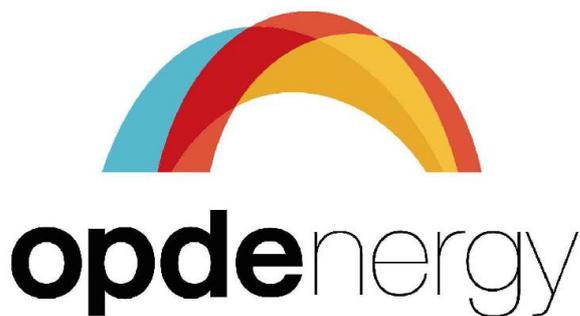


Regione Piemonte
 Provincia di Alessandria
 Comune di Tortona



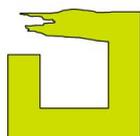
Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico
 nel comune di Tortona
 Potenza DC: 60 MW - Potenza immersa AC: 50 MW



Committente:

LUISOLAR ENERGY S.R.L.
 Rotonda Giuseppe Antonio Torri n. 9
 40127 - Bologna (BO)
 P.IVA: 03920631201

Comune di Tortona



INTEGRA s.r.l.
 Società di Ingegneria
 sede operativa:
 Via Emilia 199 - 15057 Tortona (AL)
 tel. 0131.863490 - fax 0131.1926520
 e-mail: integra@integraingegneria.it

Progettazione generali e opere civili:



FAROGB s.r.l.
 Dott. Ing. Gabriele Bulgarelli
 Corso Unione Sovietica 612/15B - 10135 Torino (To)
 P.IVA 09816980016

Progettazione elettrica:



Dott. agronomo Delio Barbieri
 via Guido Pedenovi, 20 - 15057 Tortona (AL)
 tel. 3356116594 - email: agroambiente@tor.it
 P.IVA 01319730063

Agronomo:



Titolo:
 RELAZIONE AGRONOMICA SULL'USO DEL SUOLO CON
 PIANO DI COLTURA

Scala:

Tavola:
 MIC.12.D10

Rev.	Data	Redatto da:	Controllato da:	Approvato da:
A	FEBBRAIO 2023	BARBIERI	PROIETTI	CASTAGNELLO

AI TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O COMUNQUE RENDERLO NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. ASPETTI GENERALI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI	3
3. TIPOLOGIA DI IMPIANTO.....	6
4. IPOTESI COLTURALE E ROTAZIONE.....	9
5. RISPETTO DEI PARAMETRI DELLE LINEE GUIDA DEL MISE	17
5.1. Requisiti A - L'impianto rientra nella definizione di "agrovoltaiico"	17
5.2. Requisiti B – Garanzia di produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli	18
5.3. Requisito D.2 – Continuità dell'attività agricola	19
6. SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA INTEGRATA.....	19
6.1. Premessa	19
6.2. Determinazione dei bilanci unitari delle singole colture	20
6.3. Calcolo del reddito netto medio unitario	24

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1: Elenco delle colture praticate in zona</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 2: Schema di conto colturale ripartito su un ciclo di 4 anni</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 3: Calcolo del reddito medio unitario per il ciclo di rotazione.....</i>	<i>24</i>

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Schema della tipologia di impianto dei moduli fotovoltaici a inseguitori monoassiali ..</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2: Schema di impiego di mezzi portati lateralmente dalla motrice.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3: Schema di impiego di mietitrebbiatrici per la raccolta di cereali.....</i>	<i>12</i>

1. PREMESSA

La stesura della relazione è avvenuta a seguito dell'incarico ricevuto dalla società **LUISOLAR ENERGY s.r.l.** con sede in Bologna (BO) 40127, Rotonda Giuseppe Antoni Torri n° 9 e costituisce uno degli elaborati del progetto definitivo da presentarsi da parte del Committente in allegato all'istanza di Autorizzazione Unica relativa al progetto per la realizzazione di un Impianto Agrovoltaiico, suddiviso in più sottoimpianti collocati su terreni a uso agricolo riuniti in diverse unità, di seguito indicati in cartografia come “blocchi”, siti nel territorio del comune di Tortona, per la superficie totale di **89,2458 ha**.

La seguente tabella individua la corrispondenza tra i blocchi di cui alla presente relazione ed i sottoimpianti, come individuati nella documentazione di progetto impiantistico.

Blocco	Sottoimpianto corrispondente	Blocco	Sottoimpianto corrispondente
Blocco 1	Sottoimpianto A	Blocco 3	Sottoimpianto C
Blocco 2	Sottoimpianto B	Blocco 4	Sottoimpianto D

Nello specifico, trattandosi di un impianto agrivoltaiico o agrovoltaiico da realizzarsi in aree a consolidata vocazione agricola, è previsto il mantenimento dell'attività agricola in “consociazione” alle strutture per la produzione di energia.

In base ai sopralluoghi del mese di novembre 2021, la relazione è stata redatta dal Dott. agronomo Delio Barbieri iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Alessandria al n° 101, con studio in Tortona (AL) via Pedenovi 11, p.IVA 01319730063 e Cod. Fisc. BRBDLE57L11L304.

2. ASPETTI GENERALI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI

La consociazione sugli stessi terreni tra la produzione di energia da fonte solare e di derrate agricole, che in passato proprio in queste aree del Piemonte era praticata con la coesistenza di regolari filati di gelsi, le cui foglie servivano ad alimentare il settore della bachicoltura per la produzione industriale di seta, e le normali colture a seminativo in rotazione, rappresenta un filone di ricerca e d'indirizzo a livello internazionale per ottenere un'equilibrata e utile sinergia tra gli interessi economici ed ambientali che sono oggi al centro degli obiettivi della transizione energetica e della valorizzazione ambientale finalizzata al miglioramento delle condizioni ecologiche del sistema “Terra”.

L'aspetto che differenzia i nuovi impianti, di tipo “agrivoltaiico”, “agrovoltaiico” o “agri-fotovoltaico”, dalla vecchia tipologia di impianti, generalmente fissi a terra o ad inseguimento solare ma sempre molto fitti, che hanno caratterizzato l'impiantistica del fotovoltaico su terreni agricoli a inizio secolo sulla spinta degli incentivi pubblici, è quello di ridurre al minimo, se non annullare, il consumo di suolo che dalla destinazione agricola passa, almeno per il periodo di durata dell'impianto, ad una diversa destinazione.

La tipologia d'impianto nel campo dell'agrivoltaiico, infatti, riduce a bassi livelli la percentuale di suolo che rimane improduttiva, consentendo un utilizzo agricolo dello stesso anche in presenza degli impianti per la produzione di energia solare.

Si deve sottolineare inoltre che, in termini di efficienza energetica, la fotosintesi vegetale è un processo a bassissima livello di conversione energetica della luce solare con un rendimento che si avvicina solo al 3%, a fronte di un rendimento elettrico del processo fotovoltaico che supera ormai ampiamente la soglia del 20%, rendendo l'utilizzo fotovoltaico termodinamicamente vantaggioso in termini di conversione

energetica rispetto alle normali coltivazioni agricole con le quali deve integrarsi.

Tale aspetto, se adeguatamente inserito in un contesto agricolo senza la perdita di valenze paesaggistiche di pregio, consegnerebbe al settore agricolo anche il ruolo di produttore energetico con un'importante funzione nel processo di transizione energetica solare e con un consistente miglioramento della prestazione economica dell'agricoltura in funzione del ruolo di presidio produttivo territoriale.

L'utilizzo previsto di impiantistica con strutture di supporto fisse monopiede o ad inseguitori, con pali di acciaio rivestito da trattamento anti-corrosione direttamente infissi nel terreno, tarata nelle altezze dal suolo dei pannelli e nella distanze tra le file di strutture portanti, limita per buona parte la porzione di suolo impermeabilizzata che si è stimata ad un livello inferiore all'1% della superficie agricola nella relazione agronomica generale. Viene inoltre contenuta la riduzione dell'attività organica nel suolo, grazie alla limitata ombreggiatura dello stesso per l'ingombro dei pannelli e grazie alla capacità di traslocare umidità nel topsoil in senso trasversale per capillarità.

L'effetto della copertura del suolo, inteso come superficie dei pannelli che intercetta la luce solare quando questi si trovano disposti in posizione parallela al suolo, è dell'ordine massimo del 30% della superficie agricola, ma tale valore non implica che tale quota di suolo non possa essere ugualmente adibita ad usi agricoli, sia per la continua rotazione dell'inseguitore, sia per la già citata altezza dal suolo.

Ne deriva che il principale fattore limitante degli impianti fissi di vecchia impostazione appoggiati al suolo, che non consentivano di fatto la coltivazione e nemmeno, nella maggior parte dei casi, la lavorazione del suolo anche solo ai fini del mantenimento della sua fertilità, viene completamente eliminato, senza realizzare opere che siano di difficile reversibilità per la presenza di fondazioni in cemento o di altre alterazioni del suolo di difficile rimozione a fine vita dell'impianto.

Inoltre, nella prospettiva non certo remota di un cambiamento in senso limitativo dei programmi agricoli finanziati con la PAC, la redditività dei suoli agricoli con l'aggiunta dei flussi economici derivanti dall'agrovoltaiico, consentirebbero il mantenimento della redditività economica delle aziende agricole, con tutti gli ovvi benefici legati anche alla manutenzione e conservazione dei contesti agricoli.

Sempre in tema di futuri scenari legati alla PAC, nei sistemi agrovoltaiici la porzione di area immediatamente sottostante alle strutture portanti dei pannelli, che per ragioni di eccessivo rischio di interazioni con danneggiamento per l'uso di macchinari non è coltivabile con colture in rotazione, bensì viene destinata a prati permanenti, può svolgere quell'importante funzione di assolvimento agli obblighi di "greening" per il mantenimento a lungo termine di aree a infrastrutture verdi, anche in caso di cessazione dell'aiuto comunitario oggi disponibile.

In tale ottica l'impostazione di un agroecosistema specifico per la sottile striscia posta al di sotto della fila dei pannelli, garantirebbe la quota di infrastrutture verdi non inserite nelle normali rotazioni agrarie, anche in assenza futura dei contributi oggi disponibili per le fasce tampone, per i prati stabili e per le fasce vegetate arbustive, permettendo, senza costi per la comunità, un'accettabile politica di greening.

In sostanza, creando il giusto equilibrio tra le dimensioni degli impianti e la differenziazione dell'investimento vegetale del suolo, oltre ad aumentare la produzione agricola e l'efficienza dei pannelli solari, si avrebbe anche un sicuro aumento della redditività delle aziende agricole e un minor costo sociale in termini di sovvenzione con denaro pubblico per l'integrazione del reddito.

Ovviamente le dinamiche e i benefici sopra indicati, sono variabili in relazione a quelle che sono le condizioni stazionali, climatiche e pedologiche del sito d'impianto, oltre a quelli che sono, o che potrebbero diventare in conseguenza delle scelte di attivare l'agrovoltaiico, gli ordinamenti produttivi delle aziende agricole interessate.

Operando in condizioni di clima con forte insolazione o con terreni non particolarmente adatti a mantenere la capacità di campo con le conseguenti problematiche idriche, situazioni che si verificano nell'area della pianura alessandrina dove si collocano gli impianti oggetto della relazione e già ampiamente documentate nella Relazione Agronomica dello stato attuale, le dinamiche agronomiche delle colture normalmente praticate, possono beneficiare di una serie di vantaggi che si riassumono di seguito per punti, ipotizzando una gestione senza la disponibilità irrigua:

- 1) Risparmio idrico dovuto alla minore intensità dell'evapotraspirazione a carico delle colture agrarie, grazie alla funzione protettiva dai raggi solari operata dalle file di pannelli fotovoltaici, con maggiore persistenza lungo il ciclo colturale della capacità di campo (umidità disponibile nel suolo);
- 2) Riduzione dell'intensità luminosa al suolo nelle ore centrali della giornata nelle quali le piante riducono l'attività fotosintetica, con aumento della produzione grazie al maggior equilibrio dell'intensità dell'illuminazione durante l'arco del giorno;
- 3) Protezione da eventi metereologici estremi grazie alla copertura parziale di parte delle colture al suolo, sia in caso di grandinate sia per l'effetto del vento;
- 4) Minore rischio di erosione superficiale del suolo grazie ad una minore perdita di umidità negli strati superficiali, conseguente all'abbassamento della temperatura del suolo nella sua componente a contatto con l'atmosfera (topsoil);
- 5) Permanenza della fertilità naturale del suolo grazie all'usuale accesso alle piogge, alla luce naturale e ai normali processi di colonizzazione del suolo da parte dei vegetali, con i possibili vantaggi derivati dalla presenza di piante azotofissatrici.

Nel complesso quindi, si può ragionevolmente osservare che l'applicazione dell'agrovoltaiico nelle condizioni stazionali nelle quali, come nel presente caso, si possono verificare i vantaggi sopra elencati, rappresenta un significativo vantaggio in termini di resilienza dell'agricoltura nei confronti dei cambiamenti climatici in corso, che sono orientati ormai chiaramente verso un aumento della condizione di aridità.

Inoltre, come già detto, negli ultimi decenni il settore agricolo sotto la pressione della variabilità dei prezzi dei prodotti, dei costi dei mezzi tecnici e delle politiche agricole comunitarie, ha subito una forte perdita della possibilità di scelta delle colture da inserire negli avvicendamenti colturali.

Oltre a questo, anche l'ampia disponibilità di mezzi tecnici per ogni genere di colture ha determinato la diminuzione delle specie coltivate e la diffusione di poche colture, indipendentemente dalla natura del terreno, per cui il reddito aggiuntivo da fotovoltaico potrebbe consentire all'agricoltore di riconquistare la propria libertà di scelta, così da aumentare la compatibilità con il territorio e la sostenibilità ambientale.

Ciò potrebbe anche essere accompagnato da un ritorno, in alcuni territori, di colture tradizionali ormai quasi del tutto scomparse o, comunque, favorirebbe il ritorno ad una maggiore variabilità produttiva.

L'agrovoltaiico, quindi, s'inserisce a pieno titolo nell'ottica di multifunzionalità dei sistemi agricoli, aumentando la possibilità di utilizzare nuovamente e in modo sostenibile una gran parte delle superfici

agricole, ormai non più coltivate per la loro bassa redditività o per a raggiunta marginalità economica.

Ciò sarebbe, sicuramente, un vantaggio sia per il maggior reddito generato, sia per la riduzione delle problematiche ambientali date dall'abbandono dei terreni.

La diffusione dell'agrovoltaico potrebbe permettere la nascita di sistemi colturali a elevata sostenibilità ambientale ed economica, andando anche ad aumentare il legame tra la produzione agricola e il territorio, con l'aumento della presenza di aree a elevata biodiversità a seguito dell'introduzione di siepi, strisce inerbite con specie spontanee, bande inerbite con specie mellifere o con specie utilizzate dalla fauna selvatica in un contesto che oggi ne è quasi del tutto privo. In termini generali, quindi, i vantaggi derivanti dall'affiancamento del reddito derivante dalla produzione di energia a quello delle produzioni agricole, consentirebbe di avere ulteriori effetti positivi con ricadute in termini di interesse pubblico, che sono:

- Mantenimento delle attività agricole in aree che sono già marginali dal punto di vista della redditività dalla sola risorsa agricola o che rischiano di diventarlo in futuro, con un progressivo abbandono della presenza a danno degli equilibri idrogeologici del territorio;
- Sviluppo di agricoltura biologica, con possibile ritorno a colture e varietà in disuso, in quanto i minori redditi spesso associati a queste tipologie di prodotti agricoli per l'abbandono di antiparassitari e concimi minerali, possono essere compensati dal reddito derivante dalla produzione di energia, mantenendo in attivo la redditività delle imprese;
- Ampliare le superfici con funzione ambientale con fasce tampone arbustive, a prato permanente o miste, collocate direttamente sotto la fascia di proiezione al suolo dei pannelli o all'intorno degli impianti anche a scopo di mitigazione, lasciando alla coltivazione agricola il solo spazio tra le file;
- Ampliare e differenziare le superfici con funzione ambientale sulle aree residuali o confiniali degli impianti con fasce arborate, siepi, strisce inerbite con specie spontanee, bande inerbite con specie mellifere o con specie utilizzate dalla fauna selvatica, anche con funzioni di mitigazione sull'impatto paesaggistico degli impianti.

3. TIPOLOGIA DI IMPIANTO

L'Impianto Agrovoltaico prevede la coesistenza sulle stesse superfici dell'attività agricola e di quella per la produzione di energia, con moduli fotovoltaici di nuova generazione disposti su file ordinate con interasse tra le fila di pali di **11,50 m**.

Le file di moduli sono costituite da una sequenza di unità, costituite da struttura di supporto ad inseguimento monoassiale (più sinteticamente "inseguitori"), composte da 56 o da 28 moduli, sostenuti rispettivamente da 5 e 3 sostegni a palo infissi al suolo senza alcuna opera di fondazione, con singolo palo avente il diametro prevalente di soli **20 cm**.

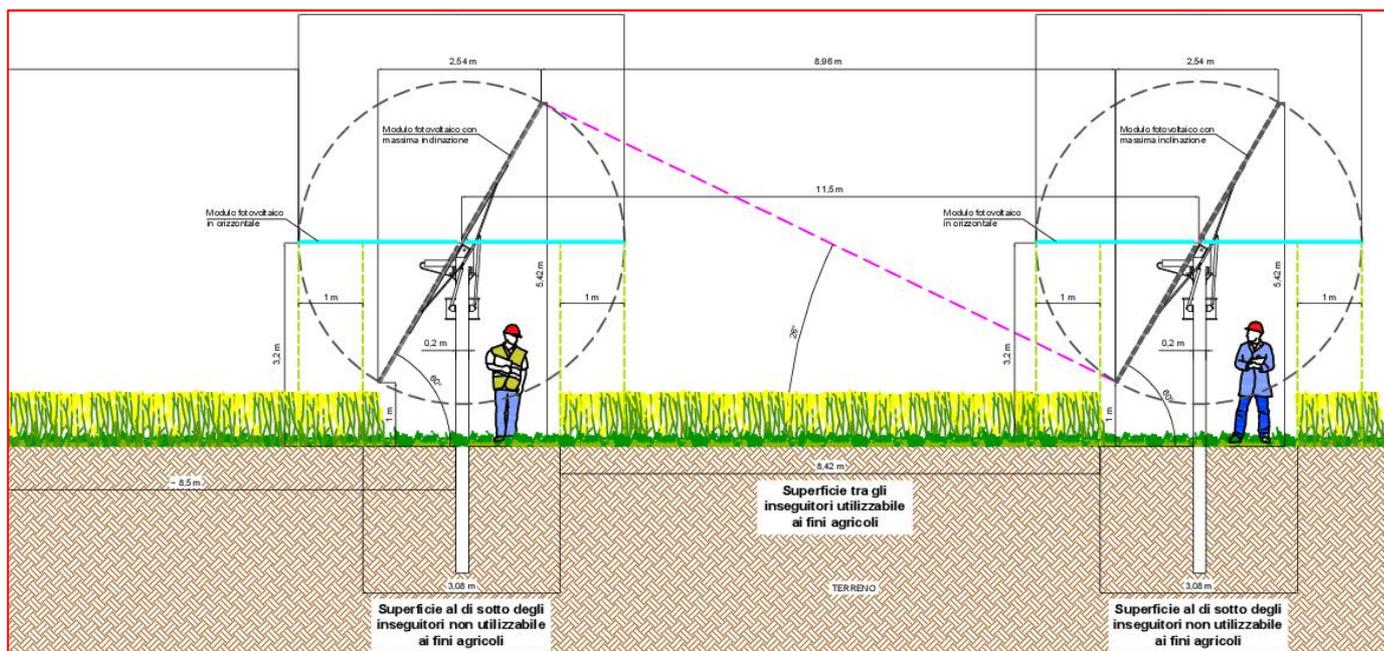
Gli inseguitori hanno un movimento rotatorio attorno al loro asse disposto su file in direzione nord-sud, per seguire, nel corso del giorno il naturale percorso del sole che si muove da est verso ovest.

In tal modo, al contrario degli impianti fotovoltaici installati su strutture fisse o di quelli a inseguimento con rotazione circolare della struttura, che necessitano di basamenti in cemento, la quota di impermeabilizzazione del suolo si riduce al minimo, coincidendo con la sola superficie occupata dai pali di sostegno degli inseguitori, dai locali per le varie tipologie di cabine e dagli edifici accessori, risultando

pressochè nullo l'ingombro dovuto alle strutture della recinzione e a quelle di sorveglianza.

Nell'insieme dei blocchi 1-2-3-4 considerati, sono presenti circa **1756** strutture a inseguimento da **56 moduli** e **1 da 28 moduli** in entrambi i casi da **2,795 m²** che, dotata le prime di **5** pali di supporto ciascuna e la seconda di **3** pali, determinano un numero complessivi massimo di pali infissi al suolo pari a **8.783**.

Figura 1: Schema della tipologia di impianto dei moduli fotovoltaici a inseguitori monoassiali



Considerato che la sezione di ogni palo di 20 cm di diametro è di soli **0,032 m²** circa, si ottiene una superficie di impermeabilizzazione per i sostegni dei pannelli molto limitata, pari a circa **300 m²**, cioè a **0,0300 ha** complessivi. A tali superfici si devono sommare quelle delle cabine prefabbricate appoggiate al suolo di varia estensione e funzione, che, presenti in numero di **30**, determinano una superficie impermeabilizzata di ulteriori **2.152 m²**, arrotondabile a **0,22 ha**.

Ne deriva che la superficie totale di suolo effettivamente impermeabilizzata a seguito dell'installazione dell'intero impianto agrovoltaiico, non supera l'estensione di 2.500 mq (300 m² + 2.200 m²).

Pur considerando la parziale impermeabilizzazione delle vie di accesso alle suddette cabine, la viabilità interna, le opere di recinzione e quelle di sorveglianza, si può tranquillamente affermare che la superficie impermeabilizzata complessiva è ampiamente inferiore al valore dello 0,5% della superficie agraria originaria sulla quale si interviene con la trasformazione per la realizzazione dell'impianto, e viene quindi valutata ampiamente **< 1 ha**.

Lo spazio di proiezione al suolo occupato dalle strutture ad inseguimento con moduli in posizione orizzontale all'altezza dal suolo di 3,20 m coincidente con la condizione di metà giornata, è pari a circa **5,08 m**, occupando teoricamente per l'intero impianto in corrispondenza della disposizione delle file, una superficie complessiva proiettata al suolo di 16,8977 ha. Similmente lo spazio coltivabile totalmente libero, sempre inteso come proiezione ortogonale al suolo dell'ingombro massimo dei pannelli, non interessato quindi dal movimento giornaliero della rotazione dei moduli, è di circa **6,42 m**.

Tuttavia, al contrario della tipologia a strutture fisse al suolo, nel momento di massima inclinazione che

si manifesta alternativamente nei due lati all'alba e al tramonto, lo spazio operativo utilizzabile dai mezzi agricoli è di oltre 8 m, per la precisione di **8,42 m**, con la possibilità ulteriore di effettuare interventi di pulizia e di trinciatura del soprassuolo anche molto vicino ai pali di sostegno delle strutture mediante l'utilizzo di macchinari di dimensioni ridotte in altezza che portino macchine operatrici laterali operanti a livello del suolo, considerando che allo stato di inclinazione massima degli inseguitori, da un lato come dall'altro, l'altezza minima delle strutture dal suolo è pari a **1, 00 m**.

Ne deriva che la superficie effettivamente coperta e non in grado di ricevere pioggia che cada verticalmente si **riduce al massimo** a soli **3,08 m** di larghezza collocata per **1,54 m** da un lato e dall'altro del centro della fila di inseguitori, così come è ridotta la porzione di suolo che subisce una certa riduzione dell'illuminazione, che può diminuire di intensità ma non in maniera significativa e comunque non in grado di comprometterne la funzione fotosintetica.

Il contenimento della diminuzione della quantità di luce che arriva al suolo è anche agevolato e motivato dal posizionamento ad oltre 3 m dal suolo del punto di rotazione dei moduli.

Stante questa situazione, è possibile ritenere che il suolo, anche quello più prossimo ai sostegni delle strutture e parzialmente coperto dalla presenza dei moduli, pur ricevendo una quantità inferiore di apporto idrico e di luce, non possa subire nel tempo significative alterazioni della struttura, con il rischio di un impoverimento della sua componente chimico-fisica complessiva.

Quest'aspetto, già ampiamente sottoposto a valutazione per la tipologia di impianti fissi a terra realizzati una decina di anni orsono, aveva sicuramente rappresentato una condizione che, nel lungo periodo, avrebbe potuto influire sul mantenimento della fertilità dei suoli in previsione della cessazione dell'operatività degli impianti con il pieno ritorno al totale eventuale riuso agricolo del suolo.

Nel caso degli impianti descritti, considerando che la quota di superficie pari a circa **0,2152 ha**, è occupata da fabbricati, circa **5,7879 ha** da aree di viabilità di accesso e interne non impermeabilizzate e che la superficie da ritenersi coperta dai moduli è pari a **16,8977 ha**, la superficie totale dell'area non agricola è di totali **22,9008 ha** su una superficie complessiva del sistema agrivoltaiico di **89,2458 ha**.

A fronte di una superficie effettivamente non coltivabile di **22,9008 ha**, risulta coltivabile una superficie totale di **66,3450 ha** comprensiva di parte del suolo sotto gli inseguitori, che rappresentando una quota percentuale sulla superficie complessiva del sistema agrivoltaiico interessato dall'intervento del **74,34%**, rientrando così nei parametri previsti al Cap. 2.3, punto A.1) delle Linee guida per gli impianti agrivoltaiici che impone che tale superficie sia superiore al **70%** del totale.

$$(66,3450 \text{ ha} : 89,2458 \text{ ha} = 0,7434 \text{ cioè } 74,34\%)$$

Inoltre la percentuale di superficie di ingombro sottostante la proiezione dei pannelli pari a **28,3364 ha** su **89,2458 ha** totali della superficie del sistema agrivoltaiico, corrisponde a una quota del **31,75%**, che rispetta il valore massimo del **40%** del **LAOR** (**Land Area Occupation Ratio**) previsto dalle linee guida ministeriali per l'agrivoltaiico.

Tutti i valori indicati sono derivati, come esplicitato sopra, dal fatto che la coltivazione del suolo agrario interesserà anche una porzione contigua allo spazio centrale già coltivato di circa **1,00 m per lato** di quanto considerato coperto dai moduli in sezione, poiché sarà possibile utilizzare anche una fascia di

terreno a questi sottostante, destinando la parte residua lungo la fila non coltivabile a fini produttivi a colture prative con la funzione di soddisfare la quota di “greening”.

4. IPOTESI COLTURALE E ROTAZIONE

Sulla base delle variazioni che la presenza delle strutture degli impianti comporta nei confronti delle colture a terra, la scelta delle specie e delle rotazioni può dipendere da una serie di fattori legati al contesto pedo-climatico, alle esigenze delle colture e all'esigenza di una meccanizzazione delle lavorazioni compatibile con la struttura dell'impianto.

La giacitura dell'area sulla quale si intende collocare gli impianti agrovoltaiici è regolare e tendenzialmente pianeggiante, in conseguenza dell'origine alluvionale della piana in sinistra idrografica del torrente Scrivia, per cui non sono presenti dislivelli significativi o discontinuità nel profilo del suolo.

Il clima appartiene alle zone temperate–mediterranee con vegetazione climatica planiziale padana, distribuzione bimodale delle precipitazioni medie mensili, con due massimi equinoziali e due minimi in inverno e in estate, tipica della pianura Padana, come anche l'andamento delle temperature medie mensili, che è crescente dal mese di gennaio fino ai valori più alti in luglio, per poi decrescere, anche se negli ultimi anni si è assistito all'aumento dei periodi siccitosi e caldi

L'area è quindi inquadrabile nel regime pluviotermico sublitoraneo, ovvero con un massimo principale delle precipitazioni in autunno, sottotipo Padano tipico delle regioni a sud del Po, dove si ha un minimo invernale ed una marcata siccità accompagnata da elevata umidità relativa dell'aria in estate.

In merito alla natura del suolo, si rimanda alla “Relazione descrittiva e del contesto agronomico dell'impianto”, sottolineando però che l'area vede la presenza di terreni piuttosto sciolti, con subsoil tendenzialmente ghiaiosi e con limitata capacità naturale di ritenzione idrica del subsoil e in molte aree anche del topsoil.

Tutta quest'area è storicamente a vocazione agricola con assoluta prevalenza di coltivazioni a seminativo in rotazione, principalmente con colture a ciclo-autunno vernino quali frumento, orzo, pisello proteico, favino e colza, a ciclo primaverile-estivo come il girasole e, ove le disponibilità aziendali di fonti irrigue lo consentono, con mais da granella o mais da trinciato e pomodoro da industria, mentre per la natura del subsoil tendenzialmente ghiaioso, non si praticano colture ortive o frutticole..

Tali colture sono usualmente inserite in un programma agronomico di rotazione biennale o triennale, in un'alternanza di diverse colture in anni successivi sullo stesso terreno, ovviamente anche sulla base della convenienza del conduttore del fondo, in ragione delle variazioni dei prezzi di mercato delle diverse colture al fine di massimizzare il reddito ritraibile.

Una certa influenza nelle scelte del conduttore è anche condizionata dalla politica comunitaria in termini di PAC con il sostegno economico che si può differenziare nel tempo a favore delle diverse colture e delle scelte rotazionali.

Di seguito il prospetto delle colture usualmente praticate in zona con le minime caratteristiche relative ai loro cicli, specificando che non si attuano normalmente colture in 2° raccolto a causa delle crescenti limitate disponibilità idriche.

Tabella 1: Elenco delle colture praticate in zona

Coltura	Ciclo di coltivazione	Coltura irrigua	Coltura miglioratrice	Coltura sfruttrice	Sviluppo in altezza	Mezzo di raccolta
Frumento	Ottobre-Giugno	no	-	si	60-70 cm	Mietitrebbia
Orzo	Ottobre-Giugno	no	-	si	60-70 cm	Mietitrebbia
Colza	Ottobre-Giugno	no	-	si	70-80 cm	Mietitrebbia
Mais granella	Aprile-Ottobre	si	-	si	250-280 cm	Mietitrebbia
Mais trinciato	Aprile-Settembre	si	-	si	250-280 cm	Mietitrebbia
Pomodoro	Aprile-Agosto	si	-	si	40 cm	A macchina
Girasole	Aprile-Agosto	si	-	si	100 cm	Mietitrebbia
Favino	Ottobre-Giugno	no	si	-	60-80 cm	Mietitrebbia
Pisello proteico	Ottobre-Maggio	no	si	-	60-80 cm	Mietitrebbia
Cece	Marzo-Luglio	no	si	-	40-50 cm	Mietitrebbia

Si precisa che l'azienda dispone di acqua irrigua con bocchette di presa dislocate in vari punti, tali da consentire l'utilizzo su tutte le superfici interessate e che il sistema utilizzabile per favorire il risparmio idrico è quello delle manichette a terra in plastica, che non interferirebbero quindi con la presenza delle strutture dell'impianto fotovoltaico. Naturalmente, in mancanza di esperienze in tal senso, almeno nelle fasi iniziali dopo la realizzazione dell'impianto, saranno privilegiate colture possibilmente non irrigue.

Come risulta dalle denunce ai fini PAC, nel corso degli ultimi anni sui terreni interessati dall'intervento, le colture effettivamente praticate secondo una rotazione biennale sono state le seguenti:

- ❖ Frumento
- ❖ Mais da trinciato
- ❖ Mais da granella
- ❖ Pomodoro da industria
- ❖ Girasole
- ❖ Favino o pisello proteico

Per le ragioni pedologiche sopra accennate e per l'usuale tipologia di colture praticate in zona stabilmente ritenute quelle più adatte al contesto agricolo, risulta quindi poco sensato ipotizzare di modificare radicalmente l'utilizzo agricolo del suolo a seguito della realizzazione dell'impianto fotovoltaico, anche perché questo comporterebbe un conseguente ridisegno delle strutture e dei processi aziendali, al momento non ipotizzabili o prevedibili, dovendosi dare continuità alle destinazioni d'uso colturale già diffuse, se compatibili con la presenza dell'impianto.

Anche colture come il frumento, il mais, il pomodoro e il girasole, tipicamente bisognose di un notevole grado d'insolazione nel periodo primaverile-estivo, potrebbero avere in questo contesto la possibilità di concludere con rese ottimali il loro ciclo produttivo, pur non essendo ritenute, in genere, adatte a condizioni di parziale ombreggiamento.

Infatti, sulla base dei presupposti tipologici degli impianti monoassiali in progetto e della loro collocazione spaziale sulla superficie agraria in termini di distanza, dell'orientamento delle file in direzione nord-sud e della capacità degli inseguitori di ruotare il piano dei moduli fotovoltaici di circa 250° nell'arco della giornata, la quantità di radiazione che arriva al suolo nelle strisce coltivate è comunque rilevante nelle stagioni di sviluppo delle piante.

Per le colture già ritenute adatte alla riduzione parziale dell'ombreggiamento come la segale, l'orzo, l'avena, il loietto, la colza, i piselli e il cece, non vi sarebbero in assoluto condizionamenti nelle rese produttive, agevolate dalla minore dispersione di umidità dal suolo.

Si rimanda infatti a quanto già esplicitato al punto 2 di pag. 3 della relazione, per il quale un parziale ombreggiamento nelle ore centrali del giorno avrebbe effetti positivi sulla coltura sia per la riduzione dell'eccessiva insolazione nelle ore più calde, sia per la riduzione degli sbalzi termici nell'arco del giorno.

Al momento, quindi la scelta sull'uso delle colture negli spazi coltivati al fine di proseguire l'utilizzo agricolo dei fondi è da limitare a tali colture.

Poiché non esistono esperienze pregresse e affidabili, né in Provincia di Alessandria né in altre realtà nazionali o internazionali testate in contesto climatico come quello dell'area in esame, **l'approccio agronomico alle scelte colturale è, necessariamente, di tipo sperimentale**, ovviamente adattabile e modificabile sulla base degli esiti che via via saranno valutati nelle annate agrarie successive, anche in relazione all'andamento della domanda di mercato dei prodotti agricoli e, purtroppo anche delle possibili variazioni del contesto climatico già evidenti negli ultimi anni.

Vale la pena ribadire come **non esista uno schema nell'agrovoltaiico valido per tutte le situazioni**, in quanto deve essere trovato un equilibrio che valorizzi contemporaneamente sia l'efficienza fotovoltaica sia le redditività delle colture praticate, sia un necessario vantaggio ambientale in presenza di condizione pedo-climatiche, di impiantistica tecnologica e di inserimento ambientale molta variabili da sito a sito.

In merito all'impiego della meccanizzazione e agli adattamenti necessari in relazione allo schema di progetto indicato, si deve rilevare che le strutture monoassiali a inseguimento previste nel progetto, con punto di rotazione dei pannelli fotovoltaici posti su palo a **3,20 m** dal suolo, consentono di operare nello spazio dell'interfila coltivato con le normali attrezzature già disponibili in azienda, salvo accorgimenti che riducano al minimo il rischio di contatto con le strutture mobili; in tal senso sarà valutata la possibilità di dotare i macchinari impiegati di sistemi software di controllo della guida durante le lavorazioni.

Ovviamente le operazioni meccaniche dovranno essere preferibilmente realizzate nel momento nel quale, alternativamente nel corso della giornata, i pannelli hanno la massima inclinazione verso est (al mattino) o verso ovest (alla sera), per consentire un agevole operatività anche fino a 1,0-1,50 m dalla linea dei pali di supporto, avendo l'estremo più elevato del pannello posizionato a oltre 5 metri dal suolo.

Per le operazioni di concimazione o comunque di distribuzione al suolo di liquidi fertilizzanti o di presidi funzionali al controllo delle malerbe o dei parassiti, sarà sufficiente un passaggio al centro dell'interfila utilizzando le normali barre di irrorazione poste a livello della coltura in prossimità del terreno, quindi possibile indipendentemente dalla posizione dei pannelli. Similmente gli interventi nella ristretta fascia posta sotto le file delle strutture che reggono i pannelli, sarà agevolmente possibile utilizzando barre laterali portate dalla motrice che può quindi operare rimanendo a oltre 2 m dalla linea dei sostegni.

In merito alle lavorazioni del suolo, potrà essere valutata anche la possibilità di sostituire alla normale aratura la lavorazione minima, "minimum tillage" o la semina su sodo "sod seeding".

Per quanto riguarda la raccolta dei prodotti, non si ritiene che siano necessari particolari adattamenti tecnologici, in quanto le mietitrebbie per la raccolta dei cereali o delle leguminose da granella sono già normalmente dotate di una barra che si sviluppa lateralmente a livello del suolo, mentre il corpo centrale

della macchina, più alto, si può collocare a debita distanza rispetto alla linea dei pannelli fotovoltaici.

Anche per le colture foraggere le operazioni di taglio e di fienagione sono praticabili senza particolari problemi operando nell'interfila, senza interagire con gli impianti fissi del fotovoltaico

Anche la raccolta del foraggio dal prato permanente della fascia sottostante alle file, risulta agevole con le usuali macchine portate dalla motrice e che operano parallelamente al suolo sporgendosi lateralmente.

Si riportano di seguito alcuni schemi di utilizzo dei macchinari, possibili anche nei punti estremi di inclinazione per ogni lato degli inseguitori, che si verificano al mattino e alla sera, ma che sono possibili anche a tutte le ore del giorno in quanto la motrice non entra mai nel raggio di rotazione dei pannelli.

Figura 2: Schema di impiego di mezzi portati lateralmente dalla motrice

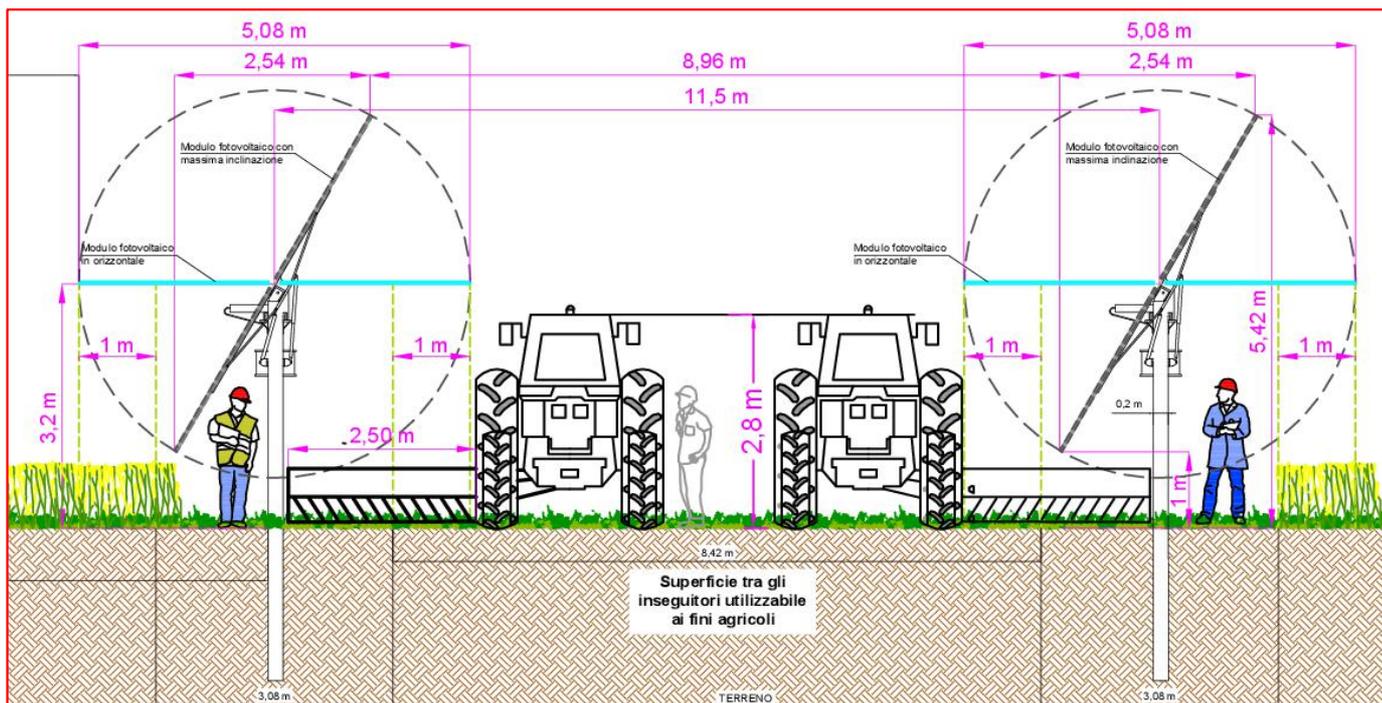
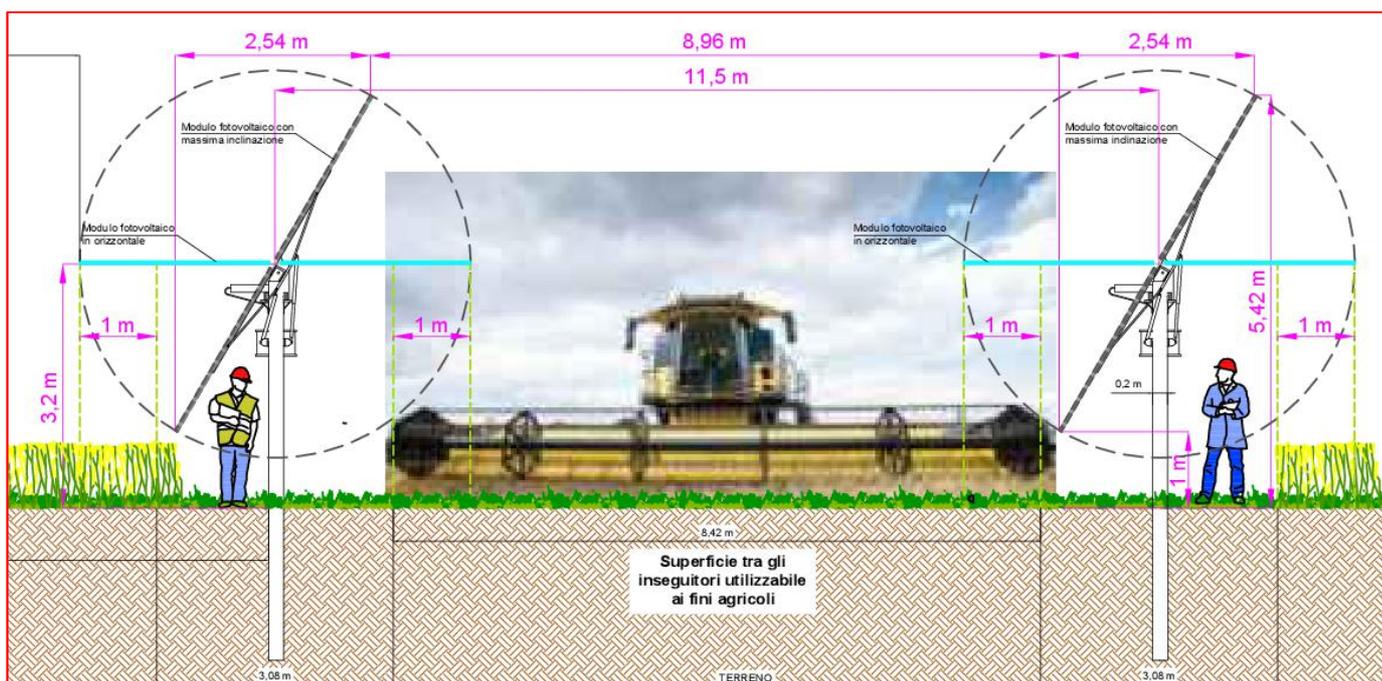


Figura 3: Schema di impiego di mietitrebbiatrice per la raccolta di cereali



Al fine di ridurre al minimo i rischi di interferenza delle macchine con le strutture portanti degli inseguitori e con i pannelli, si ritiene di poter suddividere il suolo in due porzioni o strisce che si sviluppano nel senso della lunghezza delle file di inseguitori.

Al di sotto dei pali infissi al suolo si individua una striscia di circa **2 m**, di cui **1,0 m** da un lato della fila di pali e **1,0 m** dall'altro, sulla quale si provvederà a seminare un prato permanente di essenze erbacee miste di leguminose e graminacee in grado di resistere alle condizioni di aridità del periodo estivo, pur ridotte dalla presenza della copertura parziale dei pannelli, **composto da un miscuglio in parti uguali**, delle seguenti specie:

- **Trifoglio ladino selvatico** (*Trifolium repens repens* L.)
- **Festuca rossa** (*Festuca rubra tricophyla*) + (*Festuca rubra rubra*)

Entrambe le specie sono adatte ad ambienti tendenzialmente xerofiti (secchi) con poca illuminazione e sono in grado di costituire prati permanenti di lunga durata, non necessitando di particolari cure.

La presenza del trifoglio garantisce l'apporto di azoto mantenendo e accrescendo in tal modo la fertilità del suolo a tutto vantaggio della componente sfruttatrice costituita dalla graminacea associata.

Lo sfruttamento avviene con un taglio a fine primavera o in estate per ottenere foraggio per uso zootecnico, tendenzialmente al mese di giugno dopo aver raccolto la coltura principale nell'interfila a ciclo autunno-vernino o a fine estate per le colture a ciclo primaverile-estivo.

Le operazioni di taglio e di raccolta sono possibili fino alla linea dei pali di sostegno degli inseguitori, grazie ad attrezzi portati lateralmente alla trattrice che, come evidenziato dagli schemi precedentemente riprodotti, possono operare senza provocare danni alle strutture fisse che supportano i moduli fotovoltaici.

Per quanto concerne le operazioni relative al prato, considerando che le stesse sono possibili solo dopo che la coltura praticata nell'interfila è stata raccolta, si prevedono i seguenti lavori da sviluppare nell'ambito del conto colturale come segue:

- **1° anno**
 - settembre: lavorazione estiva del suolo con aratura leggera o sarchiatura;
 - settembre/ottobre: preparazione del suolo con erpicatura e concimazione;
 - ottobre: semina del prato
 - giugno: primo taglio per favorire l'accestimento delle graminacee
 - fine agosto: eventuale ulteriore taglio per favorire il ricaccio della stagione successiva
- **2° anno**
 - marzo/aprile: concimazione minerale a base di azoto, potassio e fosforo
 - giugno: primo taglio produttivo sulle aree con colture autunno-vernine nell'interfila
 - settembre: secondo taglio produttivo sulle colture autunno-vernine nell'interfila, primo taglio produttivo sulle aree con colture a ciclo primaverile estivo o trinciatura dello strato erbaceo senza asportazione del prodotto
- **3° anno e successivi**
 - marzo/aprile: concimazione minerale a base di potassio e fosforo
 - fine giugno: primo taglio produttivo
 - settembre: secondo taglio produttivo o trinciatura dello strato erbaceo senza asportazione

Nel caso in cui l'ordinamento aziendale non prevedesse l'utilizzo di foraggio e/o non vi fosse la convenienza economica alla raccolta, sarà sufficiente un passaggio durante il periodo estivo per una trinciatura del soprassuolo senza raccolta del prodotto, consentendo un rilevante apporto al suolo di sostanza organica in grado di mantenerne la fertilità, che si andrà ad aggiungere all'apporto di azoto proveniente dalle micorrize radicali dalla specie di leguminosa impiegata.

In via sperimentale, la sostanza organica non raccolta derivante dalla trinciatura o dal taglio del prato, potrebbe essere anche sparpagliata e distribuita con un semplice ranghinatore sulla fascia coltivata e interrata con la successiva aratura, fornendo un rilevante apporto al suolo di fertile sostanza organica.

Soprattutto per il taglio di fine estate, che sarà inevitabilmente costituito da una minore quantità di prodotto vegetale a causa del pregresso periodo di carenza d'acqua nel periodo estivo, è possibile comunque lasciare il prodotto trinciato sulla superficie della striscia nel sottofila per contribuire alla concimazione organica del suolo, andando ad aggiungersi all'apporto di azoto dalle micorrize radicali.

Per la striscia di circa **9,5 m** compresa tra le file di inseguitori, dove è possibile effettuare tutte le lavorazioni di aratura, preparazione del terreno, semina, diserbo, concimazione e raccolta con le normali e usuali macchine agricole, **si prevede di reiterare i cicli di rotazione diffusi e consolidati in zona e attualmente già praticati dal conduttore attuale dei fondi**, che prevedono l'impiego di cereali da paglia, alternati a leguminose o a colture da rinnovo per un periodo ricorrente e ripetitivo di 2 anni, riconducibile ad un ciclo di 4 anni per il cambio della coltura primaverile-estiva, come di seguito schematizzato.

- ❖ 1° anno – **Frumento o orzo** o altro cereale vernino, **colza**, con semina autunnale e raccolta al mese di giugno;
- ❖ 2° anno – **Coltura annuale da rinnovo** a semina primaverile, alternata negli anni in ragione delle migliori opportunità legate all'andamento del prezzo di mercato, con colture quali **cece, favino o pisello proteico** o una foraggera come il **loietto** o **l'avena da foraggio**.

La soluzione prospettata **mantiene, in perfetta coerenza, la tipologia di colture che sono già oggi praticate su detti terreni**, con la sola variante dell'esclusione della coltura del mais per il fatto che lo sviluppo in altezza della pianta che può superare i 2,0 m dal suolo anche per le cultivar a minore sviluppo, comporterebbe possibili interferenze con il movimento degli inseguitori, limitando con una certa quota di ombreggiamento la redditività fotovoltaica dei pannelli.

Per quanto concerne la coltura del pomodoro da industria, che deve necessariamente essere provvisto di un adeguato impianto di irrigazione, si ritiene conveniente non utilizzarlo come elemento fondante della rotazione agraria almeno nelle prime annate di coltivazione dell'interfila, eventualmente mettendo in atto esperienze su porzioni limitate per valutarne il possibile inserimento nella rotazione negli anni successivi.

Il piano colturale riportato nella tabella seguente è sviluppato su una rotazione di 4 annate agrarie (due rotazioni biennali), convenzionalmente compresa tra l'11 novembre di un anno e il 10 novembre dell'anno successivo, senza colture in 2° raccolto e coinvolgendo poco il periodo estivo più siccitoso e caldo, non facendo ricorso, almeno inizialmente alle usuali pratiche irrigue.

Mediante la scelta di tali colture si hanno i seguenti vantaggi:

- Tutte le colture non raggiungono l'altezza di 1 m da terra e quindi non interferiscono con l'impianto;
- La presenza di colture non irrigue, almeno inizialmente, non comporterà l'aggravio in termini di costi

colturali che deriva dalla parcellizzazione delle aree da servire;

- Tutte le colture sono gestibili con le stesse macchine agricole già in uso per le attuali coltivazioni;
- I rischi di danni da incendio sono alquanto ridotti considerato il limitato periodo di permanenza di colture allo stato secco nell'interfila, mancando la presenza di colture nel periodo più caldo dell'anno;
- Risultano limitati i passaggi con macchine agricole lungo l'interfila per la bassa incidenza di operazioni per la distribuzione di antiparassitari, diserbanti e lavori meccanici durante lo sviluppo della coltura.

Durante la stessa annata agraria quindi, il terreno sarà occupato per oltre la metà della superficie dalle colture generalmente solo dall'inizio dell'autunno alla fine della primavera, potendo in tal modo sfruttare un regime pluviometrico più generoso e abbondante e solo per la restante parte da aprile a luglio per le colture a ciclo primaverile-estivo, rimanendo per il resto del tempo nella condizione di riposo colturale.

Per tale ragione il prospetto del piano colturale che è riportato di seguito, indicherà soltanto i mesi di effettiva presenza della coltura.

Nel caso del prato che si troverà sotto la fila degli inseguitori, nella tabella viene escluso il 1° anno, le cui operazioni colturali sono già state dettagliate alla pagina precedente, riportando solo quelle che si verificheranno ad avvenuto insediamento del prato permanente.

Non è possibile a oggi valutare se la durata del prato permanente sia effettivamente tale o se possa essere necessario, dopo 8-10 anni, intervenire con una sua risemina totale o possa essere sufficiente una trasemina, precedute da leggere sarchiature per mantenerne l'efficienza.

Di seguito lo schema di ciclo colturale ipotizzato come previsione di partenza a titolo sperimentale-

Tabella 2: Schema di conto colturale ripartito su un ciclo di 4 anni

Superf. coltivab.	Mesi Coltura	1° annata agraria												2° annata agraria												3° annata agraria												4° annata agraria											
		N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O
40%	Fumento/orzo	A				B	B	C					A				B			C				A				B	B	C					A				B			C							
40%	Colza																A	B		C																					A					C			
40%	Cece																A	B		C																													
40%	Loietto/Avena foraggio					A	B				C																		A	B			C																
40%	Favino/Pisello proteico																																								A					C			
20%	Prato permanente									C	C										C	C												C	C											C	C		

Legenda

A Preparazione, concimazione, semina	B Concimazione + eventuali trattamenti	C Raccolta della produzione in campo
Periodo di riposo colturale	Periodo di coltivazione	

Si ribadisce comunque che **l'introduzione della consociazione dei terreni agricoli con le strutture di impianto dell'agrovoltaiico non muta in alcun modo la tipologia, la natura e le modalità di coltivazione delle colture già oggi praticate in zona.**

Per la variazione del consumo idrico delle colture e fino all'eventuale adozione di colture irrigue, come ampiamente motivato dal punto di vista agronomico al punto 1 di pag. 3 della relazione, **la presenza dei moduli fotovoltaici consentirà un risparmio dei consumi idrici rispetto alla condizione pre-impianto e rispetto alla gestione delle medesime colture in terreni contigui aventi la sola destinazione agricola.**

In tal senso, considerato l'andamento climatico recente che lascia prevedere in un quadro di

cambiamento climatico repentino, una progressiva diminuzione della piovosità con evidenti ripercussioni sulla disponibilità idrica da prelievi nel sottosuolo tramite pozzi, come nel presente caso, il sicuro risparmio idrico conseguente all'installazione dell'impianto fotovoltaico, potrà garantire una maggiore continuità nel mantenimento dei livelli produttivi unitari, nonché una significativa diminuzione dei costi di produzione.

Si ribadisce inoltre che, in caso di successiva adozione di colture che ne hanno necessità, come il pomodoro da industria, i sistemi previsti e disponibili sono quelli che consentono già un livello di risparmio elevato, in quanto l'adduzione idrica alle colture verrebbe effettuata prevalentemente con l'uso di manichette forate o di ali gocciolanti in materiale plastico appoggiate al suolo, che sono totalmente rimovibili alla fine del ciclo colturale nel quale sono impiegate.

In linea previsionale e puramente a titolo sperimentale, non si esclude di valutare anche l'utilizzo di una coltura foraggera poliennale come l'erba medica, anche se nella zona interessata è poco praticata mentre è molto diffusa nell'areale preappenninico posto più a est.

In merito alla quantificazione del risparmio medio in termini di consumi irrigui nel caso di adozione di colture che ne necessitano, è impossibile a priori indicare dati certi, in quanto i fattori che determinano tali valori sono ottenibili solo sperimentalmente e a posteriori in un numero di annate statisticamente significative in considerazione dei parametri che ne influenzano l'entità e che sono variabili di anno in anno, quali, in maniera particolare, **l'andamento pluviometrico e quello termico**.

Inoltre, secondo recenti studi in impianti pilota di matrice agrovoltaiica, pur essendo la materia ancora per buona parte in fase sperimentale, viene uniformemente valutato che la produzione per unità di superficie coltivata possa aumentare proprio in conseguenza delle variazioni favorevoli dell'ambiente agronomico, conseguente a tutte le influenze derivanti dalla presenza degli impianti agrovoltaiici elencati a pag. 3 della relazione.

In merito all'uso di fitofarmaci, si precisa che, **rispetto alle tecniche attuali, non vi saranno variazioni né della tipologia di agrofarmaco né relativamente alle quantità impiegate**, in quanto le colture e i cicli saranno gli stessi che sono attualmente praticati.

Appare ovvio che, in termini assoluti, con la diminuzione effettiva della superficie coltivata rispetto alla superficie territoriale precedentemente adibita al solo uso agricolo, si abbia una diminuzione della produzione agricola che si stima quantitativamente compresa tra il 15% e il 20% della produzione attuale, in ragione della possibilità di coltivare anche una porzione di suolo posto sotto le file di inseguitori, come illustrato precedentemente nel corpo della perizia, aumentando così il valore della S.A.U. effettiva ben oltre il 70% minimo previsto.

Tale valutazione porta a concludere che la perdita temporanea di suolo, quello che viene comunemente indicato con il termine di **"consumo di suolo"**, intendendo in tal senso le aree comprensive delle aree effettivamente sottratte alla coltivazione per l'insediamento di strutture fisse, di viabilità interna e di aree comunque non più coltivate, considerando in queste anche gli "effetti di disturbo" come gli spazi di manovra dei mezzi meccanici e dei reliquati non convenientemente coltivabili che le stesse implicano al di là delle superfici effettivamente occupate, sia ragionevolmente stimabile tra il **15%** e il **20%** del totale delle aree interessate, quindi in un range compreso tra **15 ha** e **25 ha** su un totale complessivo di **89,25 ha** della superficie complessiva d'intervento.

Non è in alcun modo possibile determinare in maniera analitica precisa il dato del consumo di suolo espresso in unità di misura di superficie e **non se ne capisce l'utilità** in funzione del fatto che **tutte le opere realizzate sono totalmente reversibili, con la possibilità del completo ripristino della condizione pedologica, ambientale e agronomica ante intervento**, mediante l'integrale rimozione di tutte le opere in progetto.

Si ritiene inoltre che tale obbiettiva temporanea riduzione di suolo adibito alla produzione agricola debba essere analizzata e pesata **in ragione del significativo vantaggio pubblico riferibile all'inderogabile e impellente necessità di incrementare il processo di avvicinamento all'autosufficienza energetica che sta alla base di tutte le politiche nazionali ed europee attuali.**

In caso di variazione dell'ordinamento produttivo dell'azienda agricola, potranno essere valutate anche soluzioni diverse da quelle già esposte nel ciclo colturale indicato o anche solo in ipotesi, non escludendo la presenza nell'interfila di colture da orto o finalizzate allo sfruttamento zootecnico compreso il pascolo diretto e nella striscia sotto fila l'utilizzo di arbusti a fini produttivi.

5. RISPETTO DEI PARAMETRI DELLE LINEE GUIDA DEL MISE

In merito al rispetto delle indicazioni fornite dalle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaiici per il riconoscimento della qualifica di impianto agrivoltaiico, sono di interesse della Società committente i requisiti **A.1 – A.2 – B.1 – B.2 – D.2.**

5.1. Requisiti A - L'impianto rientra nella definizione di “agrovoltaiico”

Questo requisito è finalizzato alla verifica delle condizioni necessarie dell'impianto per non compromettere la continuità dell'attività agricola, garantendo, nel contempo una sinergica ed efficiente produzione energetica. Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali, che sono identificati nei 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;

5.1.1. Requisito A.1

Come determinato a pag. 8 della relazione sulla base dei dati della Tav. EI.01 dal titolo “LAY-OUT GENERALE IMPIANTO E VERIFICA PARAMETRI AGRIVOLTAICO”, risulta che la percentuale di superficie coltivabile rispetto alla superficie totale è pari al **74,34%**, quindi superiore al limite minimo previsto del **70,00%**.

74,34% > 70,00%

5.1.2. Requisito A.2

Come determinato a pag. 8 della relazione sulla base dei dati della Tav. EI.01 dal titolo “LAY-OUT GENERALE IMPIANTO E VERIFICA PARAMETRI AGRIVOLTAICO”, risulta che la percentuale di superficie coperta dai pannelli rispetto alla superficie totale è pari al **31,75%**, quindi inferiore al limite massimo previsto dal LAOR del **40,00%**.

31,75% < 40,00%

5.2. Requisiti B – Garanzia di produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

Questo requisito è volto a verificare che nel corso della vita tecnica utile dell'impianto devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, per cui dovranno essere verificati:

- B.1** – La continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;
- B.2** – La producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaiico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento dell'efficienza della stessa;

5.2.1. Requisito B.1

In merito a tale aspetto si analizzino i dati stimati nel successivo Capitolo 6 al paragrafo 6.2, nel quale sono determinati i conti colturali delle singole tipologia di coltura prevista nel ciclo colturale degli anni seguenti alla messa in campo degli impianti fotovoltaici.

Considerata la molteplicità delle colture previste nella rotazione prospettata che, pur rispettando l'indirizzo colturale di massima preesistente, ha comportato l'esclusione delle colture più redditizie e diffuse praticate attualmente sui terreni, che sono il mais e il pomodoro da industria, diventa un calcolo privo di significativo rilievo economico un confronto ipotetico non suffragato da dati economici certi con le colture che sono state previste.

Essendo inoltre il mondo agricolo caratterizzato da aziende spesso diverse per molti parametri che influiscono sulla redditività, tra i quali sicuramente ha rilievo la natura del suolo, la dotazione di macchinari e di processi tecnologici e l'abilità imprenditoriale del conduttore, qualsiasi analisi comparativa di produttività tra aziende diverse è sempre alquanto aleatoria.

Il mantenimento dell'indirizzo colturale di massima è da intendersi tale in quanto viene mantenuta la rotazione base tra colture a ciclo autunno-vernino e colture a ciclo primaverile-estivo, oltre che tra colture sfruttatrici e colture miglioratrici, senza perdere o acquisire attività di produzione di beni caratterizzati da marchi DOP o DOCG.

In merito a tale requisito, l'impianto sarà dotato di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola sulla base delle specifiche indicate del successivo requisito D.2.

5.2.2. Requisito B.2 – Producibilità elettrica minima

In base a tale requisito e per le caratteristiche dell'impianto, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaiico (FV_{agri} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FV_{standard} in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima

Come determinato sulla base dei dati della Tav. EI.01 dal titolo "LAY-OUT GENERALE IMPIANTO E VERIFICA PARAMETRI AGRIVOLTAICO", risulta che il valore del **FV_{AGRI}** è pari **1,05 GWh/ha/anno**, mentre l'**FV_{standard}** è pari a **1,25 GWh/ha/anno**, definendo un rapporto tra i due parametri del **84,00%** in linea con i limiti richiesti in quanto

84,00% > 60,00%

5.3. Requisito D.2 – Continuità dell'attività agricola

Poiché i valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto, è prevista la messa in atto di un'attività di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alla continuità dell'attività agricola con analisi dell'impatto delle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

L'azione di monitoraggio da eseguirsi nel corso dell'intera vita di attività dell'impianto, si baserà sulla verifica puntuale dell'esistenza e la resa delle coltivazioni e sul mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Tale attività potrà essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo, diverso da quello che ha collaborato al progetto iniziale, con una cadenza almeno biennale in relazione alla formulazione del ciclo colturale di rotazione e sulla base di una guida o disciplinare che fornisca puntuali indicazioni sulle informazioni da asseverare, ad oggi non disponibile.

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 come sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi e trattamenti fitosanitari.

La rilevazione dei dati di monitoraggio per la valutazione dei risultati tecnici ed economici della coltivazione sarà effettuata seguendo la metodologia RICA.

6. SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA INTEGRATA

6.1. Premessa

Questo capitolo ha lo scopo di redigere un'analisi economica in merito alla sostenibilità dell'attività agricola da attuarsi, contestualmente all'installazione dell'impianto agrivoltaico, all'interno dell'area a tale fine destinata.

Si deve subito precisare che l'analisi previsionale non può essere ritenuta certa ma solo probabile in ragione dei seguenti aspetti e limiti estimativi, in parte dovuti alla natura di per sé tipicamente aleatoria dell'attività agricola e per la maggior parte riferibili alla contingente situazione internazionale a tutti nota, e precisamente:

- La redditività dei terreni è condizionata dall'andamento climatico e, sempre più di frequente, dal manifestarsi di fenomeni atmosferici sempre più intensi;
- L'andamento del mercato dei prodotti agricoli, inserito in un circuito internazionale di globalizzazione dello scambio di derrate agricole non è prevedibile, ma spesso soggetto a consistenti variazioni di prezzo che, oscillando intorno ad un prezzo medio, possono spaziare tra il 50% e il 150% dello stesso;
- I costi di produzione sono molto variabili in ragione delle rilevanti possibili variazioni sia dei fattori a utilità semplice come sementi, concimi e antiparassitari, sia per l'intrinseca e consolidata variabilità dei costi di funzionamento dei mezzi di produzione, principalmente in ragione del prezzo dell'elettricità e del gasolio per autotrazione;

- Le stesse scelte colturali, già condizionate dalla variabilità dei prezzi sul mercato, dipendono anche dalla componente derivante dagli incentivi della PAC, non prevedibili neanche sul medio periodo e assolutamente non ipotizzabili sul lungo periodo;
- La gestione di un'attività agricola in un contesto di convivenza con gli impianti in progetto produrrà sicuramente degli effetti al rialzo sui costi di produzione agricola per l'aumento dei tempi morti di lavorazione, per la dispersione della attività nelle fasce coltivabili tra le file e per i maggiori costi di distribuzione delle acque irrigue, per importi che, in mancanza di dati derivanti da esperienze consolidate in tal senso, non sono oggettivamente certi ma solo stimabili con un ragionevole ma significativo "range" di possibile variazione.
- Le produzioni agricole, rapportate alla superficie effettivamente messa a coltura, si ritiene che non subiscano eccessive variazioni a causa della convivenza con gli impianti fotovoltaici per tutte le ragioni già esposte nella relazione agronomica sull'uso del suolo.

Per tali motivi, la valutazione che verrà di seguito proposta è riconducibile ad una condizione media statistica di produzione e di valore di mercato, ma con una stima dei costi di coltivazione aggiuntivi a quelli ordinari in condizione di sola coltura agraria che ha solo la condizione di ragionevole probabilità.

Per le ragioni sopra indicate e per effettuare una valutazione che sia indipendente dai fatti contingenti degli ultimi anni (emergenza Covid e tensioni internazionali dipendenti dai conflitti in essere), i valori presi in esame sono quelli dell'annata agraria 2019/2020, considerata quindi come condizione ordinaria.

La rotazione considerata, già illustrata nella suddetta relazione comprende la presenza sulla metà della superficie di un cereale vernino come **il frumento o la colza** e, sulla restante parte, di una successione di **cece, loietto o avena da foraggio, favino o pisello proteico**.

Non viene presa in considerazione il reddito della fascia prevista per la larghezza di 1.00 o di 1,50 m a cavallo della fila di pali di supporto degli inseguitori, in quanto non in grado di produrre alcun reddito, salvo la possibilità di eventuali future agevolazioni nell'ambito degli aiuti comunitari della PAC.

Tutte le elaborazioni sono state effettuate con riferimento alla superficie unitaria di 1 ettaro per semplicità di calcolo e poiché il conduttore dei fondi interessati risulta anche affittuario di altri fondi della stessa proprietà aventi la sola destinazione agricola, oltre che di terreni di altre proprietà.

Si precisa inoltre che il conduttore sulla porzione di terreni su cui insisteranno gli impianti agrivoltaici non corrisponderà alla proprietà alcun canone di affitto, essendo in tal senso almeno sgravato dal suddetto costo.

6.2. Determinazione dei bilanci unitari delle singole colture

6.2.1. Metodologia di calcolo

La stima di tale valore può essere valutato attraverso la differenza tra i ricavi ordinariamente ottenibili dalle superfici calcolate e i costi sostenuti, entrambi in condizioni di ordinarietà e in coltura irrigua, sulla base delle caratteristiche dei suoli, in ragione della loro tessitura e della capacità di ritenzione idrica.

Nel caso specifico, è abbastanza agevole determinare i ricavi mediante la consultazione dei listini prezzi nei dati di archivio della CCAA di Alessandria, disponibile al sito internet

http://www.al.camcom.gov.it/PriceLists/Pub/ArchiveChapter?id_level_1=1

e per quanto riguarda la stima dei costi attraverso la consultazione dei dati di archivio del sito della Associazione Provinciale Trebbiatori e Motoaratori di Alessandria, reperibile al link

<http://www.assotrebbiatorial.it/listino-lavorazioni-aptma/>

In relazione al reperimento dei prezzi medi, va considerato il fatto che il periodo di possibile vendita del prodotto, salvo alcune colture da seme di leguminose per le quali il periodo di commercializzazione è abbastanza ristretto e segue di solito l'epoca di raccolta, si estende per la maggior parte dal periodo estivo-autunnale dell'anno di produzione fino alla primavera di quello successivo.

Nel merito i dati disponibili elaborati dalla CCIAA che riportano i prezzo di mercato (mercuriali), sono forniti con listino di rilievo settimanale o di riferimento annuale con l'evidenza del prezzo massimo e minimo che un determinato prodotto agricolo ha avuto nel corso dell'anno indicato.

Ad avviso del perito, il riferimento al rilievo del prezzo come media tra il valore massimo e quello minimo registrati nel corso dell'anno solare, non può ritenersi sufficientemente affidabile per i motivi elencati di seguito e che riconducono al concetto, fondamentale in estimo, di ordinarietà dei dati economici, intesi come i valori che si verificano con la più elevata frequenza.

- Nei primi 4-6 mesi di ogni anno i prezzi sono ancora riferiti alle produzioni dell'annata agraria precedente e non a quella in corso, mentre quelli dell'annata in corso avranno continuità fino ai primi 3-4 mesi dell'anno solare successivo;
- Pensare che il valore mediamente percepito dal produttore sulla base della semplice media tra prezzo massimo e prezzo minimo, non tiene conto del fatto che le vendite reali avvengono non in maniera scaglionata e continua, ma in periodi piuttosto concentrati, sia in ragione del livello del prezzo più o meno appetibile sia in relazione alle possibilità di stoccaggio e conservazione del prodotto che ogni azienda ha a disposizione.
- Punte di prezzo al minimo o al massimo, possono riferirsi a transazioni di quantità molto limitate di prodotto, non rappresentando quindi un elemento di affidabilità in un'ottica di media ponderata del prezzo di vendita, che dovrebbe definire il prezzo medio al quale è stata venduta la maggiore quantità di prodotto scambiata.

Per tali ragioni si ritiene di applicare il criterio di individuazione del prezzo di vendita indicato di seguito, diversificato per le tipologie di prodotto, come esplicitato.

- 1) In caso di prodotti aventi un limitato periodo di commercializzazione, in genere concentrato nei 2 mesi successivi alla raccolta (foraggi freschi), saranno consultati e mediati i prezzi relativi ai listini settimanale dei rispettivi periodi di rilevamento di mercato;
- 2) In caso di prodotti aventi un lungo periodo di commercializzazione (frumento, colza, cece e fieno), il prezzo ritenuto adeguato deriverà da una media dei prezzi settimanali rilevati nei periodi di maggiore commercializzazione, di solito riferibili a metà ottobre, a metà dicembre e a fine febbraio dell'anno successivo.

I valori ottenuti possono essere poi arrotondati per difetto o per eccesso per valutazioni del tecnico.

6.2.2. Coltura del Frumento/Orzo

In merito alla coltura del frumento, si ritiene di poter valutare in media un costo di produzione di complessivi **890,00 €/ha/anno**, risultante dalle seguenti voci di costo, ritenute valide anche eventualmente per l'orzo, con l'avvertenza di ritenere compensabile il ricavo derivante dalla vendita della paglia (prodotto secondario) con la metà del costo di trebbiatura.

▪ Aratura in terreno franco con una certa quota di substrato ghiaioso	€/ha/anno	240,00
▪ Preparazione del terreno e semina	€/ha/anno	120,00
▪ Acquisto semente	€/ha/anno	120,00
▪ Concimazione presemina e di copertura	€/ha/anno	200,00
▪ Trattamenti fitosanitari	€/ha/anno	50,00
▪ Trebbiatura e trasporto paglia (quota del 50% al netto del valore della paglia)	€/ha/anno	60,00
▪ Spese generali, assicurative e di ammortamento (quota sul Capitale Agrario)	€/ha/anno	100,00
	Totale	€/ha/anno 890,00

Considerato il livello del prezzo di mercato della granella di frumento a **165,00 €/t** con una produzione ordinaria di **6 t/ha/anno**, si stima come ordinaria una Plv di **990,00 €/ha/anno**.

In relazione al costo di produzione dei cereali vernini in associazione al fotovoltaico, come calcolato sopra in **890,00 €/ha/anno**, si ottiene un reddito netto annuale pari al valore di **100,00 €/ha/anno**.

6.2.3. Coltura della Colza

Per la coltura della colza si stima un costo di produzione unitario pari a **900,00 €/ha/anno**, sulla base delle seguenti voci di costo:

▪ Aratura in terreno franco con una certa quota di substrato ghiaioso	€/ha/anno	150,00
▪ Preparazione del terreno con estirpatura ed erpicatura	€/ha/anno	80,00
▪ Concimazione di fondo e di copertura	€/ha/anno	90,00
▪ Acquisto prodotti per diserbo	€/ha/anno	60,00
▪ Distribuzione diserbo	€/ha/anno	60,00
▪ Sarchiatura o fresatura	€/ha/anno	80,00
▪ Distribuzione trattamenti fitosanitari	€/ha/anno	50,00
▪ Acquisto presidi fitosanitari	€/ha/anno	80,00
▪ Raccolta	€/ha/anno	150,00
▪ Spese generali	€/ha/anno	100,00
	Totale	€/ha/anno 900,00

Considerato il livello del prezzo di mercato della colza a **350,00 €/t** con una produzione ordinaria di **3,0 t/ha/anno**, si stima come ordinaria una Plv di **1.050,00 €/ha/anno**.

In relazione al costo di produzione della colza in associazione al fotovoltaico, come calcolato sopra in **900,00 €/ha/anno**, si ottiene un reddito netto annuale pari al valore di **150,00 €/ha/anno**.

6.2.4. Coltura del Cece

Nel caso del **cece**, coltivato in 1° raccolto, si stima un costo di produzione pari a **920,00 €/ha/anno**, sulla base delle seguenti voci di costo:

▪ Aratura in terreno franco con una certa quota di substrato ghiaioso	€/ha/anno	150,00
▪ Preparazione del terreno con estirpatura ed erpicatura	€/ha/anno	80,00
▪ Concimazione presemina e di fondo	€/ha/anno	50,00
▪ Acquisto prodotti per diserbo	€/ha/anno	50,00
▪ Distribuzione diserbo	€/ha/anno	90,00
▪ Sarchiatura o fresatura	€/ha/anno	80,00
▪ Distribuzione trattamenti fitosanitari	€/ha/anno	50,00
▪ Acquisto presidi fitosanitari	€/ha/anno	60,00
▪ Raccolta e pulizia	€/ha/anno	210,00
▪ Spese generali	€/ha/anno	100,00
	Totale €/ha/anno	920,00

Considerato il livello del prezzo di mercato del cece a **600,00 €/t** con una produzione ordinaria di **2 t/ha/anno**, si stima come ordinaria una Plv di **1.200,00 €/ha/anno**.

In relazione al costo di produzione del cece in associazione al fotovoltaico, come a calcolato sopra in **920,00 €/ha/anno**, si ottiene un reddito netto annuale pari al valore di **280,00 €/ha/anno**.

6.2.5. Coltura del Loietto

Nel caso del **Loietto**, coltivate in asciutta, si stima un costo di produzione pari a **720,00 €/ha/anno**, sulla base delle seguenti voci di costo:

▪ Aratura del terreno	€/ha/anno	120,00
▪ Preparazione del terreno e semina	€/ha/anno	70,00
▪ Acquisto semente	€/ha/anno	80,00
▪ Concimazione presemina e di copertura	€/ha/anno	90,00
▪ Taglio del prato	€/ha/anno	60,00
▪ Voltafieno, andanatura, rotopressatura e trasporto	€/ha/anno	200,00
▪ Spese generali	€/ha/anno	100,00
	Totale €/ha/anno	720,00

Considerato il livello del prezzo di mercato di tale foraggio a **90,00 €/t** con una produzione ordinaria di **10 t/ha/anno**, si stima come ordinaria una Plv di **900,00 €/ha/anno**.

In relazione al costo di produzione di foraggio da loietto in associazione al fotovoltaico, come calcolato sopra in **720,00 €/ha/anno**, si ottiene un reddito netto annuale pari al valore di **180,00 €/ha/anno**.

6.2.6. Coltura dell'Avena da foraggio

Per la coltura dell'avena da foraggio, si è stimato il costo ordinario di produzione pari a **660,00 €/ha/anno**, come somma delle voci riportate di seguito:

▪ Aratura del terreno	€/ha/anno	120,00
▪ Preparazione del terreno e semina	€/ha/anno	70,00
▪ Acquisto semente	€/ha/anno	100,00
▪ Concimazione presemina	€/ha/anno	70,00
▪ Taglio, fienagione e trasporto	€/ha/anno	200,00

- Spese generali, assicurative e di ammortamento (quota sul Capitale Agrario) €/ha/anno 100,00
- Totale €/ha/anno 660,00**

Considerato il livello del prezzo di mercato della foraggera di **100,00 €/t** con una produzione ordinaria di **8,5 t/ha/anno**, si stima come ordinaria una Plv di **850,00 €/ha/anno**. In relazione al costo di produzione dell'avena da foraggio in associazione al fotovoltaico, come calcolato sopra in **660,00 €/ha/anno**, si ottiene un reddito netto annuale pari al valore di **190,00 €/ha/anno**.

6.2.7. Coltura del favino o del pisello proteico

Nel caso delle leguminose in oggetto, coltivata in asciutta a ciclo primaverile, si stima un costo di produzione pari a **750,00 €/ha/anno**, sulla base delle seguenti voci di costo:

- Aratura €/ha/anno 240,00
 - Preparazione del terreno e semina €/ha/anno 120,00
 - Acquisto semente €/ha/anno 100,00
 - Concimazione presemina con concimi fosfo-potassici €/ha/anno 60,00
 - Diserbo con acquisto e distribuzione €/ha/anno 60,00
 - Trebbiatura €/ha/anno 120,00
 - Spese generali €/ha/anno 50,00
- Totale €/ha/anno 750,00**

Considerato il livello del prezzo di mercato della leguminosa di **190,00 €/t** con una produzione ordinaria di **4,5 t/ha/anno**, si stima come ordinaria una Plv di **855,00 €/ha/anno**. In relazione al costo di produzione del favino e del pisello in associazione al fotovoltaico, come calcolato sopra in **750,00 €/ha/anno**, si ottiene un reddito netto annuale pari al valore di **105,00 €/ha/anno**.

6.3. Calcolo del reddito netto medio unitario

Sulla base dei valori unitari stimati, si determina il valore medio annuo del reddito netto per i 4 anni della rotazione prevista, che sono riassunti nella tabella seguente con il calcolo della media annua complessiva per il previsto ciclo di rotazione.

Tabella 3: Calcolo del reddito medio unitario per il ciclo di rotazione

Anno del ciclo di rotazione	Reddito netto coltura (€/ha/anno)					Media annuale (€/ha/anno)	Media totale (€/ha/anno)
	Frumento	Loietto/avena	colza	cece	Favino/Pisello Prot		
1° anno	100,00	185,00				142,50	
2° anno			150,00	280,00		215,00	
3° anno	100,00	185,00				142,50	
4° anno			150,00		105,00	127,50	
Totale						156,87	

Dalle analisi dei dati economici effettuati con riferimento all'ipotesi della coltura in associazione all'impianto fotovoltaico con le caratteristiche previste dal progetto tecnico, si ritiene che l'attività agricola

che si ritiene di poter continuare a sviluppare, sia comunque in grado di essere sostenibile in quanto in grado di fornire un reddito netto ipotizzato di 167,75 €/ha/anno, arrotondabile a **160,00 €**, pur evidenziando dei valori percepibili dal conduttore ad un livello inferiore rispetto all'attuale condizione.

Tortona, lì 13/02/23

Il Tecnico

(Dott. Agr. Delio Barbieri)

A circular professional stamp of the Agronomists' Order of Alessandria. The stamp contains the text: "ORDINE DOTTORI AGRONOMI E POTAMETRICI", "Dott. BARBIERI DELIO", and "n. 101". To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads "Delio Barbieri".

Firmata digitalmente