kg di granella d'orzo fu assunto come Unità Foraggera standard.

L'utilizzazione per malto comporta i seguenti passaggi:

- pulitura e calibrazione - (scartando i chicchi con spessore inferiore a 2,2 mm);
- imbibizione – (“steeping”) per immersione in acqua (con ripetuti ricambi di questa) fino a fare raggiungere alla granella un'umidità sufficiente alla germinazione (dal 41 al 44% secondo il tipo di malto desiderato);
- germinazione – a 13-17 °C per 5-7 giorni durante i quali l'amido si idrolizza, le radichette vengono emesse e la piumetta si allunga sul dorso del granello all'interno delle glumelle fino a raggiungere l'estremità opposta a quella embrionale.
- Essiccazione – (“kilning”) per avere un prodotto secco (meno del 7% d'acqua), serbevole e friabile, e leggerissima “tostatura” per modificare l'attività enzimatica e il sapore; la temperatura può variare da 30° a 105 °C secondo il tipo di malto desiderato e la durata dell'essiccazione può, a seconda della temperatura, durare da 18 ore a 4 giorni;
- Separazione dai chicchi delle radichette che vanno a costituire le radichette o germi di malto ad uso zootecnico.

Da 100 kg di orzo si ricavano da 76 a 80 kg di malto secco e 4-6 kg di radichette. Con 14-16 kg di malto si producono 100 litri di birra.

5.3 Aspetti economici e diffusione

L'orzo è una specie rustica, con modeste esigenze. Tollera meglio del frumento le alte temperature e, anche per merito del suo ciclo più breve (di circa 15 giorni), la carenza di acqua.

L'orzo in Italia è una coltura di ottimo rendimento, con punte di produzione che superano le 9 tonnellate per ettaro di granella nelle aree a maggior vocazione colturale, ovvero quelle dell'Italia centrale. Attualmente in Italia vengono coltivati circa 270mila ettari complessivi. Tendenzialmente sono però le regioni centrali quelle che permettono rese più elevate di granella. Se nelle aree





settentrionali si raccoglie un range di 7-7,5 tonnellate, al centro il dato superiore sale sopra 9, mentre al Sud il dato inferiore può scendere intorno alle 6,5 tonnellate per ettaro. Una forbice produttiva che risulta in linea con quella di altri cereali a paglia, influenzati anch'essi da temperature, pluviometria e fertilità dei suoli. Diversi gli usi che dell'orzo possono essere fatti: si spazia da quelli alimentari umani a quelli industriali, per esempio per la produzione di birra e whisky grazie al malto fornito da specifiche varietà atte allo scopo. Non meno importante l'uso dell'orzo come foraggera autunno-vernina. Grazie a particolari orzi ibridi di recente introduzione sul mercato, per esempio, è possibile seminare orzo a ottobre e raccoglierlo a maturazione lattea entro metà maggio, permettendo quindi una semina diretta di colture in secondo raccolto, come mais o soia. L'azienda zootecnica potrà quindi utilizzare l'orzo come insilato a completamento del mix alimentare delle mandrie, anche perché nelle migliori condizioni si ottengono raccolti di oltre cento tonnellate per ettaro di materiale verde. Numeri decisamente alti rispetto a ciò che raccoglievano gli agricoltori del passato.

Attualmente, il mercato dei cereali, oltre a non essere sotto il controllo del produttore, è poco prevedibile e soggetto a forte volatilità delle quotazioni. Per questo è essenziale che gli imprenditori agricoli stabilizzino la propria situazione e il primo passo è la ricerca di canali commerciali, attraverso contratti, che consentono di stabilizzare le quotazioni di mercato e di stabilire un rapporto commerciale a lungo termine con l'acquirente.

Parallelamente è necessario aumentare anche le quantità di prodotto realizzato, così da rispettare gli standard commerciali e la resa a ettaro.

Per soddisfare tali requisiti è necessario adottare un preciso piano colturale, utilizzando sementi in grado di garantire uno sviluppo ottimale della coltura e seguire un protocollo agronomico particolarmente scrupoloso, mettendo a disposizione delle piante tutti i fattori nutritivi necessari e cercando di evitare l'insorgere di problematiche fitosanitarie.

5.4 Previsioni di semina e redditività

La crisi post-pandemica sembra non avere avuto un impatto significativo sulle superfici coltivate: per l'annata 2021 conclusa, l'86,4% delle aziende agricole dichiara che la superficie agricola utilizzata è rimasta invariata, mentre per il 4,8% è cresciuta.





L'incidenza percentuale dei seminativi sulla superficie agricola utilizzata passa dal 52,6% nel 2020 al 51,8% nel 2021.

Dai dati più aggiornati in letteratura, nel 2022 non si sono manifestate grandi variazioni per le superfici investite a frumento tenero (+0,5 punti percentuali) e frumento duro (-1,4 punti percentuali), in aumento invece i terreni investiti alla coltivazione dell'orzo (+8,6 punti percentuali), in diminuzione quelli utilizzati a mais (-4,8 punti percentuali).

Secondo le previsioni di semina Istat, l'orzo è dato in recupero +8,6%. In particolare, nel Nord Est era previsto un incremento del 19,5% per la quota delle superfici a orzo, che passa dal 7,2% all'8,6%. Tale previsione - secondo Istat - è presumibilmente legata alla notizia, diffusa dai media a partire dal luglio 2021, dell'apertura nel 2023 della più grande malteria d'Italia in Polesine che sarà in grado di soddisfare, attraverso la propria produzione, gran parte del fabbisogno nazionale di malto.

Ricavi		Concia	
Resa (t/ha)	6,0	Maggiore costo semente conciata	11,7
Prezzo (euro/t)	191,9	Trattamenti fitosanitari	
Ricavi totali (euro/ha)	1.151,1	Acquisto prodotti	40,5
Costi (euro/ha)		Distribuzione	45,0
Ripuntatura	105,0	Diserbo	
Estirpatura	55,0	Acquisto diserbante	18,0
Erpicatura	65,0	Distribuzione	45,0
Concimazione di fondo		Concimazione di copertura	
Acquisto concime	125,0	Acquisto concime	54,0
Distribuzione	35,0	Distribuzione	35,0
Semina		Raccolta	132,0
Acquisto seme	78,3	Trasporto al centro di raccolta	36,0
Distribuzione	55,0	Costi totali	935,5
		Reddito lordo (euro/ha)	215,6

(¹) Considerando una coltura in collina asciutta del Centro Italia nel 2018-2019.
Fonte: elaborazioni degli autori su prezari dei conto terzisti e su listini dei rivenditori.

Dal conto colturale dell'orzo si nota che l'incidenza dei costi per la concia delle sementi è marginale rispetto a tutti i costi che è necessario sostenere per portare a compimento il processo produttivo.

Tabella 3: conto colturale dell'orzo - Fonte: <https://www.informatoreagrario.it/news/concia-del-seme-orzo-scelta-reddito/>





5.5 Tecniche colturali

La tecnica colturale dell'orzo è molto simile a quella del frumento, anche perché le nuove varietà d'orzo hanno raggiunto un potenziale di produzione non molto inferiore. Una corretta tecnica colturale prevede una serie di accorgimenti quali:

- Lavorazioni del terreno. Bisogna tenere presente che l'orzo ha un apparato radicale più sviluppato rispetto al grano. Non si devono effettuare lavorazioni con terreno fuori tempera (eccesso di umidità e di siccità) in quanto, in entrambi i casi, aumentano i costi colturali e l'energia impiegata durante le operazioni. In genere sono da privilegiare i metodi di lavorazione conservativi che consentono significativi risparmi economici. La minima lavorazione (ripuntatura, erpicatura) o la non lavorazione sono consigliate dove l'orzo è in rotazione con dicotiledoni (colture a foglie larghe).

Lavorazione	Centro - Sud Italia	
	precessione a mais, sorgo e cereali autunno vernini	precessione a favino, girasole, colza, pomodoro, colture foraggere, barbabietola da zucchero
Aratura profonda (40 - 45 cm)	-	-
Aratura superficiale (30 cm)	++	+
Combinato / minima lavorazione (20 - 30 cm)	+	+++
Semina su sodo	-	++

Legenda: +++ raccomandata; ++ consigliata; + possibile; - sconsigliata

Tabella 4: lavorazioni - FONTE: https://www.horta-srl.it/sito/wp-content/uploads/2018/05/Decalogo_ORZOBIRRA.net_Agroalimentare-Sud.pdf





- **Avvicendamento.** L'orzo è una specie appartenete alla categoria delle sfruttanti, in un programma di rotazione deve seguire a una miglioratrice o rinnovo. È sconsigliato il ristoppio.
- **Semina.** In Italia la maggior parte dell'orzo è coltivato in semine autunnali. L'epoca ottimale supera di poco quella del frumento. Le dosi di semina più frequenti sono 180-200 kg/ha per ottenere 400/500 piante/m², che daranno origine in seguito a un buon accestimento, a una densità ottimale di 600 spighe/m². La semina primaverile può attuarsi per la coltivazione di orzo per la birra, consentendo di ottenere partite di granella con migliori caratteristiche. Come il frumento, è consigliabile utilizzare seme certificato e conciato.
- **Concimazione.** Anche se specie rustica e adattabile, l'orzo si avvantaggia di razionali concimazioni. Per eseguire un corretto piano di concimazione bisogna tenere in considerazione la produzione che si intende ottenere. Di seguito verranno calcolati i quantitativi di elementi nutritivi che saranno assorbiti dalla coltura. I fabbisogni dei tre macro elementi in funzione della produzione sono espressi nella tabella. Per quanto riguarda l'azoto, l'orzo ha fabbisogni di questo elemento inferiori al frumento, stimabili in 2 kg di azoto ogni 100 kg di granella producibile. Per gli orzi da birra, che si vogliono a basso contenuto di sostanze azotate, la concimazione va fatta con un particolare accorgimento: evitare di fare l'ultima azotatura alla levata, e dare tutto l'azoto all'accestimento. In questo modo si tende a evitare che la coltura trovi azoto da assorbire durante la fase di granigione; azoto che andrebbe ad arricchire troppo le cariossidi. La produttività dell'orzo è strettamente legata alla disponibilità di nutrienti nel terreno. In tal senso, l'orzo richiede fra i 70 e i 110 kg/ha di azoto in funzione della fertilità del suolo e della varietà seminata. Anche le esigenze quanto a fosforo sono tutt'altro che marginali, necessitando la coltura di 70-100 kg/ha, preferibilmente da somministrare in porzione significativa direttamente alla semina tramite appositi fertilizzanti granulari. Infine, spaziano fra i 60 e i 120 kg/ha le richieste di potassio. Nelle aziende a vocazione mista, quindi dotate di stalle, giova la somministrazione di letame come fertilizzazione di fondo, da integrarsi poi durante la stagione con i fertilizzanti di sintesi o di derivazione naturale, inclusi alcuni specifici biostimolanti. Per ottenere elevate





rese e centrare gli obiettivi qualitativi è necessario apportare adeguate quantità di azoto frazionandole se necessario, senza deficienze o eccessi.

Epoca di semina	Ripartizione percentuale dell'azoto totale da distribuire nelle fasi fenologiche dell'orzo per somministrazioni superiori a 100 unità di N		
	Pre semina - inizio accestimento (%)	Fine accestimento – inizio levata (%)	Inizio levata (%)
Autunnale-invernale	30 - 40	60 - 70	0

Tabella 5: unità di azoto per fase fenologica Fonte: https://www.horta-srl.it/sito/wp-content/uploads/2018/05/Decalogo_ORZOBIRRA.net_Agroalimentare-Sud.pdf

Produzioni di granella (t/ha)				
	4	5	6	7
AZOTO				
Granella	64	80	89	112
Paglia	20	25	30	35
TOTALE	84	105	129	147
FOSFORO				
Granella	32	40	48	56
Paglia	7	9	11	13
TOTALE	39	49	59	69
POTASSIO				
Granella	21	27	32	37
Paglia	43	53	64	74
TOTALE	64	80	96	111

Tabella 6: unità NPK e rese

- **Diserbo.** Generalmente le buone pratiche agronomiche (avvicendamento colturale, buona lavorazione del letto di semina, uso di semente conciato), unite alla capacità dell'orzo di competere meglio con le infestanti, rendono la pratica del diserbo meno diffusa del frumento. Nel caso la presenza di infestanti fosse elevata, la modalità e i principi attivi sono gli stessi utilizzati per il frumento, tenendo però conto che alcune molecole diserbanti





utilizzate per il frumento sono fitotossiche per l'orzo. Le principali avversità sono: Mal del piede, Oidio, Carbone, Ruggini.

- **Raccolta.** La raccolta dell'orzo avviene con le stesse modalità di quella del frumento, ma inizia circa dieci giorni prima. La raccolta deve essere tempestiva al fine di evitare perdite dovute alla particolare fragilità della spiga. Le rese unitarie sono molto variabili in funzione della zona di coltivazione, della tecnica colturale e dell'andamento stagionale. Nelle zone più fertili la produzione unitaria a ettaro può arrivare anche a 7 tonnellate, mentre nei areali meno fertili le rese per ettaro si attestano sulle 3-4 tonnellate. Il peso di 1.000 cariossidi è di 40-50 grammi per i distici, di 35-45 grammi per i polistici. Il peso ettolitrico è di 65-70 kg/hl nei distici, di 60-65 kg/hl nei polistici. Per quel che riguarda la produzione di paglia, il rapporto paglia/granella è circa uguale a 1 o leggermente inferiori.

5.6 Orzo distico da birra

L'orzo è il cereale da sempre più idoneo per la produzione della birra in quanto la sua germinazione produce una quantità di enzimi maggiore rispetto agli altri cereali come il frumento, l'avena, il farro o la segale. Non tutte le varietà distiche sono idonee per la produzione di malto da birra.

Oggi i cambiamenti del mercato, della società e dei consumatori hanno permesso all'orzo made in Italy di vivere una nuova primavera. In modo particolare quello destinato alla trasformazione in malto ed alla produzione di birra. Questo perché i consumi di birra in Italia sono in crescita.

E' pratica comune che il mercato dell'orzo da birra sia legato a contratti di coltivazione da parte delle malterie: in Europa, come negli U.S.A., Canada e Australia, l'acquisto dell'orzo da birra da parte dell'industria malteria è regolamentato contrattualmente con gli agricoltori ed è vincolato al raggiungimento di determinati parametri qualitativi; solo se questi sono effettivamente riscontrati, l'agricoltore può vendere il lotto alla malteria spuntando un prezzo superiore al prezzo di mercato dell'orzo da zootecnia. Sebbene il vantaggio economico diretto per il singolo agricoltore sia limitato, occorre considerare che la presenza della malteria garantisce sul territorio l'acquisto di un ingente quantitativo di orzo, contribuendo quindi a sostenerne il prezzo di mercato e fornendo uno sbocco addizionale alla produzione cerealicola che a tutt'oggi manifesta sempre più difficoltà in questo senso.





La malteria garantisce sul mercato la richiesta di grosse partite di poche varietà scelte, che abbiano requisiti di uniformità e qualità. Particolare attenzione deve comunque essere posta nella gestione agronomica della coltura: l'elevata qualità della granella richiede un basso contenuto di proteine, nonché una raccolta puntuale e uno stoccaggio accurato. E' utile ricordare che una concimazione azotata non eccessiva e una precessione colturale appropriata (da escludere prati e altre colture che arricchiscono il terreno di azoto) risultano necessarie per assicurare il buon livello qualitativo del raccolto. Occorre ribadire che nelle diverse zone ordeicole italiane questi standard sono effettivamente raggiungibili. L'adozione delle migliori varietà da birra nei migliori areali, può, in definitiva, consentire la produzione di orzo di elevata qualità maltaria da destinare ad un'industria birraria italiana che risulta in espansione.

Cultivar di orzo specifiche per la produzione di birra possono contribuire da un lato ad aumentare la qualità della birra e dall'altro ad avere una ricaduta positiva per il rilancio delle aree interne o marginali dove l'orzo ben si adatta ad essere coltivato. L'auspicio dei birrifici artigianali è quello di poter disporre di malto prodotto in Italia, soprattutto proveniente dal territorio regionale, nel tentativo di realizzare una filiera a Km 0, il che consentirebbe un forte abbattimento dei costi di produzione. Attualmente, in Italia esistono solo due grandi malterie industriali localizzate nel centro-sud che coprono meno della metà del fabbisogno italiano, stimato intorno ai 180.000 t/anno, che viene compensato dal mercato estero, con costi per i produttori di birra nettamente più elevati. Sono state selezionate delle varietà di orzo distico specifiche per la produzione di malto da birra che garantiscono un equilibrio enzimatico ottimale, permettendo un andamento molto più regolare del processo di maltazione rispetto ad altre varietà.

Negli orzi distici la presenza di un minor numero di semi e di più grandi dimensioni, garantisce un maggior peso specifico con un miglior rendimento per ettaro.

Per gli orzi da birra sono richieste particolari caratteristiche qualitative della granella al fine di produrre birre di ottima qualità. Particolare attenzione viene posta al calibro delle cariossidi.

Il calibro deve essere uniforme e il peso specifico il più elevato possibile. Una elevata percentuale di cariossidi di orzo con calibro superiore ai 2,5 mm indica una materia prima di ottima qualità per l'uso maltario.





È preferibile coltivare l'orzo distico da birra in avvicendamento con dicotiledoni (es: soia, girasole, colza, pomodoro, barbabietola, erba medica, favino, ecc.) per evitare l'insorgenza di patologie fungine legate al ristoppio dei cereali.

sigenze industria di trasformazione maltaria:

- basso tenore proteico, soglia massima del 11,5% per l'orzo da malteria;
- alta germinabilità;
- alta attività enzimatica;
- alto peso specifico;
- calibro maggiore di 2,5 mm per almeno il 90% delle cariossidi.

6. VERIFICA REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI PREVISTI DAL QUADRO NORMATIVO ATTUALE

Al fine di valutare il possesso dei requisiti minimi previsti, così come descritti in precedenza al capitolo 2, verranno di seguito puntualmente analizzati tutti i punti previsti dalla vigente normativa in materia.

6.1 Verifica requisito A

Il requisito A consiste nel rispetto di due condizioni

A.1) Una **Superficie minima coltivata pari** ad almeno il 70% della superficie totale:

$$S_{agricola} \geq 0,7 Stot$$

Nel progetto in esame l'impianto ha una superficie totale di 46,46 Ha. La Superficie Agricola Utilizzata (SAU) di progetto è pari a 32,94 Ha ed è pari al 71% della Superficie totale. Pertanto il requisito A.1 risulta rispettato.





Criteria agrofotovoltaico preliminare

$S_{tot} = 46,46 \text{ ha}$

$S_{pv} = 12,71 \text{ ha}$

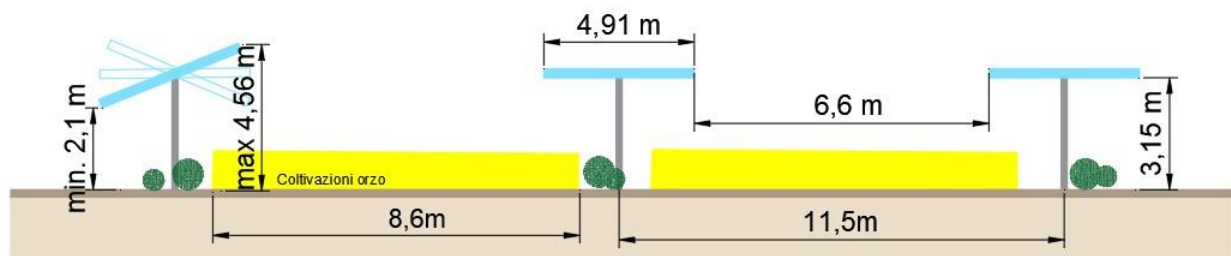
$LAOR = 27,3\% S_{tot}$

$S_{strade FV e Cabine} = 0,81 \text{ ha}$

$SAU = 32,94 \text{ ha} = 71\% S_{tot}$

Superficie ulteriore coltivabile sotto i tracker = 3,9 ha = SAU

39



Schema distanze configurazione 2P

Figura 16: schema distanze configurazione 2P

A.2) **Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR):** è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola:

$$LAOR \leq 40\%$$

Nel progetto in esame l'impianto ha una SAU pari a 32,94 Ha e una superficie dei moduli pari a 12,71. Dalla figura 16 si evince che l'indice LAOR è inferiore a 40% e pertanto il requisito A.2 risulta rispettato.

6.2 Verifica requisito B

Anche il requisito B consiste nel rispetto di due condizioni



B.1) **La continuità dell'attività agricola e pastorale** sul terreno oggetto dell'intervento, comprovata da:

- 1 - Esistenza e la resa della coltivazione



2 - Mantenimento dell'indirizzo produttivo

Esistenza e la resa della coltivazione

In merito al primo punto, è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di intervento. Tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA, confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione. In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

Da quanto rilevato dall'indagine, sui fondi attualmente viene coltivato come coltura principale il frumento spesso in monosuccessione.

Tale coltura, nell'ordinamento colturale proposto, andrebbe vantaggiosamente inserita in una successione quadriennale che prevede al primo anno la coltivazione di orzo, al secondo la coltivazione di colza, al terzo frumento e al quarto di favino secondo lo schema riportato nella tabella seguente:

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
anno 1	FAVINO	FAVINO	FAVINO	FAVINO	FAVINO	FAVINO				ORZO	ORZO	ORZO
anno 2	ORZO	ORZO	ORZO	ORZO	ORZO	ORZO				COLZA	COLZA	COLZA
anno 3	COLZA	COLZA	COLZA	COLZA	COLZA					FRUMENTO	FRUMENTO	FRUMENTO
anno 4	FRUMENTO	FRUMENTO	FRUMENTO	FRUMENTO	FRUMENTO	FRUMENTO				FAVINO	FAVINO	FAVINO

Tabella 7: rotazione colturale

Non essendoci riduzioni di resa di alcun tipo sullo spazio interfilare di 6,60 m la produzione per ettaro coltivato sarà praticamente identica a quella realizzata in un campo sprovvisto di impianto fotovoltaico. Inoltre, avendo limitato l'asse di rotazione dei tracker a +/-30° (backtracking) si raggiunge un'altezza minima da suolo di 2,10 mt in fase di massima rotazione rendendo fruibile e coltivabile la superficie di circa 2 m (oltre i 6,60 m) per ogni singola struttura un'area aggiuntiva coltivabile di circa 3,9 Ha.





Si riporta di seguito schematicamente, per ogni produzione il valore della produzione.

Ante operam:

grano duro

produzione per ettaro 40 q/Ha al prezzo medio di 30 €/q.le

Valore della produzione ante operam su 46,46 ettari = 46,46 Ha * 40 q/Ha * 30 €/q.le = 55.752 €

VP per ettaro = **55.752 € / 46,46 Ha = 1200 €/Ha**

Post operam 100%

Orzo

produzione per ettaro 60 q/Ha al prezzo medio di 20 €/q.le

Valore della produzione su 32,94 + 3,9 ettari = 36,84 Ha * 60 q/Ha * 20 €/q.le = **44.208 €**

Colza

produzione per ettaro 40 q/Ha al prezzo medio di 40 €/q.le

Valore della produzione su 32,94 + 3,9 ettari = 36,84 Ha * 40 q/Ha * 40 €/q.le = **58.944 €**

Grano duro

produzione per ettaro 40 q/Ha al prezzo medio di 30 €/q.le

Valore della produzione su 32,94 + 3,9 ettari = 36,84 Ha * 40 q/Ha * 30 €/q.le = **44.208 €**

Favino

produzione per ettaro 40 q/Ha al prezzo medio di 28 €/q.le

Valore della produzione su 32,94 + 3,9 ettari = 36,84 Ha * 40 q/Ha * 28 €/q.le = **41.261 €**

Sommando tutte le annualità realizzate sulle superfici si avrà il Valore della produzione quadriennale post operam su 36,84 Ha, e cioè:





VP4 anni = **44.208 € + 58.944 € + 44.208 € + 41.261 € = 188.621 €**

VP media annua = **188.621 € / 4 = 47.155 €**

VP per ettaro = **47.155 € / 36,84 Ha = 1280 €/Ha**

Pertanto, il valore medio della produzione per ettaro, in considerazione della razionale rotazione agronomica e della migliore gestione agronomica dell'area consentirà di migliorare il valore della produzione media per unità di superficie.

Pur registrando una leggera diminuzione fisiologica della produzione lorda vendibile sull'intera area interessata, in considerazione dei benefici ambientali ed agronomici sulla corretta gestione della fertilità dei suoli determinati dalla razionale rotazione e da un monitoraggio continuo delle risorse primarie utilizzate, in un'ottica di bilancio totale si ritiene ampiamente soddisfacente il valore della produzione totale media post operam.

Mantenimento dell'indirizzo produttivo: l'indirizzo cerealicolo presente nell'areale viene chiaramente conservato e non sconvolge i naturali equilibri agricoli della zona; tuttavia, grazie a servizi di consulenza e grazie al monitoraggio degli indici climatici e della fertilità del suolo, sarà possibile ottenere rese superiori e la conservazione della fertilità dei suoli in oggetto.

Pertanto, il requisito B.1 risulta rispettato.

B.2) Producibilità elettrica minima: la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (**FVagri** in GWh/ha/anno), paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (**FVstandard** in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al **60 %** di quest'ultima:

$$FVagri \geq 0,6 \cdot FVstandard$$



Nell'ipotesi progettuale di un sistema fotovoltaico standard posizionato sulla stessa area (31 Mwp, spazio interasse 9,5 m, spazio interfila 4,6 m) la producibilità risulta pari a 1,07 GWh/ha/anno, mentre per l'impianto di progetto FVagri è pari a 1,03 GWh/ha/anno, per cui: $0,6 \cdot 1,07$ GWh/ha/anno = 0,642.

6.3 Verifica 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. L'altezza di riferimento dei moduli da terra è:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica;
- 2,1 metri nel caso di attività colturale.

A tal proposito si rimanda ai grafici progettuali che ben descrivono le dimensioni e le caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico da installare.

Pertanto il requisito C risulta soddisfatto.

6.4 Verifica requisito D

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consente 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.

La diffusione di nuove tecnologie ha portato il settore agricolo a profonde trasformazioni. Queste tecnologie come l'internet of things (IoT) e l'intelligenza artificiale (AI) possono fare la differenza e contribuire a un'ulteriore evoluzione di questo settore, trainandolo verso una agricoltura 4.0.

L'agricoltura si sta evolvendo e le nuove tecnologie diventano abilitatori di nuove sinergie nell'Agrifood. Le opportunità per le imprese sono molte: la possibilità di raccogliere informazioni e dati aggiornati, un controllo delle merci in tempo reale, la sincronizzazione temporale tra la produzione e la vendita, oltre a rendere più efficiente la gestione della supply chain in un ecosistema più sostenibile e consapevole.



In un mondo caratterizzato da risorse limitate e da una domanda di cibo in costante aumento, i coltivatori sono sottoposti a un'immensa pressione per produrre di più con meno. Minacce reali come il degrado del suolo, il cambiamento climatico e la scarsità d'acqua impongono agli attori principali dell'industria agricola di trovare modi innovativi per garantire che la produzione soddisfi la domanda, proteggendo al contempo le risorse.

Il settore primario si trova di fronte ad una nuova e profonda rivoluzione. Le nuove tecnologie promettono di modificare sempre più il modo di "fare agricoltura", con l'obiettivo di ottimizzare l'uso dei fattori produttivi a vantaggio del reddito degli agricoltori e dell'ambiente.

L'Agricoltura di Precisione è una strategia di gestione aziendale che usa le tecnologie dell'informazione per acquisire dati che portino a decisioni finalizzate alla produzione agricola. Lo scopo è quello di mettere in sintonia la gestione del terreno e delle colture con le specifiche esigenze di un campo eterogeneo al fine di migliorare la produzione, minimizzare i danni ambientali ed elevare gli standard qualitativi dei prodotti agricoli.

Il concetto di Agricoltura di Precisione si è sviluppato sin dagli inizi della moderna agricoltura, con la divisione della terra in parcelle (campi) al fine di gestire le colture in relazione alle condizioni del terreno, valutando di volta in volta gli effetti positivi dei fattori produttivi in funzione delle varietà in campo, con l'obiettivo di incrementare le rese.

L'Agricoltura di Precisione (AdP) si origina intorno agli anni '70 con le tecnologie derivate dai centri di controllo negli Usa. Il monitoraggio del campo e i microprocessori sono introdotti negli anni '80 e il Gps negli anni '90. Per la prima volta nel 1990 in un workshop nel Montana viene utilizzato il termine Precisione Farming (Agricoltura di precisione).

L'impiego delle nuove tecnologie contribuisce ad ottenere una serie di benefici economici risultanti dall'ottimizzazione degli input, nonché dalla riduzione della pressione esercitata dai sistemi agricoli sull'ambiente.

Il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agricolo 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.

Riguardo al requisito D.1 le tecnologie informatiche presenti sul mercato, consentono nel contempo sia il monitoraggio dell'uso della risorsa idrica sia il risparmio grazie ad un uso efficiente basato su modelli predittivi. Tuttavia essendo le colture previste realizzate esclusivamente in asciutta, verranno utilizzate esclusivamente tecnologie di rilevamento (dati meteo, umidità relativa, richiesta evapotraspirativa, percentuale di acqua nella rizosfera etc) grazie alle quali sarà possibile modulare altri fattori di produzione in funzione dell'approvvigionamento idrico della canopy: sarà in particolare possibile modulare e localizzare la concimazione, aumentando la resa laddove il contenuto idrico lo consenta e diminuire gli apporti azotati laddove la limitazione idrica non consenta comunque di ottenere rese superiori.

La precisione introdotta dalle tecnologie, difatti consente di effettuare una distribuzione mirata dei principali fattori della produzione (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci) solo dove serve e nella quantità corrispondente al reale fabbisogno della coltivazione in atto. Inoltre, l'impiego dei sensori consente anche un monitoraggio in tempo reale dello stato di salute delle colture, controllando per esempio l'insorgenza di fitopatogeni o condizioni ambientali sfavorevoli o razionalizzando pratiche agronomiche che, se non ben calibrate, potrebbero indurre patogenesi nelle piante stesse. Ciò comporta anche il risparmio di sostanze chimiche di sintesi necessarie per la difesa ed il controllo.

A tal proposito, di grosso aiuto sono i Decision Support Systems (DSS), un'architettura informatica in grado di supportare agricoltori e tecnici nell'analisi delle decisioni, consentendogli di monitorare le colture e risparmiare risorse, in una visione più sostenibile del sistema colturale, preservando le risorse del suolo e riducendo gli sprechi.

Uno dei DSS che trova un fattivo impiego nel presente progetto è costituito dalla sensoristica smart accoppiata ai sistemi di irrigazione di precisione. Questo approccio riduce al minimo il deflusso dell'acqua di irrigazione e aumenta l'efficienza idrica, aiutando a preservare le risorse del suolo.





Inoltre, l'irrigazione di precisione aiuta a ridurre la compattazione del suolo e la lisciviazione dei nutrienti, contribuendo a mantenere la fertilità del terreno.

La possibilità di scegliere diverse tecnologie e diversi sensori e, volendo, di combinarli, permette di configurare la migliore soluzione di monitoraggio dell'umidità del suolo in funzione delle caratteristiche del suolo, del tipo di impianto di irrigazione e del tipo di lavorazione e sistemazione del terreno.

L'ottimizzazione della gestione irrigua può quindi essere ottenuta utilizzando tecnologie di irrigazione intelligenti. Diversi programmatori e sensori di irrigazione intelligenti sono stati sviluppati per ridurre il consumo di acqua, irrigando in base al fabbisogno idrico delle piante rispetto ai tradizionali timer di sistema automatici, che irrigano in base a un programma fisso determinato dall'utente. Questa tecnologia esiste sotto forma di programmatore completo o come sensore che può essere aggiunto a un timer di irrigazione esistente. La tecnologia di irrigazione intelligente utilizza i dati meteorologici o i dati sull'umidità del suolo per determinare il fabbisogno irriguo. I sensori possono misurare la temperatura del suolo e la conducibilità elettrica (EC) del volume di suolo o il contenuto volumetrico di ioni (VIC), indicazioni utili in particolare nella gestione della fertirrigazione. Quindi oltre a gestire gli apporti irrigui, permette di monitorare diversi aspetti e di eseguire una serie di valutazioni, che dovranno trasferirsi sulla gestione delle operazioni colturali. L'agricoltore o il tecnico ha accesso ai dati in tempo reale tramite un portale web dedicato ed una App per Smartphone, attraverso cui può monitorare soglie di intervento o fattori di rischio come stress idrico o elevate temperature, e quindi di agire tempestivamente.

Il sistema così progettato, consente di ottenere notevoli vantaggi sul campo e l'ambiente circostante che lo caratterizza, incluse le caratteristiche pedoclimatiche del suolo:

- Risparmio irriguo: riduzione e migliore modulazione degli interventi irrigui.
- Migliore resa: salvaguardia della quantità di produzione e migliore qualità.
- Minore apporto di fertilizzanti: riduzione dell'effetto di dilavamento dei nutrienti, riduzione della salinità del suolo, ottimizzazione dell'impiego di fertilizzante con la fertirrigazione.
- Benessere della coltura: (riduzione dell'impatto delle avversità fitopatologiche, possibilità di stimolare lo sviluppo dell'apparato radicale, protezione da gelate).





- Protezione dagli stress abiotici: allerta in tempo reale in caso di eventi critici come stress da deficit o da eccesso idrico, allerta in caso di guasti del sistema di irrigazione e possibile risoluzione automatica dei problemi, completa tracciabilità delle operazioni.

Verranno dunque installate, su parcelle rappresentative del campo una serie di sonde (Fig. 18), ciascuna collegata ad un data logger (figura 17). Per ogni punto verranno installate 3 sonde a diverse profondità, per avere dati quanto più completi possibili relativi allo stato idrico della rizosfera. Il data logger conserverà e trasmetterà i dati in cloud, che verranno elaborati da una interfaccia software, di facile interpretazione.

Contemporaneamente, verranno installati sul campo Controller di Evapotraspirazione, ossia sonde che utilizzano i dati meteorologici locali per regolare i programmi di irrigazione (Figura 2). L'evapotraspirazione è la combinazione di evaporazione dalla superficie del suolo e traspirazione da materiali vegetali. Questi programmatori raccolgono informazioni meteorologiche locali e apportano modifiche al tempo di irrigazione in modo che il campo riceva solo la quantità di acqua appropriata.

I sistemi che si ritengono più appropriati sono (fig. 17 e 18):

- <https://www.metergroup.com/en/meter-environment/products/soil-moisture>
- <https://www.davisinstruments.com/collections/add-on-sensors>





RAIMONDI E DI STASIO

Studio Professionale
tecnico e agronomico



**Stazione di bagnatura
fogliare e umidità del
suolo/temperatura**

48

Figura 17: controller ET e condizioni meteo e data logger: Stazione Controller Davis

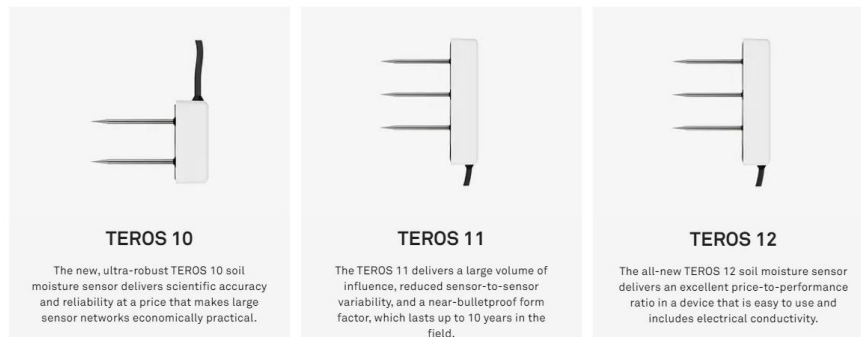


Figura 18: Sonde Meter – collegate ad un data logger che condivide i dati in cloud

Il sistema Davis è idoneo per estensioni maggiori, dove ogni sensore (node) comunica con un varo, installato vicino al controller ET e meteo.



Via Ferdinando Scala, 16 - 80030 San Paolo Bel Sito (NA)
tel.: 081 991 4819 - 320 30 94 225
studioraimondiedistasio@gmail.com

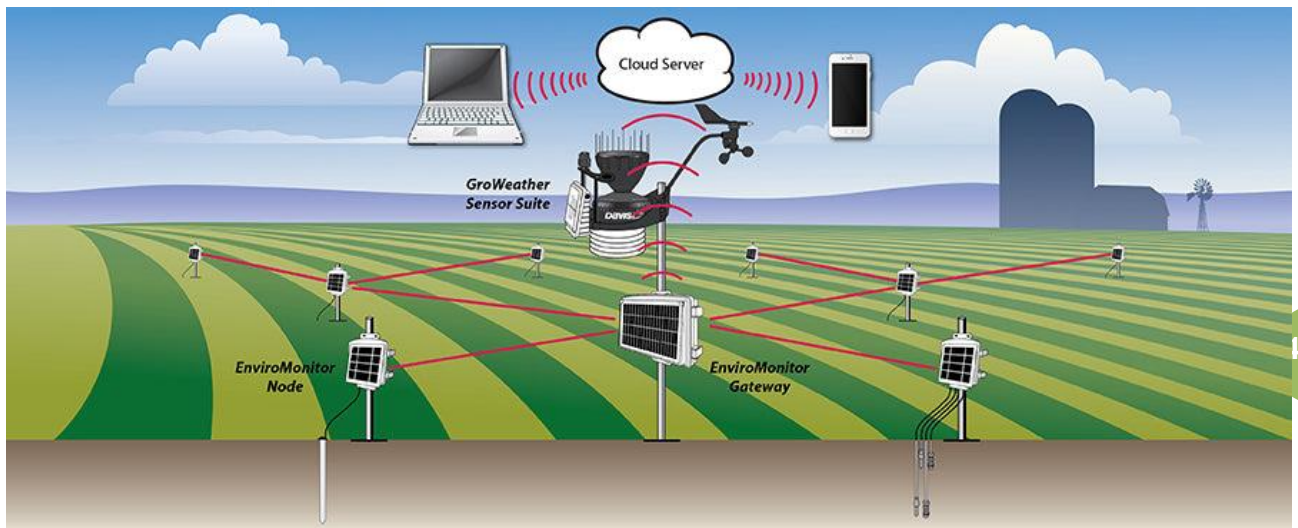


Figura 19: Sistema Davis

Il gateway **Davis EnviroMonitor** (fig. 19) consente di creare una serie di sensori per monitorare le condizioni microclimatiche nelle colture. Ciò consente di intraprendere azioni precise per garantire la massima resa. EnviroMonitor Gateway è un hub che consente di collegare fino a 32 nodi con quattro sensori per nodo. Quindi carica automaticamente i dati sul cloud tramite connessione cellulare, dove è possibile accedervi per prendere decisioni sulla gestione del raccolto. Il gateway Davis EnviroMonitor consente di raccogliere dati da una Vantage Pro2 GroWeather Sensor Suite cablata e da un lungo elenco di sensori Davis e di terze parti.

Riguardo invece al requisito D.2, ossia 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, verranno create delle zone di saggio nelle zone interessate dai tracker e nelle zone non interessate alla produzione fotovoltaica (gasdotto, linee aeree, etc.) al fine di monitorare eventuali differenze nella produttività agricola. In tali aree, a parità di coltura, verrà inoltre monitorato lo stato di fertilità del terreno, i parametri microclimatici, lo stato idrico e nutrizionale delle colture. I dati raccolti saranno sottoposti ad analisi statistica e verranno quantificate e analizzate eventuali differenze significative.



Tali monitoraggi, unitamente all'uso delle moderne tecnologie di IA consentiranno non solo di stabilire l'influenza delle installazioni sulle colture ma anche di monitorare la continuità agricola nel tempo.

Pertanto, grazie a quanto esposto in precedenza, il requisito D risulta soddisfatto.

6.5 Verifica 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.

I sistemi di controllo irriguo consentiranno non solo un notevole risparmio irriguo, ma anche una razionalizzazione delle fertirrigazioni, con notevoli benefici sulle caratteristiche del suolo tra cui la diminuzione della salinità dovuta all'applicazione eccessiva dei fertilizzanti:

- con il monitoraggio continuo e un impianto di distribuzione efficiente, si assicura una migliore uniformità di distribuzione dell'acqua e di conseguenza del fertilizzante a livello radicale della pianta.
- una localizzazione precisa, permette lo sviluppo di un apparato radicale proprio dove cade l'acqua di irrigazione ed i nutrienti.

In pratica, fertirrigare significa portare i nutrienti nel punto esatto in cui saranno assorbiti dalle radici. Questo porta ad una serie di effetti benefici sulla struttura del suolo e la disponibilità dei nutrienti della coltura, consentendo un notevole risparmio delle risorse idriche.

Affiancati alla sensoristica va valutato l'utilizzo di DSS che lavorano sul monitoraggio satellitare.

I satelliti sono uno dei mezzi più utilizzati in agricoltura per effettuare il "remote sensing" o telerilevamento. Le immagini satellitari permettono infatti di monitorare le colture da remoto in modo preciso ed efficiente.

Esistono numerosi satelliti che acquisiscono immagini multispettrali dallo spazio: tra i più comuni troviamo Sentinel-2 e Landsat 8.

Uno dei sistemi individuati in questo progetto è il sistema Agricolus (www.agricolus.com, fig.20), che con moderne tecnologie di rilievo ed elaborazione dei dati satellitari, forniscono importanti dati sullo stato fisiologico e nutrizionale della coltura.





Figura 20: sistema di rilievo satellitare agricolus

Il sistema di rilevamento satellitare permette di analizzare diversi indici:

NDVI: permette di valutare lo stato di salute della vegetazione e mostra le differenze nel vigore della pianta, analizzando la riflettanza della vegetazione nelle bande del Rosso e del NIR.

SAVI: permette di valutare le condizioni di sviluppo della vegetazione nelle fasi di emergenza e inizio dello sviluppo, in quanto applica una correzione al suolo nudo.

LAI: indice di area fogliare che è correlato alla superficie fogliare della pianta espressa in m² su m² derivato dall'indice EVI.

TCARI/OSAVI: indice di clorofilla che permette di individuare eventuali aree clorotiche all'interno del campo e ottenere una panoramica sullo stato nutrizionale delle piante.

WDRVI: analizza lo stato di salute della vegetazione ed è particolarmente utile quando la vegetazione è ben sviluppata e rigogliosa.

GNDVI (Green-NDVI): è un ulteriore indice di vigoria che riduce l'effetto di saturazione quando la vegetazione è particolarmente sviluppata.

NDMI: indice specifico che valuta il contenuto idrico della vegetazione, quindi utilizzabile solo con vegetazione sviluppata.

NMDI: può essere utilizzato per valutare il contenuto idrico del terreno; in caso di suolo nudo, un valore alto dell'indice indica suolo asciutto. In presenza di vegetazione, invece, un valore alto dell'indice indica che la pianta non è in stress idrico.

Gli indici vegetazionali sono un elemento chiave del monitoraggio e dello smart farming, che permettono di intervenire in maniera precisa, aiutando l'agricoltore a capire le reali esigenze della pianta, senza sprechi e con una gestione aziendale più sostenibile. I software dedicati alla gestione dei dati satellitari, sono in grado di fornire dati di output, da trasferire con una semplice chiavetta USB, alle macchine agricole dotate di sistema a rateo variabile. Quindi in base allo stato della coltura, sarà possibile somministrare quantità precise di fertilizzante, in specifiche zone del campo, in base alle esigenze colturali.

Unitamente al monitoraggio satellitare, si procederà all'installazione di **trappole smart** per il controllo delle soglie di rischio degli insetti dannosi. Questi strumenti consentono di intervenire solo al superamento di una soglia di rischio (esempio numero di adulti di un determinato fitofago, catturati in un periodo di tempo), evitando trattamenti a calendario con conseguenti danni per l'entomofauna utile (insetti impollinatori) e inquinamento ambientale. Le trappole sono collegate ad una app, con cui sarà possibile monitorare le soglie di intervento.

Un prodotto individuato è xTrap è una trappola per insetti con fotocamera 8Mp disponibile in tre versioni: Delta, che prevede l'impiego di ferormoni, Night, che impiega luce èUV e Color, che utilizza fogli cromatici. La trappola, collegata alla piattaforma xFarm, permette di visualizzare su smartphone, tablet e computer l'andamento delle catture, automatizzando il processo di conta (fig. 21).



Figura21: trappole smart di rilevamento insetti dannosi





In definitiva, l'azione combinata delle diverse strategie adottate porta a notevoli vantaggi che toccano i vari ambiti della sostenibilità: economica, ambientale e sociale. Dal punto di vista economico: riduzione dei costi di produzione, aumento delle rese e del valore dei prodotti. Per quanto riguarda l'ambiente: riduzione degli input, riduzione dell'impronta carbonica e di altri indicatori ambientali.

Inoltre strategie mirate mitigano problematiche come la salinità dovuta all'eccessivo utilizzo dei fertilizzanti, che nel breve periodo deteriora anche le caratteristiche del suolo, dalla struttura alla microfauna benefica, necessaria a tutti i processi biologici del sistema suolo. Operazioni mirate e localizzate aiutano a mitigare le problematiche dovute ai cambiamenti climatici come le temperature sempre in aumento e la scarsità delle risorse idriche. Anche irrigazioni eccessive portano a serie problematiche. Il suolo contiene varie sostanze tra cui materia organica, minerali, acqua e aria. Queste sostanze sono tipicamente presenti in percentuali abbastanza costanti. Quando si irriga troppo, l'acqua in eccesso si accumula nel suolo e permanendo nel terreno abbastanza a lungo, sconvolge l'equilibrio biologico del suolo.

In merito agli aspetti sociali: incremento della salubrità dei prodotti agricoli, della professionalità e dell'imprenditorialità degli operatori, come pure della loro gratificazione.

Pertanto, considerato che i sistemi di monitoraggio previsti, oltre a rispettare il requisito D, consentono di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima e la resilienza ai cambiamenti climatici, si può considerare soddisfatto il requisito E.

7. CONCLUSIONI

In considerazione delle linee guida di cui al capitolo 2, considerato il progetto di installazione dell'impianto fotovoltaico in agro di Rotello, ispezionati i fondi, valutate le caratteristiche climatiche, edafiche ed agronomiche dei siti, dopo la verifica dei requisiti si ritiene la progettazione dell'impianto pianamente rispondente alle linee guida.





RAIMONDI E DI STASIO

Studio Professionale
tecnico e agronomico

Tanto per l'incarico conferitomi

San Paolo Bel Sito, li 03/08/2023

Il Tecnico

Dott. Agr. Emilio Di Stasio



54

Allegati

- 1 – Rilievo fotografico
- 2 – progetto impianto agrivoltaico Studio MASC Soc. Coop.