

AgroPhotoVoltaico Multi-uso e aspetti di mitigazione

IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI SPERIMENTALI IN FUNZIONE DEL DESIGN

COMUNE DI ASCOLI SATRIANO (FG)

Indice

1. Introduzione	3
2. Il contesto normativo	5
2.1 Il procedimento autorizzativo.....	8
3. SoW.....	10
4. Descrizione del sito.....	11
4.1 Layout dell'impianto.....	12
4.2 Caratterizzazione del suolo.....	14
4.3 Aspetti climatici	14
5. Soluzioni.....	16
5.1 Rotazioni.....	16
5.2 Land Equivalent Ratio (LER).....	18
6. Soluzioni agro-zootecniche.....	21
7. Sperimentazione.....	23
7.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni.....	23
7.2 Progettazione delle soluzioni irrigue	27
8. Design sperimentale.....	28
8.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle.....	28
8.2 Gestione delle attività e manutenzione.....	36
9. Monitoraggio della sperimentazione	38
9.1 In situ	38
9.2 Risultati attesi	38
10. Computo metrico.....	39
10.1 Analisi di costi e ricavi dell'attività agro-zootecnica.....	39
11. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento	47
11.1 Benefici dell'impianto APV	47
11.2 Impatti ambientali	48
12. Cronoprogramma	49

1. Introduzione

Con il termine AgroPhotoVoltaic (abbreviato APV) si indica un settore, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione, sullo stesso terreno, di impianti fotovoltaici.

La cosiddetta "generazione distribuita", infatti, non potrà fare a meno, per molte ragioni, di impianti "su scala di utilità" che occupano nuovi terreni oggi dedicati all'agricoltura per una parte. Per essere possibile è necessario adottare nuovi criteri di impiantistica, utilizzando criteri e modalità di gestione completamente nuovi per il nuovo settore APV. Esempi del passato di questo tipo di settore sono le "serre fotovoltaiche" nate non per esigenze agricole, ma per creare moduli fotovoltaici da collocare su terreno su cui, altrimenti, non sarebbe stato possibile installare impianti. Ora è necessario mescolare la produzione agricola ed elettrica in nuovi sistemi.

I sistemi agrovoltaici sono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (PV) con la produzione agricola e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di Agricoltura 4.0 e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, garantirà una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto, sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione.

Il Piano Agro-Solare ha come obiettivi principali l'incremento della produttività dei terreni agricoli coinvolti, attraverso lo sviluppo dell'agricoltura biologica, anche con nuove coltivazioni accanto a quelle tradizionali, compresi gli aspetti zootecnici e di sicurezza sul lavoro. Il programma mira alla produzione di energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con il territorio, puntando all'impiego di mezzi agricoli elettrici. Il presente *Report* vuole essere di supporto all'Azienda per comprendere i fattori che agiscono sulla scelta della coltura in funzione del *design* impiantistico dell'impianto fotovoltaico.

Il presente studio, oltre a valutare gli aspetti di sinergia tra colture agrarie e Fotovoltaico, mira anche a sperimentare l'applicazione di una Apicoltura 4.0 con gli impianti di produzione di energia rinnovabile.

Negli ultimi anni in Europa e in altri Paesi del mondo sono stati segnalati numerosi fenomeni di mortalità delle api o di spopolamento degli alveari, che in alcuni casi hanno assunto aspetti particolarmente preoccupanti.

Oggi gli addetti al settore concordano sul fatto che non esista un'unica causa alla base di questi fenomeni di morie, ma che siano piuttosto coinvolti diversi fattori che possono agire singolarmente, contemporaneamente o in sinergia. Le ricerche svolte finora hanno messo in evidenza che i fattori di rischio più probabili sono:

- i trattamenti fitosanitari,
- le malattie delle api,
- le pratiche apistiche,
- l'andamento climatico.

I trattamenti fitosanitari sono particolarmente critici e rilevanti, soprattutto quelli effettuati in primavera-estate nelle aree a coltivazione intensiva.

Incrementare uno studio, attraverso la tecnologia 4.0, permetterebbe di valutare l'andamento fisiologico delle api compresa la moria, effettuando un allevamento sostenibile connesso alla realizzazione di un impianto agrovoltaico.

Inoltre, il presente studio ha considerato l'utilizzo di colture maggiormente adatte al territorio e in funzione degli aspetti agricoli locali e sociali.

2. Il contesto normativo

Negli ultimi anni l'ONU, l'Unione europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate, con particolare attenzione, delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili nei principali Stati mondiali ed europei.

A livello internazionale, nel settembre del 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee di azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti Agrovoltaici per la produzione di energia rinnovabile.

L'Unione europea ha recepito immediatamente l'Agenda 2030, obbligando gli Stati membri ad adeguarsi a quanto stabilito dall'ONU.

Il 10 novembre 2017, in Italia, è stata approvata la SEN 2030, Strategia Energetica Nazionale fino al 2030. Contiene obiettivi più ambiziosi dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione emissioni CO₂;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

A livello europeo, invece, l'art. 194 del Trattato sul funzionamento dell'Unione europea prevede che l'Unione debba promuovere lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili per meglio allineare e integrare gli obiettivi in materia di cambiamenti climatici nel nuovo assetto del mercato.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (direttiva UE/2018/2001), nel quadro del pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», inteso a far sì che l'Unione europea sia il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare l'UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi.

La nuova direttiva stabilisce un nuovo obiettivo in termini di energie rinnovabili per il 2030, che dev'essere pari ad almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una clausola su una possibile revisione al rialzo entro il 2023.

A partire dal 2021, nell'ambito del nuovo pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», la direttiva ha stabilito un obiettivo complessivo dell'UE in materia di energie rinnovabili per il 2030. Gli Stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nazionali nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima. I predetti piani saranno valutati dalla Commissione europea, che potrà adottare misure per assicurare la loro realizzazione e la loro coerenza con l'obiettivo complessivo dell'UE. I progressi compiuti verso gli obiettivi nazionali saranno misurati con cadenza biennale, quando gli

Stati membri dell'UE pubblicheranno le proprie relazioni nazionali sul processo di avanzamento delle energie rinnovabili.

Dunque, negli ultimi anni l'Unione europea ha incentivato notevolmente l'utilizzo di pannelli fotovoltaici al fine di produrre nuova energia "pulita" che dovrebbe contribuire a soddisfare il fabbisogno annuo di energia elettrica di ogni Stato.

L'UE per il periodo successivo al 2020 ha voluto fornire indicazioni ben precise agli investitori sul regime post-2020. Infatti, la strategia a lungo termine della Commissione definita «Tabella di marcia per l'energia 2050» del 15.12.2011 (COM(2011)0885) delinea i diversi possibili scenari per la decarbonizzazione del settore energetico che sono finalizzati al raggiungimento di una quota di energia rinnovabile pari ad almeno il 30% entro il 2030. In mancanza di ulteriori interventi da parte dei diversi Stati membri, dopo il 2020, si assisterà ad un rallentamento della crescita delle energie rinnovabili. Ulteriori indicazioni da parte della Commissione si hanno tramite la pubblicazione, nel marzo 2013, di un Libro verde dal titolo «Un quadro per le politiche dell'energia e del clima all'orizzonte 2030» (COM(2013)0169) con il quale vengono ridefiniti alcuni obiettivi strategici, quali la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e il sostegno alla crescita, alla competitività e all'occupazione nell'ambito di un approccio che associ alta tecnologia, efficienza in termini di costo e efficacia nell'utilizzo delle risorse. A questi tre obiettivi strategici sono associati tre obiettivi principali per le riduzioni delle emissioni dei gas serra, l'energia rinnovabile e i risparmi energetici. Il libro verde fa riferimento ad una riduzione del 40% delle emissioni, entro il 2030, al fine di poter conseguire una riduzione dell'80-95% entro il 2050, in linea con l'obiettivo concordato a livello internazionale di limitare il riscaldamento globale a 2 °C.

Successivamente, la Commissione nella sua comunicazione del 22 gennaio 2014 dal titolo «Quadro per le politiche dell'energia e del clima per il periodo dal 2020 al 2030» (COM(2014)0015), risolvendo il problema posto dagli Stati membri, nel Libro verde, ha proposto di non rinnovare gli obiettivi nazionali vincolanti per le energie rinnovabili dopo il 2020. Infatti, è previsto un obiettivo vincolante, solo a livello di UE, della riduzione del 27% del consumo energetico da fonti rinnovabili in modo tale da stimolare la crescita nel settore dell'energia.

Nell'ambito della più ampia strategia relativa all'Unione dell'energia (COM(2015)0080) la Commissione ha pubblicato un pacchetto legislativo dal titolo «Energia pulita per tutti gli europei» (COM(2016)0860) del 30 novembre 2016. Si tratta di un passo di fondamentale importanza perché comprende una proposta di revisione della direttiva sulla promozione delle fonti

energetiche rinnovabili (direttiva (UE) 2018/2001) con l'obiettivo di rendere l'UE un leader mondiale nel campo delle fonti rinnovabili e garantire il conseguimento dell'obiettivo di un consumo di energia da fonti rinnovabili pari ad almeno il 27% del totale dell'energia consumata nell'UE entro il 2030. La proposta di direttiva presentata dalla Commissione mira, inoltre, a promuovere ulteriormente le fonti rinnovabili nel settore dell'energia in sei diversi settori quali l'energia elettrica, la fornitura di calore e freddo, la decarbonizzazione e diversificazione nel settore dei trasporti (con un obiettivo di fonti rinnovabili per il 2030 pari ad almeno il 14% del consumo totale di energia nei trasporti), la responsabilizzazione e informazione dei clienti, il rafforzamento dei criteri di sostenibilità dell'UE per la bioenergia, e l'assicurazione che l'obiettivo vincolante a livello di UE sia conseguito in tempo e in modo efficace in termini di costi.

La proposta di modifica della direttiva sulla promozione delle fonti energetiche rinnovabili è stata concordata in via provvisoria il 14 giugno 2018 con un accordo che ha fissato un obiettivo vincolante a livello di UE pari al 32% di energia da FER entro il 2030. Il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato formalmente la direttiva modificata sulla promozione delle energie rinnovabili (direttiva (UE) 2018/2001) nel dicembre 2018.

In Italia il recepimento di questa direttiva comunitaria è stato anticipato prima attraverso il Decreto Milleproroghe (Legge 30 dicembre 2019, n. 162), poi con il decreto Rilancio (legge 19 maggio 2020, n. 34) e il *Superbonus*, che hanno attivato diversi meccanismi incentivanti.

Recentemente l'Unione si è attivata, altresì, per prevedere una nuova strategia agrovoltica europea da inserire nella futura Politica Agricola Comune (PAC), finalizzata alla promozione di questa nuova tecnologia in tutta Europa. La Commissione europea, per sostenere l'Agrovoltico, intende attuare iniziative all'interno della *Farm to Fork Strategy* europea, con lo scopo di accelerare la transizione verso un nuovo sistema alimentare sostenibile. La Commissione, inoltre, ha già proposto di integrare l'Agrovoltico nella *Climate Change Adaptation Strategy*, in via di approvazione, e vi sono varie proposte volte all'inserimento dell'Agrovoltico nelle Agende europee in materia di transizione energetica.

A livello nazionale nel 2020 il MISE (Ministero dello Sviluppo Economico), ha adottato il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), che rappresenta uno strumento fondamentale per far volgere la politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Più nel dettaglio, il Piano nazionale integrato energia e clima prevede che in Italia per raggiungere gli obiettivi prefissati si dovrebbero installare circa 50 GW di impianti fotovoltaici entro il 2030, con

una media di 6 GW l'anno e considerando che l'attuale potenza installata annuale è inferiore a 1 GW è chiaro che è necessario trovare soluzioni alternative per accelerare il passo. Basti pensare che solamente in Italia il fabbisogno annuo di energia elettrica è pari a 320 TWh (dati Terna) e solo 24 TWh derivano da impianti fotovoltaici.

2.1 Il procedimento autorizzativo

Un ulteriore aspetto normativo che interessa l'installazione di impianti Agrovoltaiici sui terreni agricoli in Italia sono gli adempimenti autorizzativi e ambientali. Preme far presente che nel corso degli anni gli iter autorizzativi si sono spesso sovrapposti tra loro, creando non poche difficoltà e rallentamenti nell'installazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili.

La direttiva europea 2009/28/CE al fine di favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili ha espressamente chiesto agli Stati membri di semplificare e snellire i vari iter autorizzativi, rendendoli proporzionati e realmente necessari, nonché di rendere più adeguato possibile il procedimento amministrativo, ex lege 241/1990, connesso. Per tali motivi, con il D.M. del MISE del 10 settembre 2010 sono state emanate le Linee Guida al fine di armonizzare gli iter procedurali e autorizzativi per l'installazione degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

Con il d.lgs. n. 28 del 3 marzo 2011 il Governo ha modificato il suddetto D.M. e ha introdotto nuove misure di semplificazione dei procedimenti amministrativi per la realizzazione di impianti di energia rinnovabile. L'attuale quadro procedimentale e autorizzativo in materia di installazione di impianti di produzione di energie rinnovabili è il seguente:

- **Autorizzazione Unica (AU)**- è il provvedimento introdotto dall'articolo 12 del D.Lgs. 387/2003 per l'autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER, al di sopra di prefissate soglie di potenza. Più nello specifico, l'AU è una procedura riservata agli impianti di almeno 20 Kw di potenza che hanno particolari vincoli o caratteristiche che richiedano un esame approfondito dell'Autorizzazione. L'Autorizzazione Unica è rilasciata al termine di un procedimento svolto nell'ambito della Conferenza dei Servizi alla quale partecipano tutte le amministrazioni interessate e costituisce titolo a costruire e a esercire l'impianto e, ove necessario, diventa variante allo strumento urbanistico. Il procedimento unico ha durata variabile. Nel dettaglio le tempistiche per il

rilascio dell'AU sono di 15 giorni per i casi più semplici, i quali si applica anche il principio del silenzio-assenso; 30 giorni nel caso di procedimenti più complessi nei quali è necessario convocare la Conferenza dei Servizi; 90 giorni nei casi in cui l'Amministrazione competente debba richiedere modifiche o integrazioni al progetto (sulle quali decide entro 60 giorni dalla loro presentazione). Nel caso di richiesta della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) i tempi dilatano di ulteriori 45 giorni. Nelle casistiche meno complesse entro 90 giorni dall'avvio della procedura, se non incorrono integrazioni e intoppi, la conferenza dovrebbe garantire la conclusione del procedimento unico, ma ogni richiesta, ogni integrazione, ogni valutazione di impatto ambientale, costituisce una sospensione dei 90 giorni.

La competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica è in capo alle Regioni che possono delegare i compiti alle Province.

Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA)- è la procedura introdotta dalla Direttiva 85/337/CEE del Consiglio delle Comunità europee del 27 giugno 1985. La VIA è una procedura che ha lo scopo di individuare, descrivere e valutare, in via preventiva alla realizzazione delle opere, gli effetti sull'ambiente, sulla salute e benessere umano di determinati progetti pubblici o privati, nonché di identificare le misure atte a prevenire, eliminare o rendere minimi gli impatti negativi sull'ambiente, prima che questi si verifichino effettivamente, è quindi utilizzabile per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica superiori ai 20 kW. La documentazione trasmessa dal proponente viene acquisita dalla DVA, la cui verifica amministrativa è svolta entro 15 giorni dall'acquisizione dell'istanza. Verificata la completezza dell'istanza e della documentazione allegata, tutta la documentazione trasmessa dal proponente è immediatamente pubblicata nel Portale delle Valutazioni Ambientali. Entro 60 giorni dalla data di pubblicazione dell'avviso al pubblico possono essere presentate le osservazioni alla DVA, la quale riceverà anche i pareri delle Amministrazioni e degli Enti Pubblici. Successivamente possono essere presentate: Controdeduzioni, Richiesta d'Integrazioni, Sospensione, Nuova Pubblicazione e Nuova Consultazione Pubblica

2.2 Contesto normativo apistico

L'apicoltura svolge un ruolo cruciale nello sviluppo sostenibile delle zone rurali, e offre un importante servizio ecosistemico tramite l'impollinazione che contribuisce al miglioramento della biodiversità. Gli apicoltori, attraverso la gestione delle colonie di api, svolgono un servizio ambientale di primaria importanza, oltre a salvaguardare un modello produttivo sostenibile nell'ambiente rurale.

L'attuale legge che regola l'apicoltura in Italia è la Legge del 24 dicembre 2004, n. 313 "Disciplina dell'apicoltura" con successiva modifica con d.d.l. del 22 novembre 2016 concernente la disciplina dell'apicoltura amatoriale. Secondo la quale (ART. 1) "si riconosce l'apicoltura come attività di interesse nazionale utile per la conservazione dell'ambiente naturale, dell'economia e dell'agricoltura in generale ed è finalizzata a garantire l'impollinazione naturale e la biodiversità di specie apistiche, con particolare riferimento alla salvaguardia della razza di ape italiana (*Apis mellifera ligustica*) e delle popolazioni di api autoctone tipiche o delle zone di confine". La conduzione zootecnica delle api è considerata a tutti gli effetti attività agricola ai sensi dell'articolo 2135 del Codice civile, anche se non correlata necessariamente alla gestione del terreno (ART. 2). Secondo la suddetta legge (ART. 8) gli apiari devono essere collocati a non meno di dieci metri da strade di pubblico transito e a non meno di cinque metri da confini di proprietà pubbliche o private. Il rispetto delle distanze di cui al primo comma non è obbligatorio se tra l'apiario e i luoghi ivi indicati esistono dislivelli di almeno due metri o se sono interposti, senza soluzioni di continuità, muri, siepi o altri ripari idonei a non consentire il passaggio delle api. Tali ripari devono avere una altezza di almeno due metri. Inoltre, al fine della profilassi e del controllo sanitario, è fatto obbligo a chiunque detenga apiari e alveari di farne denuncia, specificando collocazione e numero di alveari, entro il 31 dicembre degli anni nei quali si sia verificata una variazione nella collocazione o nella consistenza degli alveari in misura percentuale pari ad almeno il 10 per cento in più o in meno. Chiunque intraprenda per la prima volta l'attività nelle forme di cui all'articolo 3 (apicoltore o imprenditore apistico) è tenuto a darne comunicazione ai sensi del comma 2 del ART. 6.

Per normative su base regionale si attiene alla Legge regionale 14 novembre 2014, n. 45 (regione Puglia) "Norme per la tutela, la valorizzazione e lo sviluppo sostenibile dell'apicoltura".

3. SoW

Scopo principale del presente *Report* è definire soluzioni agro-zootecniche da integrare con l'impianto solare per il sito dei Comuni di Stornarella e Orta Nova (FG). Le attività richieste sono relative all'individuazione e alla sperimentazione di soluzioni di utilizzo polivalente del suolo per mitigare l'impatto dei grandi impianti FV e che non influiranno sull'efficienza della produzione energetica.

Inoltre, la sperimentazione che si vuole realizzare nel presente impianto è quella di effettuare una produzione di miele sostenibile, andando a monitorare il benessere delle api, in un contesto di Agricoltura 4.0.

4. Descrizione del sito

L'area oggetto della presente relazione è censita al N.C.T del Comune di Ascoli Satriano (FG); più precisamente interessa i mappali 46, 59, 60, 62, 113 e 143 del foglio 94 di Ascoli Satriano per una superficie complessiva di circa 18 ha. Le coordinate geografiche sono: 41°08'50.97"N, 15°41'35.96"E. L'altimetria è di circa 290 m s.l.m.. L'area di interesse si trova a circa 12 km a Sud-Est della città di Ascoli Satriano e a circa 2 km a Nord-Ovest della frazione di San Carlo D'ascoli. Confina a Sud con la strada provinciale numero 97 (SP97) e si trova a circa 3,5 km a Sud della A16-E842 (Figura 1).



Figura 1. Area individuata dal Catasto con Ortofoto della Cartografia catastale della Provincia di Foggia

4.1 *Layout* dell'impianto

Di seguito (Figura 2), viene individuato il *layout* dell'impianto e l'installazione dei pannelli. L'impianto in questione ha una distanza tra le fila di 11 m di cui 6,02 m utili (Figura 3). I pannelli presentano un'altezza da terra di 2,50 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- (Figura 3).

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrovoltaico ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 18 ha di cui circa 13,7 ha in cui insiste il campo fotovoltaico, la cui potenza complessiva massima sarà pari a 11,72064 Mw.

La superficie risulta essere così ripartita:

- Superficie Totale Impianto APV: **17,8 ha**
- Superficie Coltivata APV: **7,5 ha**, nel computo della superficie coltivata è stata inclusa anche la superficie dedicata all'apicoltura.
- Superficie Pannelli APV: **6,2 ha**
- Tare Interne APV: **4,2 ha**

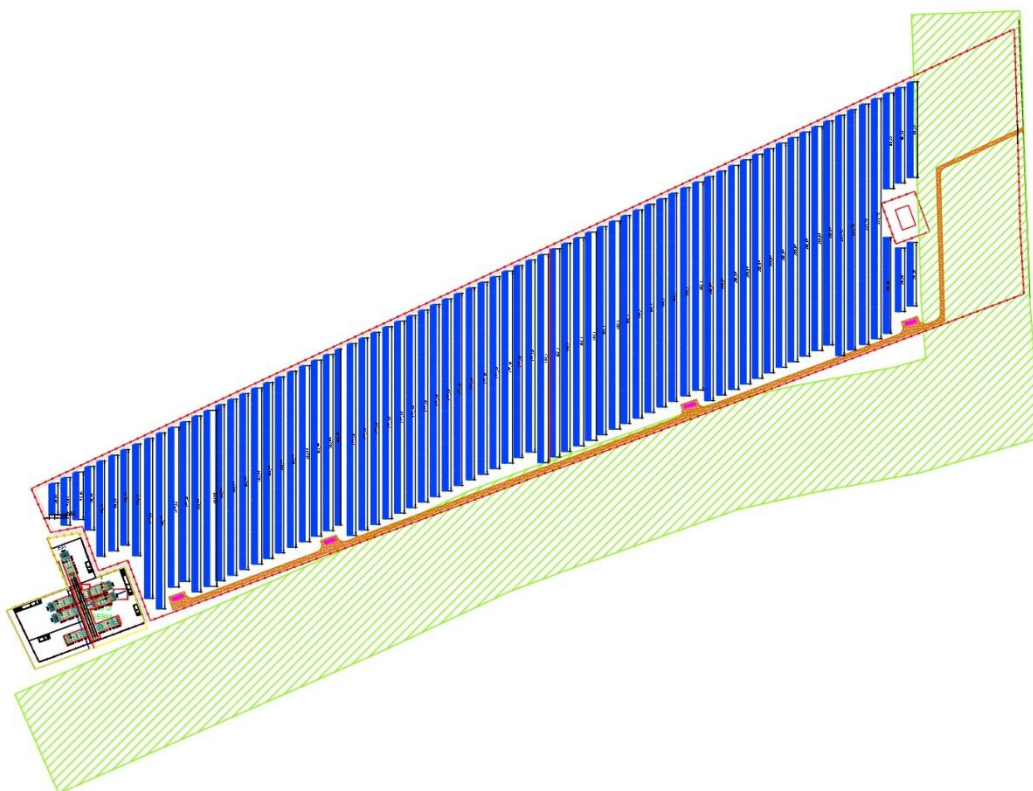


Figura 2. Visualizzazione generale dell'area

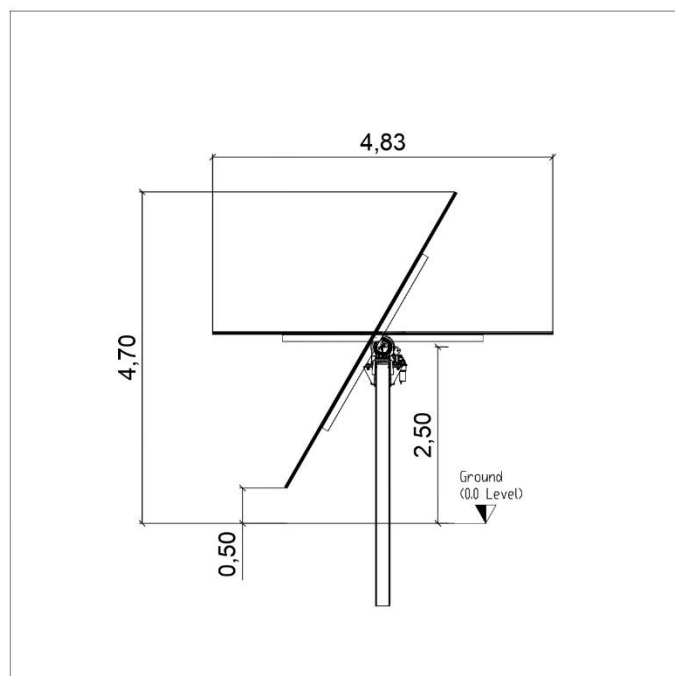


Figura 3. Caratteristiche dell'impianto, sezione orizzontale

4.2 Caratterizzazione del suolo

L'area interessata dall'intervento ospita terreni di genesi marina e terreni di genesi continentale. Geologicamente si distinguono due formazioni geologico-sedimentarie una di origine marina ed una di origine continentale le cui età sono attribuibili al Pleistocene medio.

In particolare, i terreni dell'agro di Ascoli Satriano presentano un buon grado di fertilità, sono freschi, profondi, poveri di scheletro in superficie, ricchi di elementi minerali e *humus* con un discreto contenuto di sostanza organica. I terreni agrari più rappresentati sono quindi a "medio impasto" tendenti allo sciolto, profondi, poco soggetti a ristagni idrici, di reazione neutra, con un buon franco di coltivazione.

4.3 Aspetti climatici

Esistono diversi dati climatici per comprendere il sito in cui verranno implementate le colture. Questi dati influenzano la scelta finale della coltura. La temperatura è il fattore principale da tenere a mente. Per avere una visione ampia del territorio in Figura 4 è riportata la media della temperatura mensile dall'anno 2004 al 2019. Legando la temperatura alle colture è importante osservare il termoperiodismo, cioè la risposta delle piante alle fluttuazioni del livello termico, alle variazioni di temperatura giornaliere o stagionali. In Tabella 1 e 2 vengono riportati rispettivamente gli indici estremi di temperatura con la differenza del 2019 dal valore medio dell'indice di riferimento (periodo 2007-2016) e gli indici estremi di precipitazione con la differenza del 2019 dal valore medio dell'indice di riferimento (periodo 2007-2016).

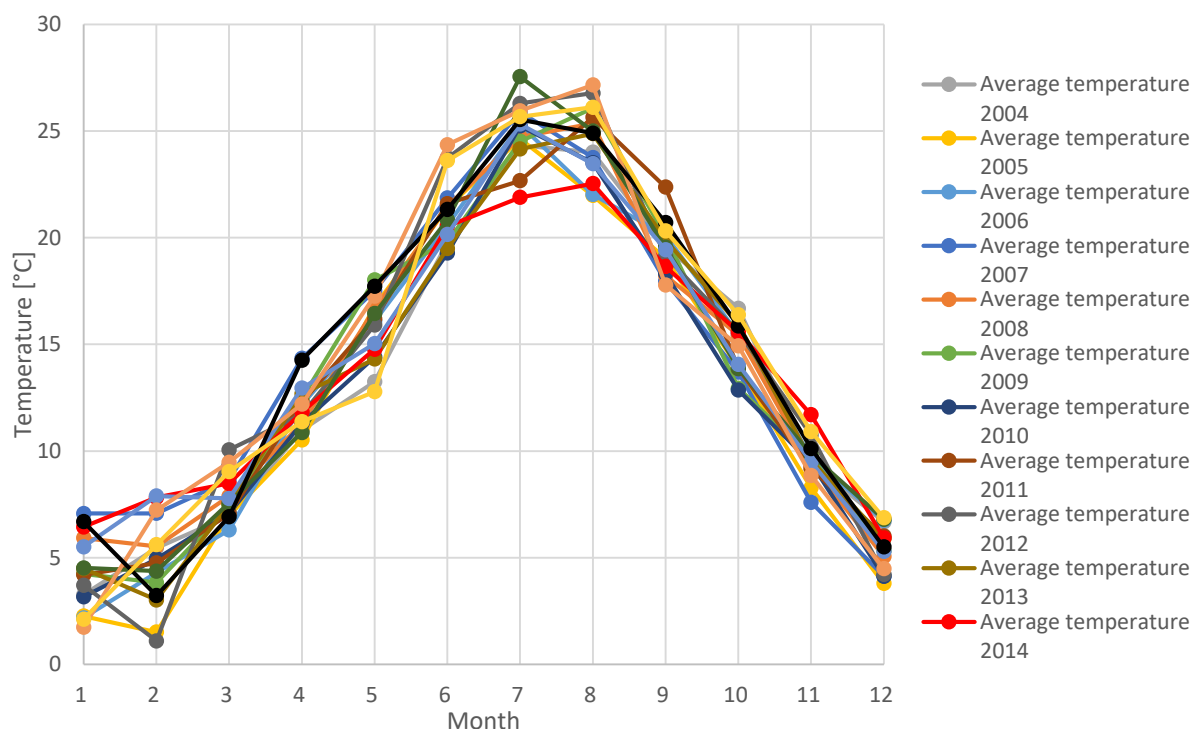


Figura 4. Media delle temperature mensili dal 2004 al 2019 (dati ISTAT)

Provincia	Minimo delle temperature minime (°C)		Massimo delle temperature minime (°C)		Minimo delle temperature massime (°C)		Massimo delle temperature massime (°C)		Giorni con gelo		Giorni estivi		Notti tropicali	
	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016
Foggia	+0,7	-1,2	-1,2	+27,5	-0,3	+3,7	+0,1	+40,1	-2	3	+1	136	+13	68

Tabella 1. Indici di estremi di temperatura; differenza del 2019 dal valore medio dell'indice del periodo 2007-2016; valore medio del periodo di riferimento. Provincia di Foggia (dati ISTAT)

Provincia	Giorni senza pioggia		Giorni con precipitazione >1 mm		Giorni con precipitazione >10 mm		Giorni con precipitazione >20 mm		Giorni con precipitazione >50 mm		Giorni consecutivi con pioggia		Giorni consecutivi senza pioggia		Intensità di pioggia giornaliera (mm)	
	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016	Differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	Valore medio 2007-2016
Foggia	-2	295	+2	71	-2	15	+1	4	-0	0	+1	4	+2	28	-0,8	7,0

Tabella 2. Indici di estremi di precipitazione; differenza del 2019 dal valore medio dell'indice del periodo 2007-2016; valore medio del periodo di riferimento. Provincia di Foggia (dati ISTAT)

5. Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrovoltaico nel sito del Comune di Ascoli Satriano (FG), è vincolata dalle seguenti limitazioni:

1. caratteristiche pedo-climatiche del sito;
2. larghezza delle fasce coltivabili tra i pannelli;
3. altezza dei pannelli da terra.

Il secondo vincolo produce due effetti negativi: 1) limita fortemente la possibilità di meccanizzare le colture, orientando la scelta verso specie che richiedono pochi interventi di gestione e con piccoli macchinari; 2) durante le ore più calde potrebbero verificarsi fenomeni di ombreggiamento, i quali non si ritiene possano causare problematiche a livello fisiologico della pianta.

Il terzo vincolo è forse il più limitante, perché restringe la scelta a quelle specie e/o varietà che hanno un *habitus* strisciante o prostrato, in modo da non superare i 50-90 cm di altezza e quindi non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici.

5.1 Rotazioni

In base a questi dati, si è deciso quindi di puntare in primo luogo su colture che avessero un *habitus* adatto alla tipologia d'impianto APV. Successivamente, tra queste, si è scelto un *set* di colture che fosse adatto alla coltivazione nell'areale del sito d'impianto e che fosse interessante anche dal punto di vista apistico. La scelta, quindi, è ricaduta principalmente su piante officinali poliennali autoctone, specie erbacee spontanee della flora italiana e specie ortive già coltivate in zona.

In particolare, la scelta dell'asparago (*Asparagus officinalis*), pur non essendo principalmente indirizzata all'allevamento apistico, è consequenziale alla tradizione orticola della provincia di Foggia, la quale occupa oltre il 49% della superficie regionale destinata all'orticoltura a pieno campo.

Le colture scelte sono state ideate in un sistema di rotazioni rappresentato in più cicli per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.

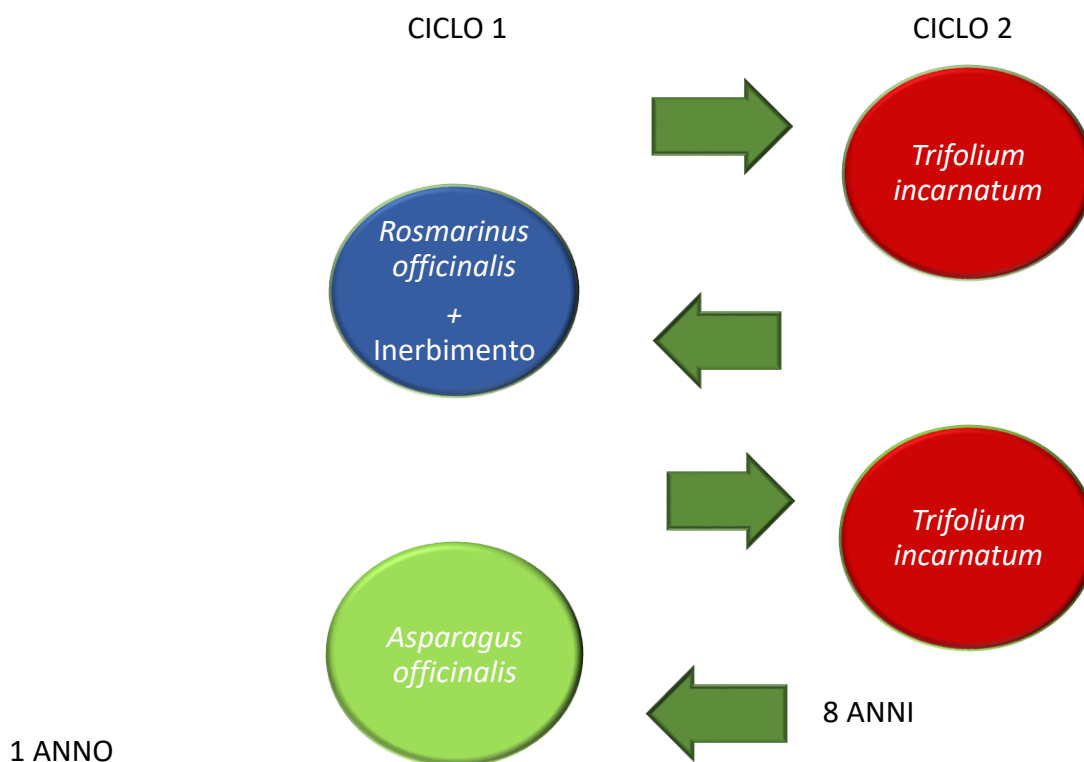
Nel dettaglio, si può considerare un primo ciclo con colture pluriennali (Ciclo 1) e un secondo ciclo con una coltura annuale (Ciclo 2). Dal 36° anno al 40°, ultimo anno utile del sistema APV, si manterrà in coltura solamente il trifoglio.

- **Ciclo 1:** 8 anni con *Asparagus officinalis* e *Rosmarinus officinalis* + Inerbimento.

L'*Asparagus officinalis* viene utilizzato esclusivamente per l'alimentazione umana. Il *Rosmarinus officinalis* è una specie utilizzata per fini apistici e sfalciata ogni anno per la produzione di prodotto fresco ed essiccato. L'inerbimento viene utilizzato esclusivamente per fini apistici ed ambientali. L'impianto delle due specie principali è stato progettato con una durata economica utile di 8 anni. Al nono anno le due colture vengono avvicendate entrambe con *Trifolium incarnatum*, pianta erbacea annuale di alto valore apistico. Al decimo anno l'asparago e il rosmarino + inerbimento andranno ad avvicendare il trifoglio incarnato, ruotando gli appezzamenti.

- **Ciclo 2:** 1 anno con *Trifolium incarnatum*

Il *Trifolium incarnatum* viene utilizzato per fini apistici, per l'alimentazione animale e per la produzione di seme. Al termine del Ciclo 2 le colture vengono avvicendate.



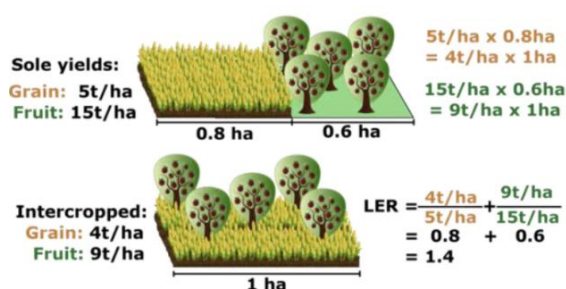
5.2 Land Equivalent Ratio (LER)

Il LER è un concetto elaborato in ambito agronomico che descrive la frazione relativa della superficie agricola richiesta dalle coltivazioni in monocultura affinché forniscano la stessa produzione delle medesime colture, ma realizzate in consociazione fra loro.

Nel caso più semplice di due sole specie coltivate, il LER è il risultato della seguente formula:

$$LER = \frac{Y_{acons}}{Y_{a mono}} + \frac{Y_{bcons}}{Y_{b mono}}$$

Dove i pedici *a* e *b* indicano due ipotetiche coltivazioni agrarie, i termini “*mono*” e “*cons*” indicano, rispettivamente, la condizione monoculturale o quella consociata.



	ROSMARINO	Inerbimento/ Miele	SAU
Superficie netta [ha]	0,4050	0,2430	0,65
Resa mono [kg/ha]	2.562	208	
Resa cons [kg/ha]	1.038	135	
LER	0,41	0,65	1,06

La tabella sta a dimostrare il valore della scelta, per questo impianto APV, della consociazione tra le colture e l'allevamento apistico sulla stessa superficie. Ad esempio, un ettaro di consociazione tra rosmarino e allevamento apistico ha prodotto quanto 0,41 ha di rosmarino e 0,65 ha di superficie apistica. Quindi 1 ha di consociazione equivale a 1,06 ha di attività agricole pure. Il LER risulta essere positivo quando è maggiore ad 1.

	ROSMARINO	Miele	APV	SAU
Superficie netta [ha]	0,65		0,45	1
Resa mono [€/ha]	7.859 €	1.910 €	60.486 €	
Resa cons [€/ha]	3.183 €	1.238 €	40.324 €	
IFR	0.41	0.65	0.67	1.72

La tabella rappresenta il LER rapportato in termini economici, in quanto, l'impianto APV è stato considerato come un'attività agricola effettuata in consociazione, in grado di fornire un reddito all'agricoltore.

Quindi 1 ha di consociazione, considerando l'impianto APV, equivale in termini economici a 1,72 ha di attività agricole pure.

Nelle tabelle seguenti sono elencate le possibili soluzioni e alcuni aspetti agronomici.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <i>Asparagus officinalis</i> Resa: 8-10 t/ha 	L'asparago è una pianta erbacea perenne che può crescere fino a 100-150 cm di altezza (se lasciato vegetare), con steli robusti e ramificati.	L'impianto dell'asparago può essere effettuato con: - seme, poco utilizzato; - zampe di uno o due anni: possono essere messe a dimora sia in autunno che all'inizio della primavera; - plantule in cubetto di 60-70 giorni: tecnica sempre più frequente, con trapianto a marzo-aprile.	L'asparago necessita di un terreno mediamente fertile, ben drenato e soffice. Gli apporti nutritivi dell'asparago risultano necessari soprattutto per quanto riguarda l'azoto e il potassio. Trattandosi di una coltura poliennale risultano molto importanti sia le concimazioni di inizio coltura, sia quelle annuali. All'impianto viene previsto l'interramento di letame o di pollina. La concimazione annuale va effettuata per metà prima della ripresa vegetativa e per metà al termine della raccolta dei turioni.	L'asparago presenta un apparato radicale forte e robusto perciò l'irrigazione viene fornita solo quando il terreno è ben asciutto. L'asparago, infatti, sopporta bene la siccità e non ama terreni pesanti ed umidi, ma è comunque bene evitare di lasciare le piante a lungo senza annaffiatura.	La prima raccolta dei turioni viene effettuata dopo i primi 2-3 anni di vita, tra i mesi di marzo-aprile. La raccolta è scalare (giornalmente o a giorni alterni) e, nella coltura ordinaria, si esegue manualmente. La raccolta meccanica può essere effettuata impiegando macchine agevolatrici.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <i>Rosmarinus officinalis</i> Resa: 3-4 t/ha di prodotto fresco, corrispondenti a circa 1,5-1,8 t/ha di droga grezza secca 	Il rosmarino è una pianta arbustiva perenne, compatta, di taglia medio-alta (altezza massima in coltura 100 cm) con fusti legnosi molto ramificati. Un impianto professionale tende a rimanere produttivo fino a 8-10 anni.	Il rosmarino si riproduce principalmente per talea. I rametti già radicati, prelevati in primavera, vengono messi a dimora in autunno o nella primavera successivi con una densità ottimale di 2 piante/mq (sesto d'impianto 1-1,5 m tra le file e 0,5 m sulla fila).	Il rosmarino si adatta a tutti i tipi di terreno, ma predilige quelli calcarei, leggeri e ben drenati. Si trova prevalentemente in pianura e in collina (da 0 a 650 m s.l.m.). Predilige luoghi soleggianti e non tollera gli inverni umidi e freddi. Il rosmarino è una pianta poco esigente in elementi nutritivi e, dopo una buona concimazione di fondo con letame maturo (circa 400 q/ha), l'apporto di elementi chimici può essere facoltativo (60-80 unità/ha alla ripresa vegetativa e 80 unità/ha di fosforo e potassio all'impianto).	L'irrigazione è consigliata solo al momento dell'impianto per garantire l'attecchimento delle piantine. In seguito, quando le piante saranno ben radicate, l'apporto d'acqua dovrà essere limitato al solo periodo estivo e dopo numerosi giorni di caldo secco.	La raccolta va effettuata al momento balsamico, tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate. Per la produzione di olio essenziale si predilige in genere il periodo della piena fioritura. La modalità di raccolta è uno sfalcio in prossimità del terreno.

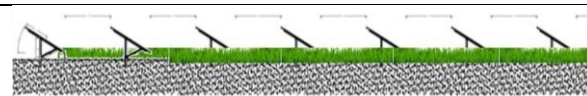
Soluzioni	Adattabilità con il sistema fotovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <i>Achillea millefolium</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Taraxacum officinalis</i> <i>Trifolium subterraneum</i>	Le specie scelte sono di tipo erbaceo sia annuali che poliennali. Le altezze raggiungono un massimo di circa 70 cm.	La semina viene effettuata in autunno, per facilitare la germinazione delle sementi.	Si tratta di specie rustiche che si adattano facilmente a condizioni di clima e di terreno eterogenee.	La richiesta idrica è minima.	Le specie non sono destinate alla raccolta, in quanto destinate ai fini apistici, grazie alle loro fioriture scalari.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <i>Trifolium incarnatum</i> Resa: 25-30 t/ha foraggio fresco; 8-10 q/ha di seme 	Il trifoglio incarnato è una pianta erbacea annuale, con portamento eretto e poco ramificato. Ha un'altezza di circa 30-70 cm.	Il trifoglio incarnato, in coltura pura, si semina ai primi di ottobre con circa 25-45 kg/ha di seme, in file distanti 18-20 cm.	Il trifoglio incarnato è adatto a terreni da sciolti ad argillosi, asciutti, freschi, poveri di calcare e subacidi. In quanto leguminosa, non necessita di concimazioni azotate.	Le irrigazioni risultano essere superflue.	La raccolta viene effettuata in fioritura (giugno) per la produzione di foraggio e in post-fioritura per la produzione di seme.

6. Soluzioni agro-zootecniche

 <i>Apis mellifera</i> L.	
Descrizione biologica	Ordine: Hymenoptera Famiglia: Apidae Genere: Apis Specie: A. mellifera
L'ape domestica compie il suo ciclo vitale all'interno di una società matriarcale, monoginica e pluriennale, formata da numerosi individui appartenenti a tre caste, tutte alate. Di norma in un alveare vivono una regina, unica femmina fertile, 20.000-60.000 femmine, tra operaie, guardiane e bottinatrici e, tra aprile e luglio, da 500 a 2.000 maschi, detti fuchi. La specie è polimorfica poiché le tre caste sono caratterizzate da conformazioni morfologiche diverse tra loro. La regina ha il compito di deporre le uova e di assicurare la coesione della colonia. Ha dimensioni maggiori rispetto agli altri individui ed è priva dell'apparato per la raccolta del polline, delle ghiandole faringee e delle ghiandole ceripare. La regina può vivere anche fino a 4-5 anni. I fuchi, che hanno il compito di fecondare la regina, sono più grandi delle femmine, ma più piccoli della regina; hanno la ligula molto più corta di quella delle operaie, sono privi di aculeo, di apparato di raccolta del polline, di ghiandole faringee e ghiandole ceripare. Le operaie sono una casta omogenetica che ripartisce le varie attività sociali secondo le classi di età, cui corrispondono cicli di sviluppo e di regressione di ghiandole esocrine. La vita media di un'operaia è di circa 30-45 giorni. Le api si nutrono raccogliendo polline e nettare dai fiori, a questo scopo l'apparato boccale delle operaie (bottinatrici) comprende una proboscide (o ligula) in grado di succhiare il nettare. Nel periodo in cui il raccolto di nettare è abbondante, una regina arriva a deporre fino a 2.000-3.000 uova al giorno, attaccando ciascun uovo sul fondo di una cella. L'uovo si schiude dopo circa tre giorni dalla deposizione e ne emerge una larva vermiforme, apoda e anoftalma. Per due giorni tutte le larve vengono alimentate con la pappa reale, dopodiché le larve dei fuchi e delle operaie riceveranno principalmente miele e polline, mentre le larve delle regine continueranno ad essere nutrite con pappa reale. Ciascuna larva accrescendosi subisce cinque mute; quindi, la sua cella viene opercolata, la larva si impupa, la pupa subisce una metamorfosi completa, ed infine taglia l'opercolo della cella con le proprie mandibole per sfarfallare come giovane ape. Il tempo di sfarfallamento per ciascuna casta è standardizzato, grazie alla termoregolazione nell'alveare.	
Finalità della produzione	Miele-Polline-Propoli-Pappa Reale-Nuclei-Regine
L'attività apistica, oltre ad incrementare le rese delle colture circostanti, grazie a maggiore impollinazione e quindi allegagione; è in grado di portare reddito con la produzione di miele e melata, nel primo anno di insediamento, e anche altri prodotti come polline, propoli e pappa reale, negli anni successivi. Il miele può essere sia monoflorale che poliflorare in base alla quantità di essenze che vengono visitate durante la bottinatura. Il prezzo del miele può variare dal tipo di essenza. La produzione di miele ad arnia varia dai 20 ai 40 kg/anno in base alle fioriture e all'andamento climatico.	

Meccanizzazione



Oggi l'arnia razionale più adatta all'apicoltura stanziale risulta essere il modello cubo Dadant-Blatt da 10 telaini. Ogni singola arnia è costituita da un tetto, un coprifavo, un nido, un fondo e un melario da 9 telaini.

L'Apicoltura 4.0, grazie all'aggiunta di alcuni sensori, può monitorare con precisione la salute del singolo alveare e quindi migliorare la conduzione zootecnica che potrebbe portare ad un incremento delle produzioni. La tecnologia utilizzabile potrebbe essere un sensore Hive-Tech, composto da una doppia bilancia esterna e da un sensore interno, protetto da un *case* rigido e da un *layer* in silicone. Il sensore permette di avere una panoramica completa dello stato di salute delle api, monitorando non solo il peso dell'arnia, ma anche la temperatura interna del nido, i livelli di umidità e i suoni. Il dispositivo è dotato di un'antenna per la trasmissione dei dati, completamente incorporata, e di una SIM multi-operatore integrata. È in grado di rilevare i dati ogni due ore e trasmetterli su *cloud* due volte al giorno. I dati sono consultabili, sull'apposita piattaforma, da qualsiasi dispositivo mobile.

Per la scelta della locazione dell'apiario è necessario valutare la presenza e la distanza di altri apiari presenti nella stessa zona e rispettare le disposizioni legislative vigenti, sia quelle nazionali che locali. In generale, le arnie devono essere sollevate da terra di almeno 20 cm, per evitare il ristagno dell'umidità sul fondo nell'arnia. Devono essere esposte verso il quadrante compreso fra l'Est e il Sud, per facilitare l'insolazione del predellino di volo, favorendo quindi il precoce riscaldamento della colonia e, pertanto, l'attività delle bottinatrici. Devono, inoltre, avere a disposizione fonti di acqua dislocate. L'apiario deve essere facilmente accessibile per permettere la visita costante durante tutto l'anno.

Nel caso della soluzione ipotizzata per questo progetto di APV il numero di arnie totali dell'apiario richiede la necessità di disporre le arnie in più file, sia per evitare il fenomeno della "deriva delle api", e quindi la perdita di produttività di alcune famiglie, sia per mantenere l'orientamento di disposizione ottimale. Grazie anche alla possibilità di spostamento, dovuta all'elevata estensione dell'appezzamento, si consiglia quindi di suddividere le 40 arnie in 4 file da 10 arnie ciascuna, con una distanza tra una fila e l'altra di almeno 6 m, mantenendo così per ogni famiglia l'orientamento consigliato Sud-Est.

Le arnie verranno posizionate nella fascia di rispetto tratturi Nord-Est (Figura 12), in modo da consentire un approvvigionamento mellifero uniforme.

Per quanto riguarda le prescrizioni preliminari e generali di sicurezza, generalmente le forti vibrazioni tendono ad infastidire le api, per questo, durante le lavorazioni del terreno è bene che l'apicoltore o l'operatore agricolo, qualora dovesse compiere lavorazioni meccaniche in prossimità dell'alveare, prenda le dovute precauzioni indossando mezzi di protezione apistica. Tuttavia, in generale, per qualsiasi altro lavoro di manutenzione che non preveda forti vibrazioni, quando vi si trova ad una distanza maggiore di 4 metri dal lato frontale delle arnie, le protezioni non sono necessarie.

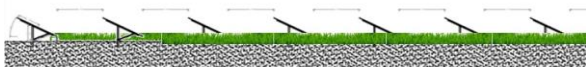


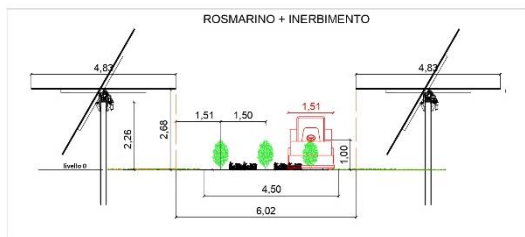
L'allevamento apistico, oltre che a fornire miele e sottoprodotti che trovano importanti campi di applicazione per quanto riguarda l'alimentazione umana e la cosmesi, comporta un netto miglioramento ambientale con conseguente incremento delle produzioni agricole fino ad un 30 %.

Date le caratteristiche dell'impianto APV, si considera un apiario di circa 15 arnie dislocate, con orientamento preferibilmente Sud-Est.

7. Sperimentazione

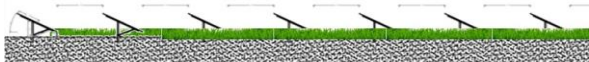
7.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

		<i>Asparagus officinalis</i> L.	
Descrizione botanica		Ordine: Liliales Famiglia: Liliaceae Genere: <i>Asparagus</i> Specie: <i>A. officinalis</i>	
L'asparago è una pianta erbacea e perenne, con steli robusti con fogliame molto ramificato. La forma biologica è una geofita rizomatosa (G rhiz). Si tratta di una pianta con particolare fusto sotterraneo, detto rizoma, che ogni anno emette radici e fusti avventizi. L'apparato radicale è costituito da due tipi di radici: principali, disposte a raggiera, carnose, cilindriche e ad accrescimento indefinito che fungono da organi di riserva; e secondarie, fibrose e sottili con funzione di assorbimento. Il fogliame è formato da rami modificati (cladodi aghiformi) lunghi 6-32 mm e larghi 1 mm. Le foglie vere sono ridotte a squame minute membranacee triangolari. I turioni, germogli "carnosi", iniziano ad accrescersi ed a svilupparsi alla fine dell'inverno. L'asparago è una pianta dioica e in alcuni casi le piante maschili presentano fiori ermafroditi in grado di fruttificare. I fiori campanulati sono posti in posizione ascellare, solitari, piccoli, giallo-verdastri. La fioritura va da aprile a giugno. L'impollinazione è entomofila. Il frutto è una bacca sferica di 4,5-9 mm, rosso scarlatto, con 1-7 semi subsferici, con superficie irregolarmente ondulata o increspata, nera. È un'entità indigena con distribuzione altitudinale da 0 a 500 m s.l.m..			
Finalità della produzione		Alimentare	
La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale e per la sua elevata produzione alimentare.			
Meccanizzazione			
L'irrigazione all'impianto e quella d'emergenza può essere effettuata a pioggia con serbatoio a bordo campo. L'asparago può essere raccolto a mano o con una macchina agevolatrice-raccoglitrice. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere una semovente elettrica, tipo Asparagus AV1, con due motori 650 W ciascuno, 4 batterie 240 A ciascuna, 16 ore di autonomia, velocità massima di 4.00 km/k, una carreggiata di 125 cm, trazione anteriore, sterzata elettrica e peso a vuoto di 380 kg. Dimensioni: 230x130x80 cm.			
			
L'asparago risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore agro-industriale. La cultivar da impiegare deve essere adatta alle misure dell'impianto.			

		Inerbimento			
Descrizione botanica			<i>Achillea millefolium</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Taraxacum officinalis</i> <i>Trifolium subterraneum</i>		
Finalità della produzione			Apistica-Agroecologica		
Le suddette specie sono state selezionate per la loro idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per il loro potenziale mellifero e per la loro scalarità nelle fioriture, in grado di garantire un fabbisogno alimentare adeguato alle api nel corso dell'anno. Si è scelto di inerbire le interfile dell'impianto di rosmarino per contrastare l'erosione del suolo, fattore determinante la desertificazione.					
Meccanizzazione					
Il miscuglio di queste essenze mellifere non necessita di un apporto idrico e la sua meccanizzazione risulta limitata alla sola trinciatura in caso di annate particolarmente piovose. Il macchinario utilizzabile per la raccolta potrebbe essere un Multitask MT30, molto compatto, con larghezza di soli 93 cm. È una macchina progettata come taglia erba frontale con raccolta posteriore, in grado di lavorare a 360° grazie alla vasta gamma di accessori intercambiabili che può montare grazie ad attacchi rapidi idraulici e meccanici. Il motore Kubota diesel, 3 cilindri, ha una potenza di 30 HP, un peso a vuoto di 998 kg, una velocità massima di 12 km/h, un raggio di sterzata di 69 cm e un peso di alzata di 500 kg.					
					
Le colture selezionate risultano avere elevate classi nettarifere, indispensabili ai fini apistici.					

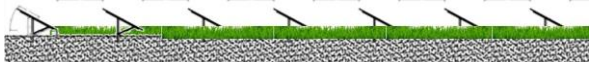
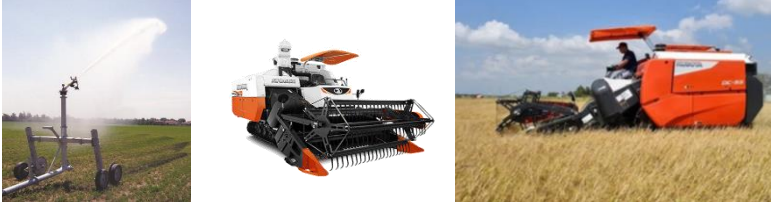


Rosmarinus officinalis L.

Descrizione botanica	Ordine: Lamiales Famiglia: Lamiaceae Genere: <i>Rosmarinus</i> Specie: <i>R. officinalis</i>
Il rosmarino è una pianta arbustiva perenne, sempreverde e aromatica. La forma biologica è una fanerofita cespugliosa (P caesp). Si tratta di una pianta perenne, cespugliosa e legnosa alla base, con gemme perennanti poste tra 20 cm e 2 m dal suolo. Le radici sono profonde, fibrose, resistenti e ancoranti. La parte aerea del fusto è legnosa e molto ramificata. Le foglie, persistenti e coriacee, sono lunghe 2-3 cm e larghe 1-3 mm, sessili, opposte, lineari-lanceolate; addensate numerosissime sui rametti. Sono ricche di ghiandole oleifere. Le infiorescenze sono formate da fiori raccolti in grappoli all'ascella di foglie fiorifere sovrapposte. I fiori, ermafroditi, sono sessili e piccoli, con calice campanulato, tomentoso, con labbro superiore tridentato e quello inferiore bifido. La fioritura va da marzo ad ottobre. L'impollinazione è entomofila. Il frutto è uno microbasario (tetrachenio) brunastro, racchiuso nel calice, con quattro acheni (nucule), ovoidi color castano chiaro. È un'entità indigena con distribuzione altitudinale da 0 a 500 m s.l.m..	
Finalità della produzione	Alimentare-Officinale-Apistica
La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. Il <i>Rosmarinus officinalis</i> è una pianta officinale, commestibile e di grande valore apistico. La sua classe nettariifera elevata (6, su una scala da 1 a 6) indica un'alta potenzialità di produzione di chilogrammi di nettare ad ettaro. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco ed essiccato per la vendita alimentare e farma-cosmetologica, risulta essere importante anche per la produzione apistica.	
Meccanizzazione	
L'irrigazione all'impianto può essere effettuata a pioggia con serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un 622 Reaper-Binder, combinato con un attacco mietitrebbia che risulta adatto anche per le piante officinali che necessitano di una falciatura e una legatura in cumuli o mazzi. La mietitrebbia 622 ha un cambio a quattro marce avanti e una retromarcia; il motore è un diesel monocilindrico Lombardini, tipo 3LD450, 10 HP. Il differenziale con bloccaggio e i freni a comando indipendente sulle due ruote, consentono il miglior controllo della macchina su qualsiasi tipo di terreno. Disponibile con legatura a 19 o 28 cm di altezza. Larghezza di taglio: 1,55 m con barra falciante - 1,40 m con mietitrice.   	
Il rosmarino è una coltura ad alta valenza alimentare e officinale. Inoltre, trova un'importante applicazione in ambito apistico grazie all'elevata produzione di nettare.	



Trifolium incarnatum L.

Descrizione botanica	Ordine: Fabales Famiglia: Fabaceae Genere: <i>Trifolium</i> Specie: <i>T. incarnatum</i>
Il trifoglio incarnato è una pianta erbacea annuale, eretta che può arrivare fino a 70 cm, poco ramificata e pubescente. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è fittonante, con radice robusta e ricca di tubercoli radicali dovuti al simbiote <i>Rhizobium</i>. Il fusto è eretto e ramificato. Le foglie sono alterne e tripartite. Le 3 foglioline sono sub-ovate, denticolate all'apice ed articolate sullo stesso punto. Le infiorescenze sono capolini spiciformi posti all'apice del fusto. I fiori sono di colore rosso, ermafroditi, con calice attinomorfo. La fioritura va da marzo a giugno. Il frutto è un diclesio, una camara indeiscente inclusa nel calice, con pericarpo membranoso e con 1 seme di 1,5-2,3 mm, liscio, bruno-giallastro. È un'entità indigena con distribuzione altitudinale da 0 a 1.800 m s.l.m..	
Finalità della produzione	Alimentare animale-Apistica
La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. Il <i>Trifolium incarnatum</i> è una pianta ideale per il foraggio. È una leguminosa azotofissatrice, quindi viene utilizzata come coltura da rinnovo e la sua buona classe nettaria (4, su una scala da 1 a 6) indica una buona potenzialità di produzione di chilogrammi di nettare ad ettaro. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco per la vendita di foraggio, la produzione di seme, risulta essere importante anche per la produzione apistica e per il risanamento del suolo.	
Meccanizzazione	
L'irrigazione può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere una mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 l.	
 Il trifoglio risulta essere una coltura importante per l'alimentazione animale e per l'allevamento delle api. Inoltre, essendo una leguminosa, comporta un miglioramento del terreno. Le cultivar adatte a questo tipo d'impianto risultano essere quelle con altezza sotto il metro.	

7.2 Progettazione delle soluzioni irrigue

Per quanto riguarda i sistemi di irrigazione, il più congeniale al tipo d'impianto risulta essere:

- Asparago-inerbimento-rosmarino-trifoglio: sistema di irrigazione per aspersione mediante rotolone con torretta (Figura 5).

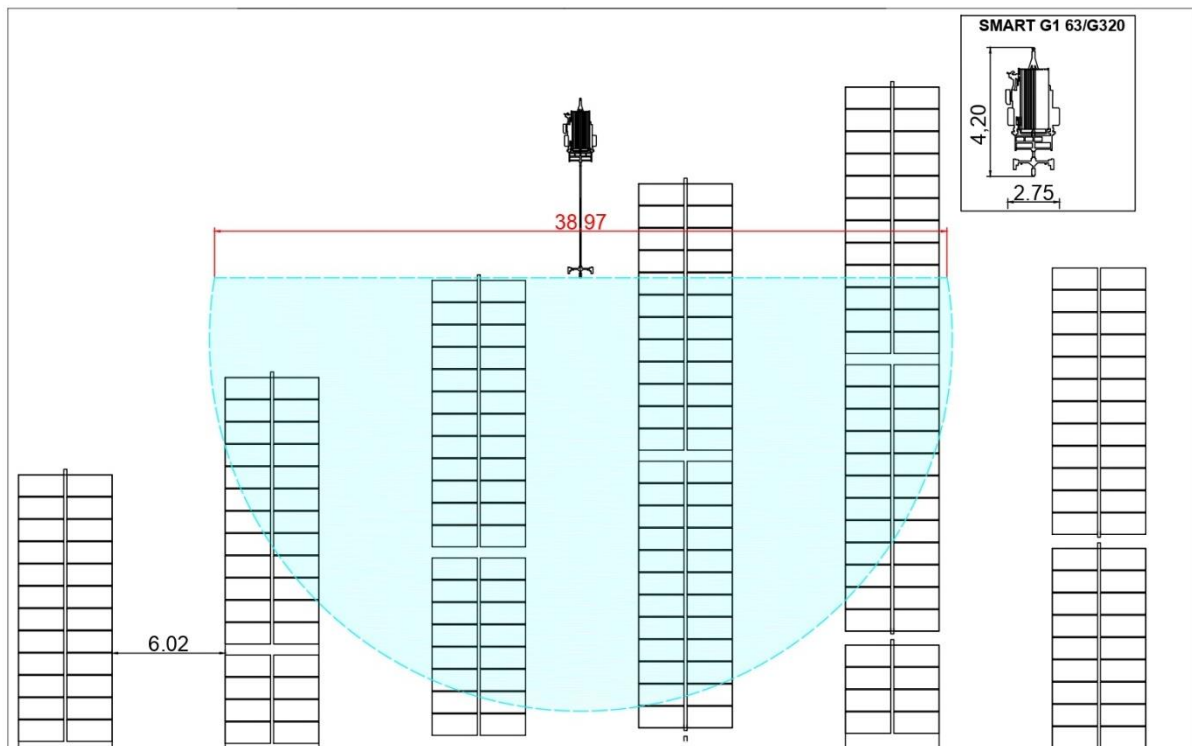


Figura 5. Rappresentazione del rotolone, modello Smart G1 63/G320, con relativo raggio di irrigazione

La soluzione vagliata risulta idonea alla struttura dell'impianto agrovoltico.

8. Design sperimentale

8.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nelle parcelle possono essere utilizzate specie principali con buon potenziale mellifero e limitata crescita verticale: il rosmarino e le essenze da inerbimento (Figura 6). Altra specie principale impiegata è l'asparago (Figura 7).

Come specie secondaria vi è: il trifoglio (Figura 8), inserita in rotazione con asparago e rosmarino ogni otto anni (Figura 9 e 10). Le suddette specie sono state selezionate poiché, grazie alla loro scalarità nella fioritura, riescono a soddisfare il sostentamento alimentare delle api per la gran parte dell'anno.

Le specifiche dei singoli sestri d'impianto sono riportate nelle Figure 6,7,8, e 12.

Di seguito si riporta la descrizione della sperimentazione:

- **Rosmarino + inerbimento:** durata impianto 8 anni;
- **Asparago:** durata impianto 8 anni;
- **Trifoglio:** durata impianto 1 anno.

Finito il ciclo colturale del "Ciclo 1", quindi alla fine dell'ottavo anno, verrà predisposto l'avvicendamento tra **rosmarino + inerbimento** e **asparago** con **trifoglio**, in quanto quest'ultimo, essendo una leguminosa, permette di ripristinare le condizioni di fertilità del terreno (Figura 9 e 10). Infine, al termine del "Ciclo 2", quindi alla fine del nono anno, si alternerà l'impianto di **trifoglio**, esteso in tutti e due gli appezzamenti, con **rosmarino + inerbimento** e **asparago** disposti in posizione inversa rispetto al "Ciclo 1" (Figura 11).

In Figura 13 viene riportato un prospetto frontale delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto agrolvoltaico. Come è possibile desumere dall'immagine, dati i sestri e le altezze dei *trackers*, è consentita una meccanizzazione agevole delle varie operazioni colturali. In Figura 14 viene rappresentato la movimentazione del macchinario con raggio di sterzata maggiore (Reaper-Binder 622) utilizzato per la raccolta del rosmarino. La Figura 14 mostra come, nonostante il macchinario abbia un raggio di 180°, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'APV.

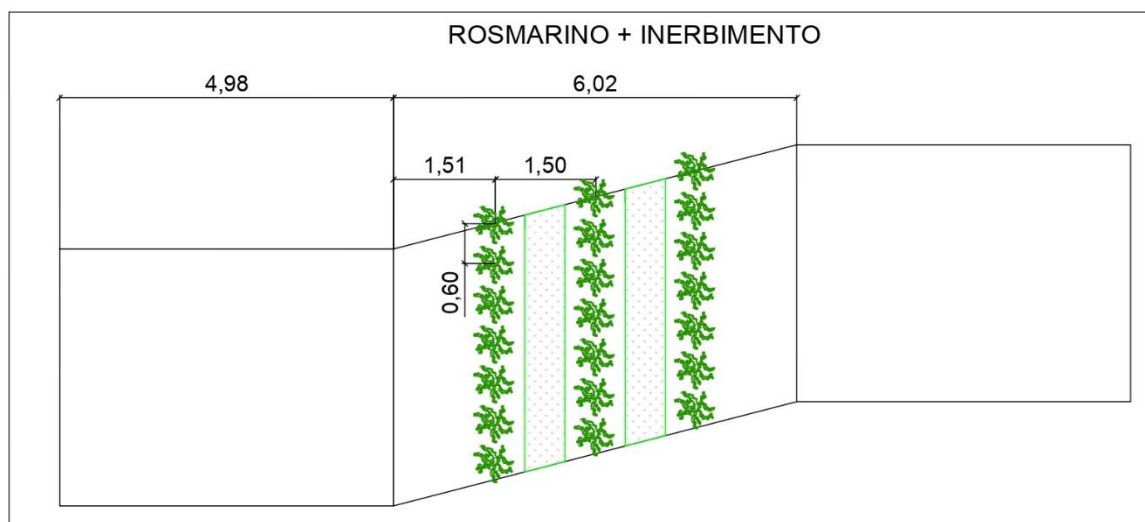


Figura 6. Rappresentazione dell'impianto di rosmarino + inerbimento

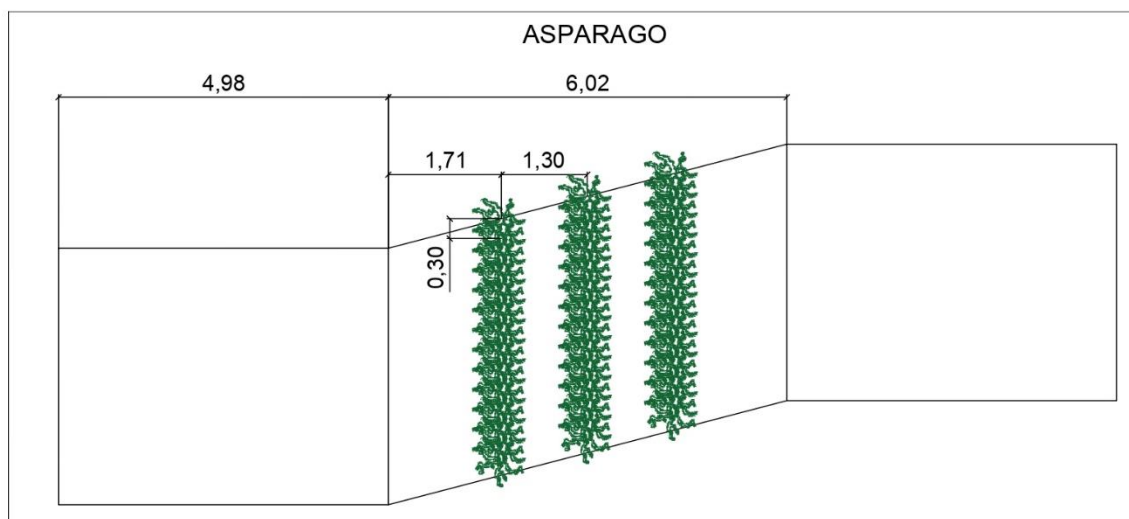


Figura 7. Rappresentazione dell'impianto dell'asparago

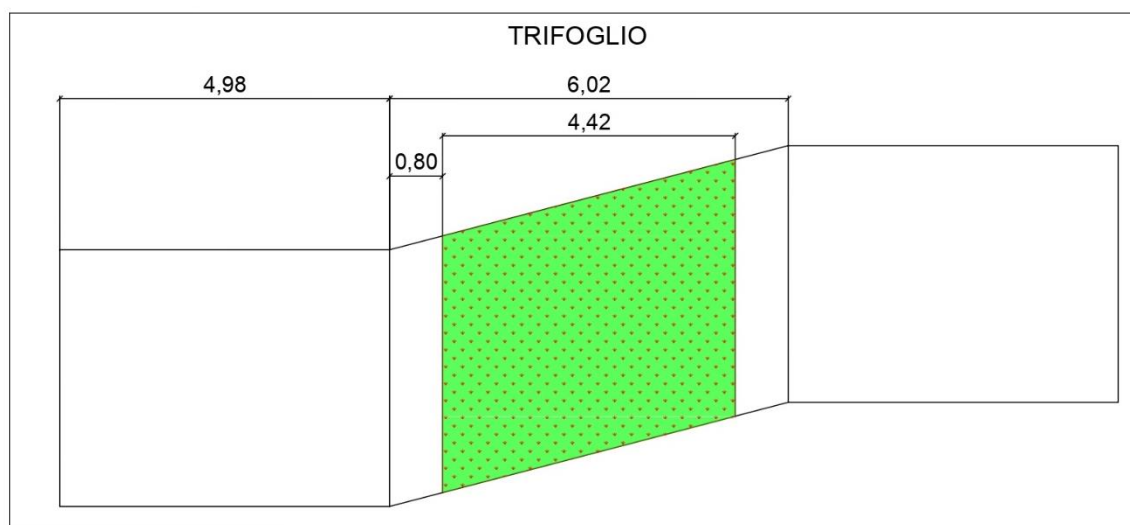


Figura 8. Rappresentazione dell'impianto di trifoglio incarnato

1° ANNO

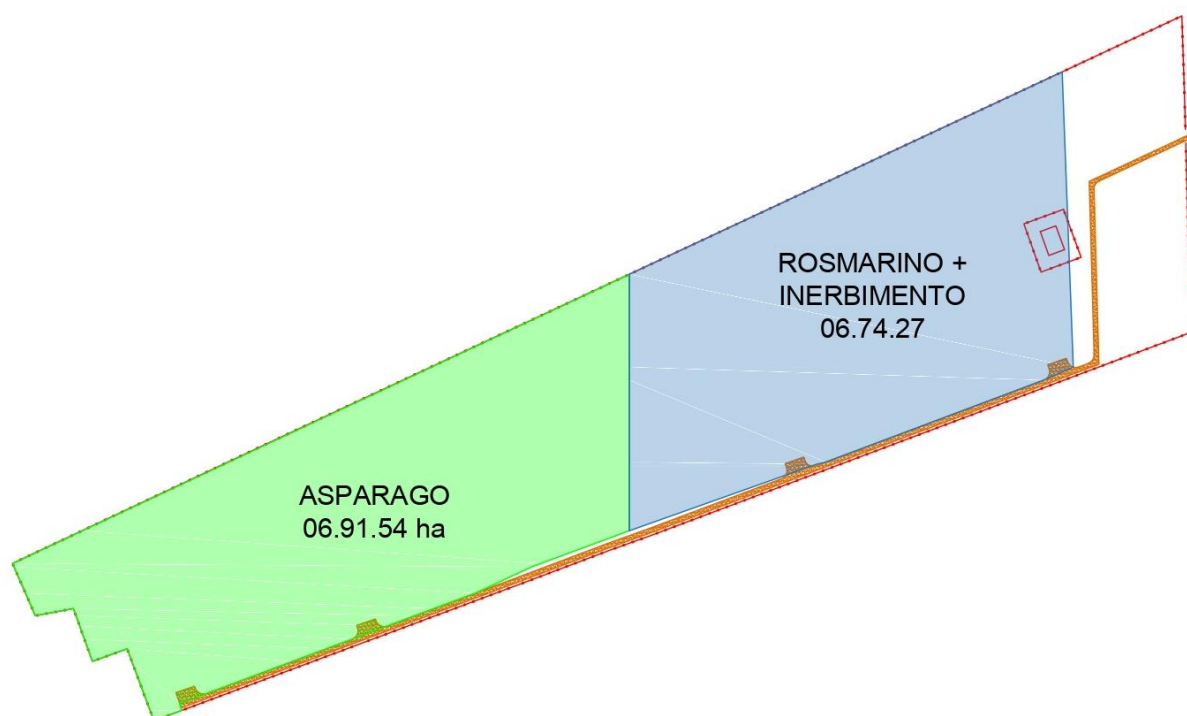


Figura 9. Rappresentazione dell'impianto al primo anno

9° ANNO

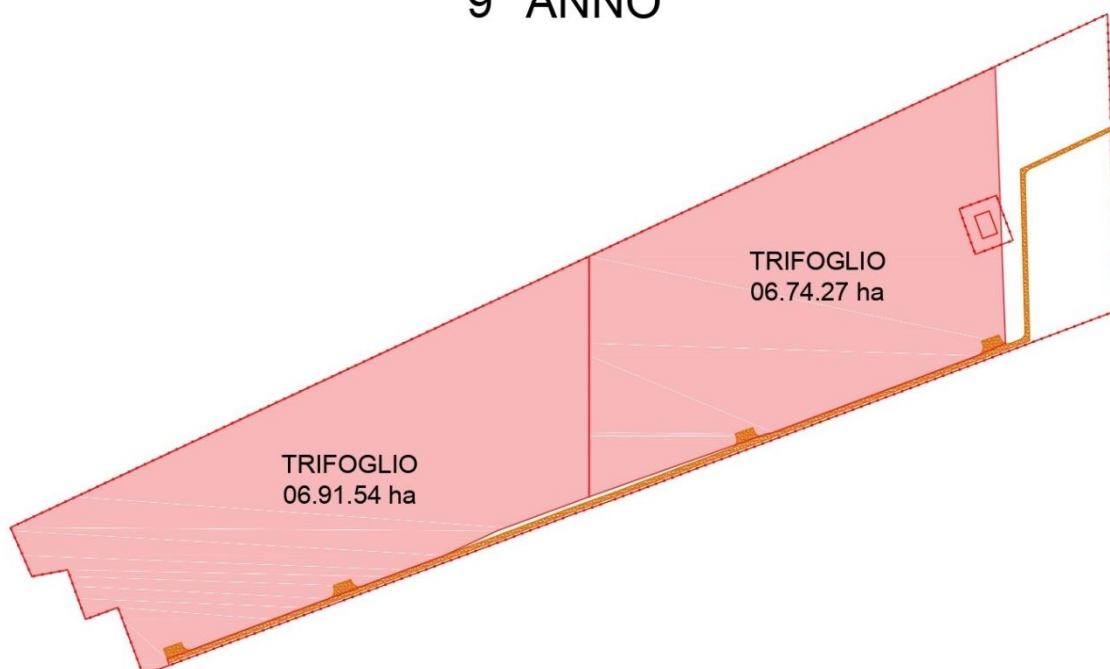


Figura 10. Rappresentazione dell'impianto al nono anno

10° ANNO

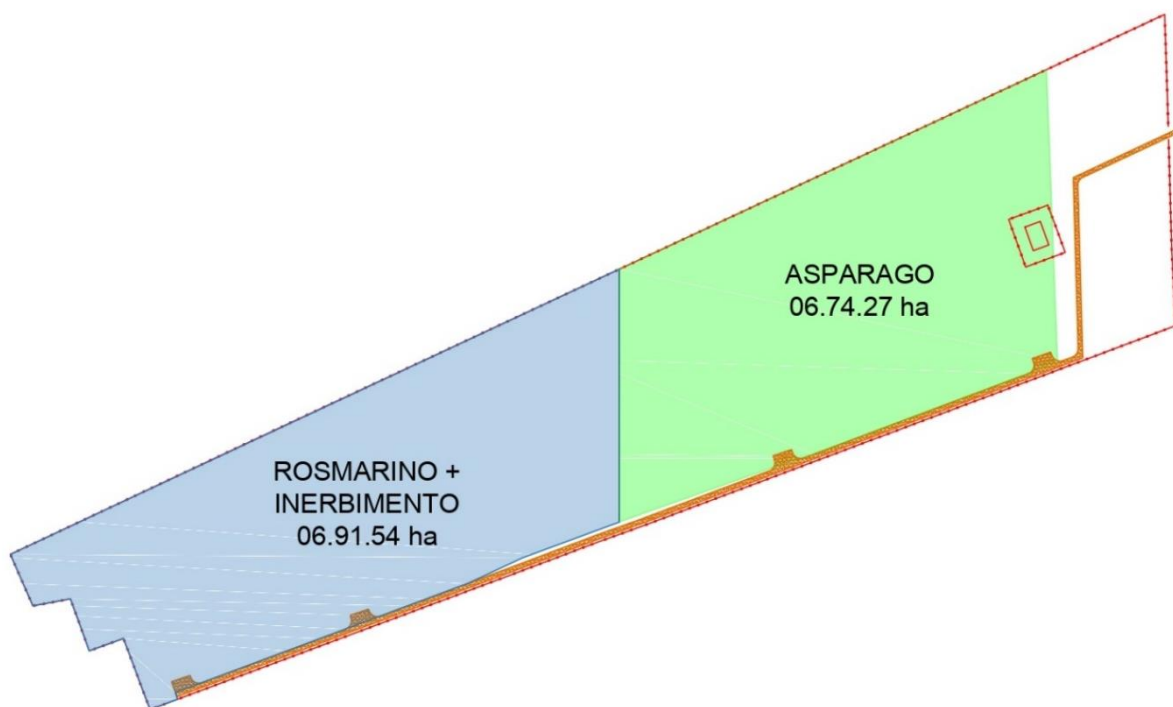


Figura 11. Rappresentazione dell'impianto al decimo anno

APICOLTURA

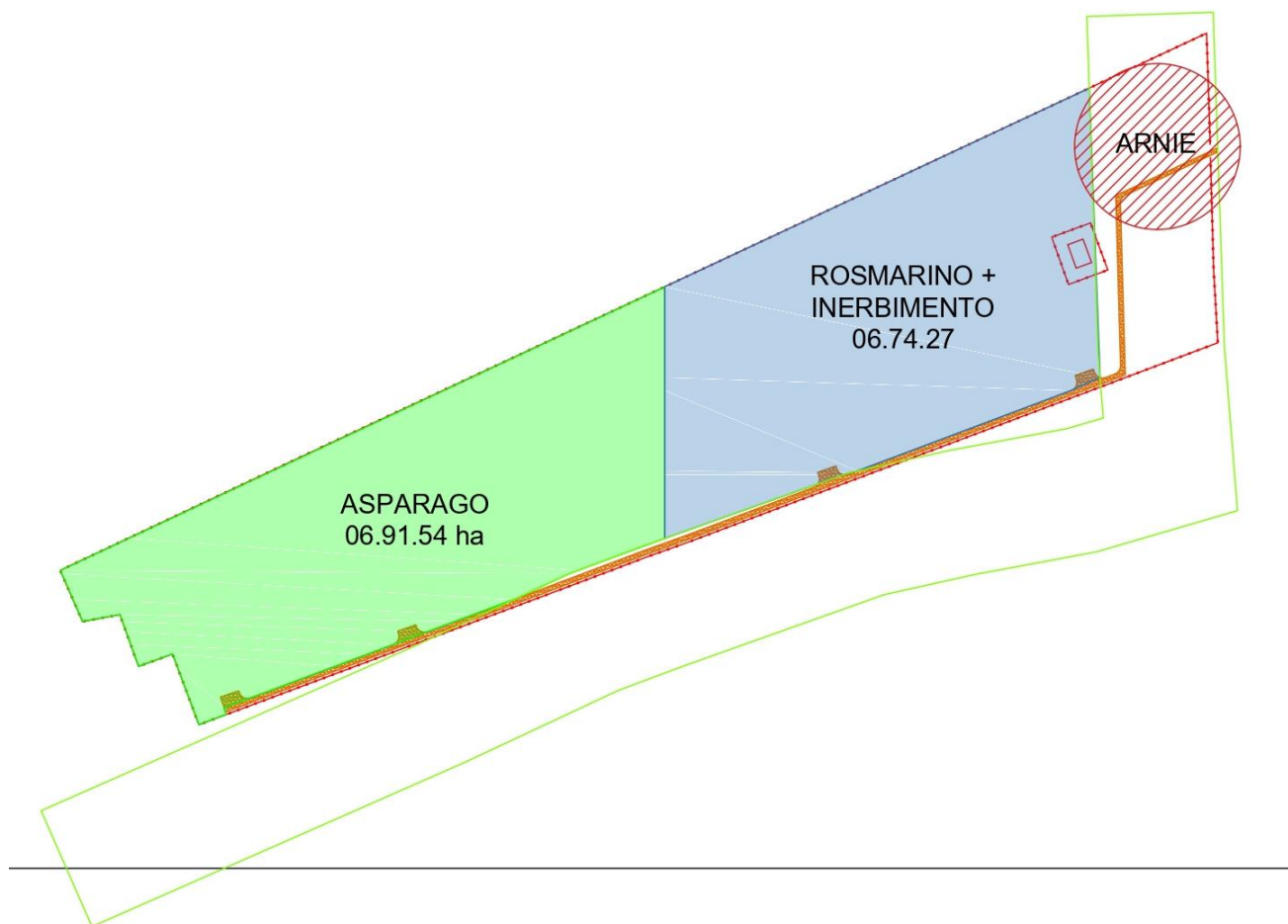
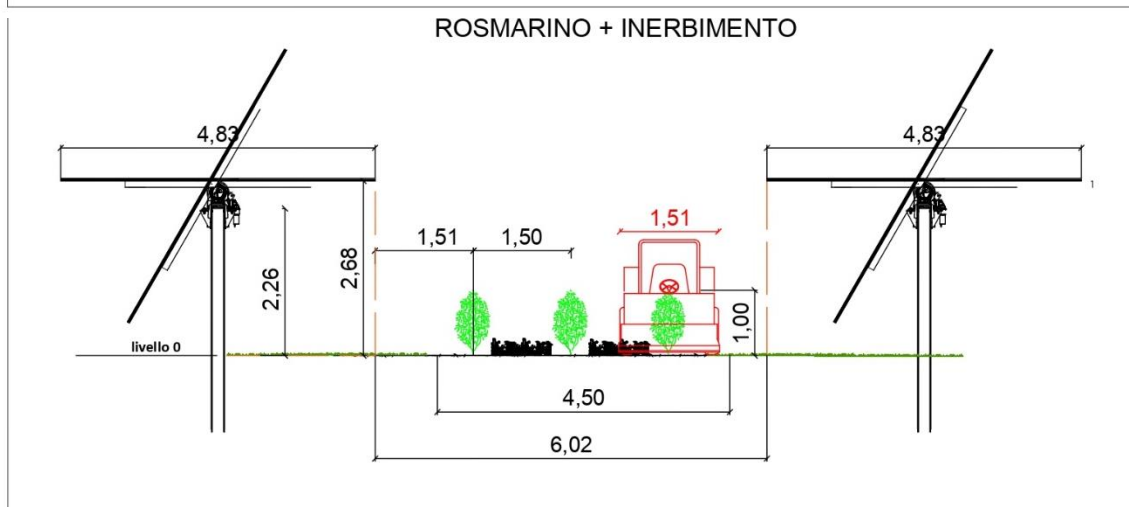
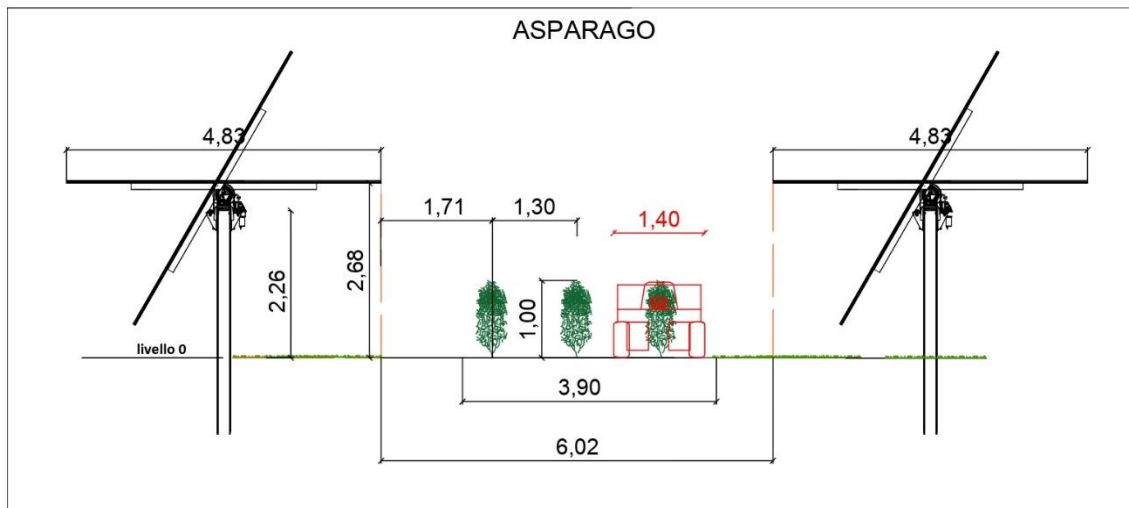


Figura 12. Rappresentazione del posizionamento delle arnie



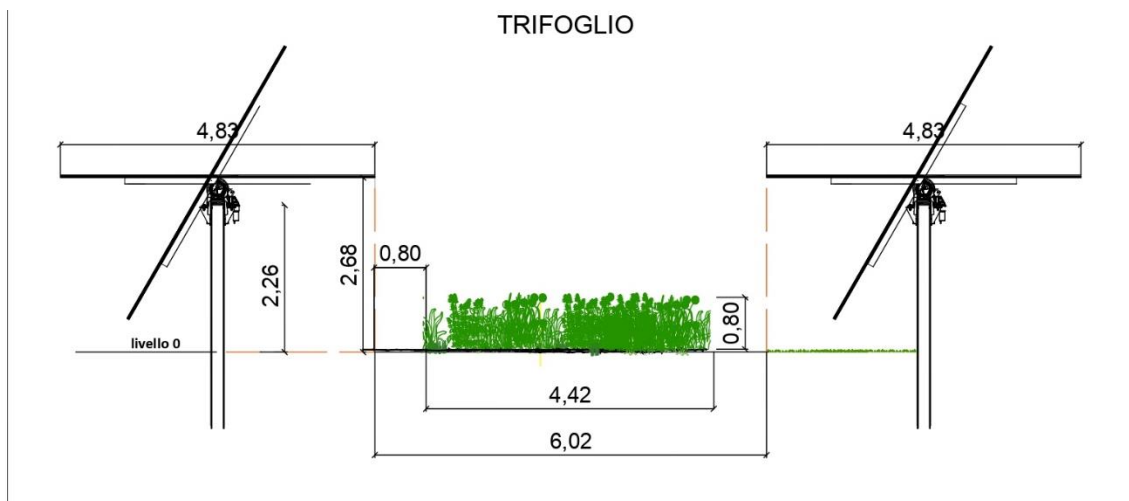


Figura 13. Rappresentazione del prospetto frontale delle colture (asparago, rosmarino+inerbimento, trifoglio)

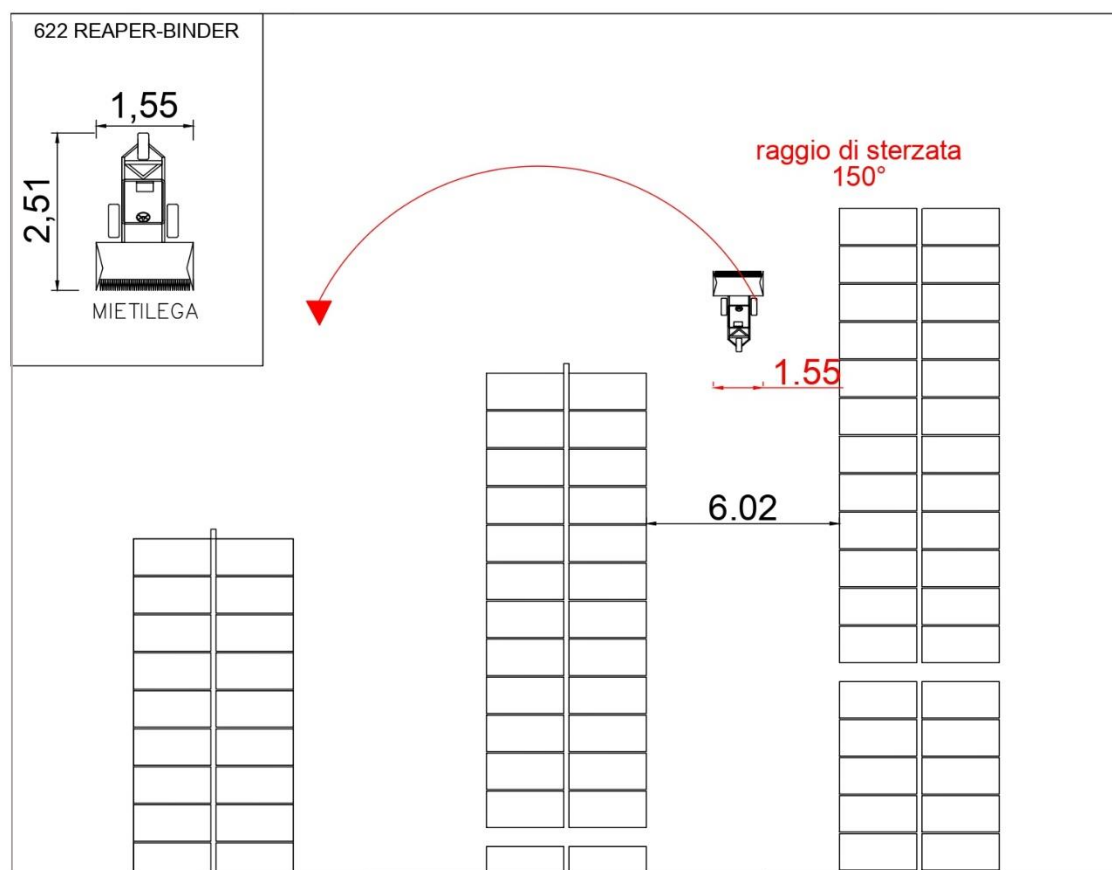


Figura 14. Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario REAPER-BINDER 622

8.2 Gestione delle attività e manutenzione

1. Mantenimento di terreni a vocazione agricola.
2. Integrazione del reddito agricolo.
3. Eventi divulgativi e disponibilità per gli Istituti di istruzione scolastica di diverso ordine e grado.
4. Acquisto di attrezzature e macchinari in base alla coltura.
5. Monitoraggio mensile della coltura a supporto del sistema decisionale ai fini di una corretta gestione colturale.

Nel disegno progettuale è stato ipotizzato anche un annesso per il rimessaggio dei macchinari di dimensioni 10 x 6 m (Figura 15).

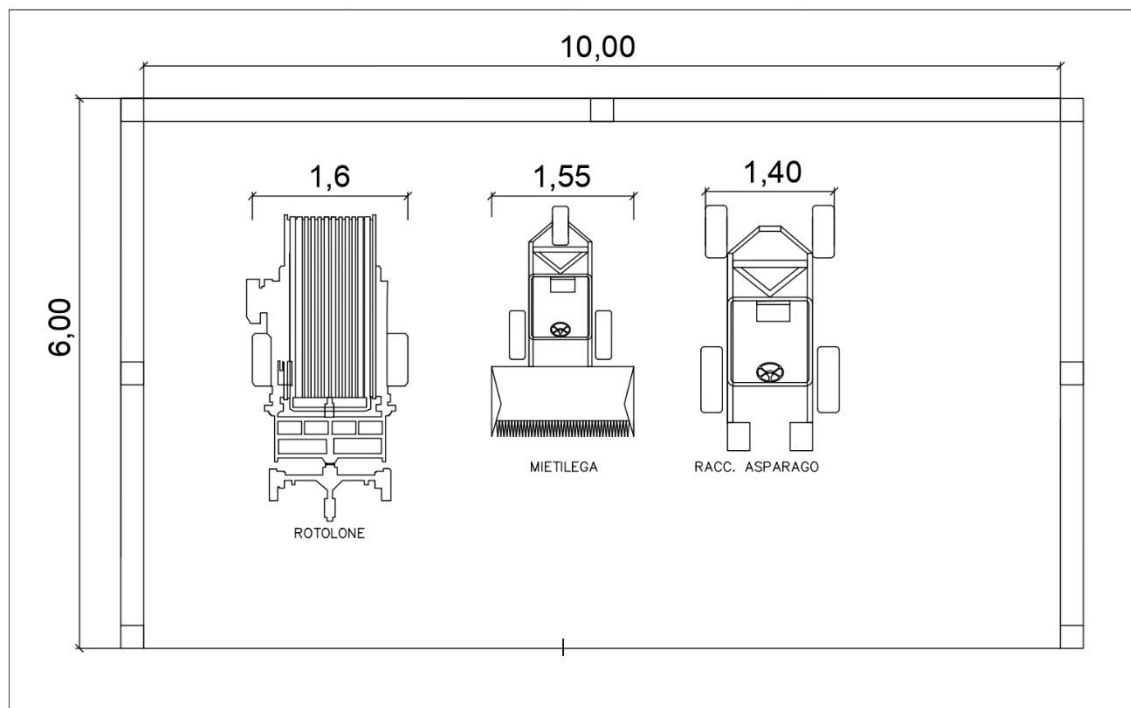


Figura 15. Annesso agricolo per il rimessaggio dei macchinari agricoli

9. Monitoraggio della sperimentazione

9.1 In situ

- Consumo d'acqua
- Consumo energetico per unità di prodotto (applicazione LCA)
- Misurazione dell'albedo
- Valutazione dell'ombreggiatura
- Valutazione delle morti di api tramite monitoraggio 4.0

9.2 Risultati attesi

- Possibile applicazione della certificazione biologica delle produzioni.
- Tutela colture floristiche e risorse autoctone e/o endemiche, con particolare attenzione all'individuazione degli ecotipi locali che possono costituire in termini di adattamenti morfo-funzionali e presenza di principi attivi, risorsa di grande interesse agronomico, vivaistico e nutraceutico.
- Conservazione di un patrimonio culturale comprendente la storia, i costumi, le tradizioni che costituiscono un insieme di risorse.
- Gestione e manutenzione della riduzione dei costi.
- Valorizzazione economica della superficie libera.
- Maggiore integrazione nel territorio.
- Aumento dei posti di lavoro.
- Diversificazione dei prodotti agricoli.
- Modernizzazione delle metodologie e delle tecnologie.
- Sviluppo sostenibile.
- Basso impatto ambientale.
- Opportunità economica sul territorio.
- Monitoraggio e salvaguardia delle api.

10. Computo metrico

10.1 Analisi di costi e ricavi dell'attività agro-zootecnica

Per ogni operazione di ciascun impianto agro-zootecnico, è stato analizzato il costo totale ad ettaro, quindi la superficie effettiva ad ettaro utilizzata, escludendo l'impianto APV, e il totale dei costi ad anno. Stessa analisi è stata condotta per il conteggio dei ricavi.

Infine, costi e ricavi sono stati rapportati per ottenere il *business plan* completo di ciascuna attività rapportato al numero di ettari coltivati. I costi e i prezzi di vendita dei prodotti sono stati calcolati in base ai prezzi medi della zona di interesse.

Per quanto concerne i costi riguardanti l'acquisto delle sementi, talee, api ed attrezzature apistiche verranno sostenuti dall'azienda progettista.

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e ottennale dell'*Asparagus officinalis*.

ASPARAGO	COSTI									
	€/ha	Sup. NETTA (ha)	1° ANNO €/TOT	2° ANNO €/TOT	3° ANNO €/TOT	4° ANNO €/TOT	5° ANNO €/TOT	6° ANNO €/TOT	7° ANNO €/TOT	8° ANNO €/TOT
CONCIMAZIONE D FONDO	1.600,00 €	3,78	6.055,42 €	-	-	-	-	-	-	-
ARATURA	200,00 €	3,78	756,93 €	-	-	-	-	-	-	-
ESTIRPATURA	80,00 €	3,78	302,77 €	-	-	-	-	-	-	-
FRESATURA	140,00 €	3,78	529,85 €	-	-	-	-	-	-	-
ACQUISTO PIANTE	-	3,78	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAPIANTO	1.800,00 €	3,78	6.812,34 €	-	-	-	-	-	-	-
SARCHIATURA	600,00 €	3,78	2.270,78 €	2.270,78 €	2.270,78 €	2.270,78 €	2.270,78 €	2.270,78 €	2.270,78 €	2.270,78 €
IRRIGAZIONE	350,00 €	3,78	1.324,62 €	1.324,62 €	1.324,62 €	1.324,62 €	1.324,62 €	1.324,62 €	1.324,62 €	1.324,62 €
CONCIMAZIONE	400,00 €	3,78	1.513,85 €	1.513,85 €	1.513,85 €	1.513,85 €	1.513,85 €	1.513,85 €	1.513,85 €	1.513,85 €
TRINCIATURA	150,00 €	3,78	567,70 €	567,70 €	567,70 €	567,70 €	567,70 €	567,70 €	567,70 €	567,70 €
DISERBO MECCANICO	180,00 €	3,78	681,23 €	681,23 €	681,23 €	681,23 €	681,23 €	681,23 €	681,23 €	681,23 €
RACCOLTA	800,00 €	3,78	-	3.027,71 €	3.027,71 €	3.027,71 €	3.027,71 €	3.027,71 €	3.027,71 €	3.027,71 €
TOTALE			20.815,50 €	9.385,90 €	9.385,90 €	9.385,90 €	9.385,90 €	9.385,90 €	9.385,90 €	9.385,90 €

ASPARAGO	RICAVI			
	Sup. NETTA (ha)	1° ANNO		
PRODOTTO		PLV kg	€/kg	€/TOT
PRODOTTI FRESCO	3,78	0	1,80 €	0,00 €
	2° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,78	13246	1,80 €	23.843,20 €
	3° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,78	30277	1,8	54.498,75 €
	4° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,78	34062	1,8	61.311,10 €
	5° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,78	37846	1,8	68.123,44 €
	6° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,78	37846	1,8	68.123,44 €
	7° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,78	30277	1,8	54.498,75 €
	8° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,78	22708	1,8	40.874,06 €

BUSINESS PLAN-ASPARAGO				
ANNO	Sup. TOT (ha)	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	6,92	20.815,50 €	0,00 €	-20.815,50 €
2°	6,92	9.385,90 €	23.843,20 €	14.457,31 €
3°	6,92	9.385,90 €	54.498,75 €	45.112,86 €
4°	6,92	9.385,90 €	61.311,10 €	51.925,20 €
5°	6,92	9.385,90 €	68.123,44 €	58.737,54 €
6°	6,92	9.385,90 €	68.123,44 €	58.737,54 €
7°	6,92	9.385,90 €	54.498,75 €	45.112,86 €
8°	6,92	9.385,90 €	40.874,06 €	31.488,17 €
TOTALE				284.755,98 €

La coltivazione dell'inerbimento è finalizzata alla sola attività apistica, quindi non si ha un reddito diretto derivante dalla sua coltivazione. Il beneficio sarà calcolato nella sezione destinata al miele. Di seguito si riportano i costi su base annua e ottennale del miscuglio apistico.

INERBIMENTO	COSTI									
	€ /ha	Sup. NETTA (ha)	1° ANNO €/TOT	2° ANNO €/TOT	3° ANNO €/TOT	4° ANNO €/TOT	5° ANNO €/TOT	6° ANNO €/TOT	7° ANNO €/TOT	8° ANNO €/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	ROSMARINO	0,5	ROSMARINO	-	-	-	-	-	-	-
ARATURA	ROSMARINO	0,5	ROSMARINO	-	-	-	-	-	-	-
FRESATURA	ROSMARINO	0,5	ROSMARINO	-	-	-	-	-	-	-
ACQUISTO SEME	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
SEMINA	180,00 €	0,5	90	-	-	-	-	-	-	-
TRINCIATURA	350,00 €	0,5	175	175	175	175	175	175	175	175
TOTALE			265,00 €	175,00 €	175,00 €	175,00 €	175,00 €	175,00 €	175,00 €	175,00 €

BUSINESS PLAN-INERBIMENTO				
ANNO	Sup. TOT (ha)	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	0,5	265,00 €	- €	- 265,00 €
2°	0,5	175,00 €	- €	- 175,00 €
3°	0,5	175,00 €	- €	- 175,00 €
4°	0,5	175,00 €	- €	- 175,00 €
5°	0,5	175,00 €	- €	- 175,00 €
6°	0,5	175,00 €	- €	- 175,00 €
7°	0,5	175,00 €	- €	- 175,00 €
8°	0,5	175,00 €	- €	- 175,00 €
TOTALE				- 615,00 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e ottennale del *Rosmarinus officinalis*.

ROSMARINO	COSTI									
	€ /ha	Sup. NETTA (ha)	1° ANNO €/TOT	2° ANNO €/TOT	3° ANNO €/TOT	4° ANNO €/TOT	5° ANNO €/TOT	6° ANNO €/TOT	7° ANNO €/TOT	8° ANNO €/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	1.600,00 €	3,69	5.904,13 €	-	-	-	-	-	-	-
ARATURA	200,00 €	3,69	738,02 €	-	-	-	-	-	-	-
ESTIRPATURA	80,00 €	3,69	295,21 €	-	-	-	-	-	-	-
FRESATURA	140,00 €	3,69	516,61 €	-	-	-	-	-	-	-
ACQUISTO PIANTE	-	3,69	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAPIANTO	600,00 €	3,69	2.214,05 €	-	-	-	-	-	-	-
ERPICATURA X 2	80,00 €	3,69	295,21 €	295,21 €	295,21 €	295,21 €	295,21 €	295,21 €	295,21 €	295,21 €
RACCOLTA	350,00 €	3,69	1.291,53 €	1.291,53 €	1.291,53 €	1.291,53 €	1.291,53 €	1.291,53 €	1.291,53 €	1.291,53 €
RINCAZZATURA	100,00 €	3,69	369,01 €	369,01 €	369,01 €	369,01 €	369,01 €	369,01 €	369,01 €	369,01 €
TOTALE			11.623,75 €	1.955,74 €	1.955,74 €	1.955,74 €	1.955,74 €	1.955,74 €	1.955,74 €	1.955,74 €

ROSMARINO	RICAVI			
PRODOTTO	Sup. NETTA (ha)	1° ANNO		
		PLV kg	€/kg	€/TOT
PRODOTTO SECCO/MIELE	3,69	1476	1,60 €	2.361,65 €
	2° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,69	2952	1,60 €	4.723,30 €
	3° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,69	2952	1,6	4.723,30 €
	4° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,69	4428	1,6	7.084,95 €
	5° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,69	5166	1,6	8.265,78 €
	6° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,69	5535	1,6	8.856,19 €
	7° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,69	4428	2	8.856,19 €
	8° ANNO			
		PLV kg	€/kg	€/TOT
	3,69	3690	1,6	5.904,13 €

BUSINESS PLAN-ROSMARINO				
ANNO	Sup. TOT (ha)	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	6,75	11.623,75 €	2.361,65 €	-9.262,10 €
2°	6,75	1.955,74 €	4.723,30 €	2.767,56 €
3°	6,75	1.955,74 €	4.723,30 €	2.767,56 €
4°	6,75	1.955,74 €	7.084,95 €	5.129,21 €
5°	6,75	1.955,74 €	8.265,78 €	6.310,04 €
6°	6,75	1.955,74 €	8.856,19 €	6.900,45 €
7°	6,75	1.955,74 €	8.856,19 €	6.900,45 €
8°	6,75	1.955,74 €	5.904,13 €	3.948,38 €
TOTALE				25.461,55 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annuale del *Trifolium incarnatum*.

TRIFOGLIO	COSTI		
			1° ANNO
OPERAZIONE	€/ha	Sup. NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	200,00 €	7,47	1.494,94 €
ARATURA	160,00 €	7,47	1.195,95 €
ERPICATURA X 2	80,00 €	7,47	597,98 €
ACQUISTO SEME	-	7,47	-
SEMINA	120,00 €	7,47	896,97 €
RACCOLTA	150,00 €	7,47	1.121,21 €
TOTALE			5.307,05 €

TRIFOGLIO	RICAVI			
	1° ANNO			
PRODOTTO	Sup. NETTA (ha)	PLV kg	€/kg	€/TOT
GRANELLA/MIELE	7,47	5979,77	1,00 €	5.979,77 €

BUSINESS PLAN-TRIFOGLIO				
ANNO	Sup. TOT (ha)	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	1°	5.307 €	5.980 €	673 €
TOTALE				673 €

Di seguito si riportano i costi relativi all'acquisto dei macchinari.

ATTREZZATURE	MODELLO	COLTURA	COSTO
MIETITRICE	BCS 622	ROSMARINO	9.500,00 €
RACCOGLITRICE ASPARAGO	Asparagus AV1	ASPARAGO	7.500,00 €
IRRIGATORE	G163 G320	ROSM-ASP-INERB-TRIF	12.000,00 €
TUBAZIONE			3.800,00 €
TOTALE			32.800,00 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi relativi all'apicoltura.

API	COSTI				
	1° ANNO	2° ANNO	3° ANNO	4° ANNO	5° ANNO
OPERAZIONE	€	€	€	€	€
ARNIE+ATTREZZATURA	-	-	-	-	-
SENSORI	-	-	-	-	-
FAMIGLIE API	-	-	-	-	-
CURE	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €
PRODUZIONE MIELE	750,00 €	750,00 €	750,00 €	750,00 €	750,00 €
TOTALE	900,00 €	900,00 €	900,00 €	900,00 €	900,00 €

API	RICAVI			
		1° ANNO		
PRODOTTO	N. ARNIE	kg MIELE	€/kg	€ TOT
MIELE	15	300	6	1.800,00 €
		2° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
	15	525	6	3.150,00 €
		3° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
	15	525	6	3.150,00 €
		4° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
	15	525	6	3.150,00 €
		5° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
	15	525	6	3.150,00 €

BUSINESS PLAN-API				
ANNO	ARNIE	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	15	900,00 €	1.800,00 €	900,00 €
2°	15	900,00 €	3.150,00 €	2.250,00 €
3°	15	900,00 €	3.150,00 €	2.250,00 €
4°	15	900,00 €	3.150,00 €	2.250,00 €
5°	15	900,00 €	3.150,00 €	2.250,00 €
TOTALE				9.900 €

Di seguito si riportano i dati relativi ai costi, ricavi e ricavi netti ripartiti per la durata utile dell'impianto (30 ANNI). Ogni 20 anni è previsto il rinnovo del parco macchine e ogni 10 anni quello delle attrezzature apistiche.

Considerando una durata utile dell'impianto di 30 ANNI, complessivamente si avrà un beneficio netto totale di 956.222,72 €. Ciò sta a dimostrare che il progetto APV, oltre ad un beneficio economico derivante dalla produzione di energia, riesce a fornire un discreto introito derivante dall'attività agricola.

ZOOTECNIA						ATTREZZATURA		
ANNO	BP	ROSMARINO	ASPARAGO	TRIFOGLIO	MIELE	PARCO MACCHINE	ATTREZZATURE APISTICHE	Δ TOTALE
1°	COSTI	11.623,75 €	20.815,50 €	-	900,00 €	32.800,00 €	-	66.139,25 €
	PLV	2.361,65 €	0,00 €	-	1.800,00 €	-	-	4.161,65 €
	RICAVI NETTI	-9.262,10 €	-20.815,50 €	-	900,00 €	-	-	-61.977,59 €
2°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	4.723,30 €	23.843,20 €	-	3.150,00 €	-	-	31.716,51 €
	RICAVI NETTI	2.767,56 €	14.457,31 €	-	2.250,00 €	-	-	19.474,87 €
3°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	4.723,30 €	54.498,75 €	-	3.150,00 €	-	-	62.372,05 €
	RICAVI NETTI	2.767,56 €	45.112,86 €	-	2.250,00 €	-	-	50.130,42 €
4°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	7.084,95 €	61.311,10 €	-	3.150,00 €	-	-	71.546,05 €
	RICAVI NETTI	5.129,21 €	51.925,20 €	-	2.250,00 €	-	-	59.304,41 €
5°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	8.265,78 €	68.123,44 €	-	3.150,00 €	-	-	79.539,22 €
	RICAVI NETTI	6.310,04 €	58.737,54 €	-	10.500,00 €	-	-	67.297,58 €
6°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	8.856,19 €	68.123,44 €	-	3.150,00 €	-	-	80.129,63 €
	RICAVI NETTI	6.900,45 €	58.737,54 €	-	10.500,00 €	-	-	67.887,99 €
7°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	8.856,19 €	54.498,75 €	-	3.150,00 €	-	-	66.504,94 €
	RICAVI NETTI	6.900,45 €	45.112,86 €	-	10.500,00 €	-	-	54.263,30 €
8°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	5.904,13 €	40.874,06 €	-	3.150,00 €	-	-	49.928,19 €
	RICAVI NETTI	3.948,38 €	31.488,17 €	-	10.500,00 €	-	-	37.686,55 €
9°	COSTI	-	-	5.307,05 €	900,00 €	-	-	6.207,05 €
	PLV	-	-	5.979,77 €	3.150,00 €	-	-	9.129,77 €
	RICAVI NETTI	-	-	672,72 €	10.500,00 €	-	-	2.922,72 €
10°	COSTI	11.921,60 €	20.295,44 €	-	900,00 €	-	-	33.117,04 €
	PLV	2.422,17 €	0,00 €	-	3.150,00 €	-	-	5.572,17 €
	RICAVI NETTI	-9.499,44 €	-20.295,44 €	-	10.500,00 €	-	-	-27.544,87 €
11°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	2.250,00 €	14.307,25 €
	PLV	4.844,33 €	23.247,50 €	-	3.150,00 €	-	-	31.241,83 €

ZOOTECNIA						ATTREZZATURA		
ANNO	BP	ROSMARINO	ASPARAGO	TRIFOGLIO	MIELE	PARCO MACCHINE	ATTREZZATURE APISTICHE	Δ TOTALE
	RICAVI NETTI	2.838,48 €	14.096,10 €	-	10.500,00 €	-	-	16.934,58 €
12°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	-	12.057,25 €
	PLV	4.844,33 €	53.137,14 €	-	3.150,00 €	-	-	61.131,48 €
	RICAVI NETTI	2.838,48 €	43.985,75 €	-	10.500,00 €	-	-	49.074,22 €
13°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	-	12.057,25 €
	PLV	7.266,50 €	59.779,29 €	-	3.150,00 €	-	-	70.195,79 €
	RICAVI NETTI	5.260,64 €	50.627,89 €	-	10.500,00 €	-	-	58.138,53 €
14°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	-	12.057,25 €
	PLV	8.477,58 €	66.421,43 €	-	3.150,00 €	-	-	78.049,01 €
	RICAVI NETTI	6.471,73 €	57.270,03 €	-	10.500,00 €	-	-	65.991,76 €
15°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	-	12.057,25 €
	PLV	9.083,13 €	66.421,43 €	-	3.150,00 €	-	-	78.654,55 €
	RICAVI NETTI	7.077,27 €	57.270,03 €	-	10.500,00 €	-	-	66.597,30 €
16°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	-	12.057,25 €
	PLV	9.083,13 €	53.137,14 €	-	3.150,00 €	-	-	65.370,27 €
	RICAVI NETTI	7.077,27 €	43.985,75 €	-	10.500,00 €	-	-	53.313,01 €
17°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	-	12.057,25 €
	PLV	6.055,42 €	39.852,86 €	-	3.150,00 €	-	-	49.058,27 €
	RICAVI NETTI	4.049,56 €	30.701,46 €	-	10.500,00 €	-	-	37.001,02 €
18°	COSTI	-	-	5.307,05 €	900,00 €	-	-	6.207,05 €
	PLV	-	-	5.979,77 €	3.150,00 €	-	-	9.129,77 €
	RICAVI NETTI	-	-	672,72 €	10.500,00 €	-	-	2.922,72 €
19°	COSTI	11.623,75 €	20.815,50 €	-	900,00 €	-	-	33.339,25 €
	PLV	2.361,65 €	0,00 €	-	3.150,00 €	-	-	5.511,65 €
	RICAVI NETTI	-9.262,10 €	-20.815,50 €	-	10.500,00 €	-	-	-27.827,59 €
20°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	4.723,30 €	23.843,20 €	-	3.150,00 €	-	-	31.716,51 €
	RICAVI NETTI	2.767,56 €	14.457,31 €	-	10.500,00 €	-	-	19.474,87 €
21°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	32.800,00 €	2.250,00 €	47.291,64 €
	PLV	4.723,30 €	54.498,75 €	-	3.150,00 €	-	-	62.372,05 €
	RICAVI NETTI	2.767,56 €	45.112,86 €	-	10.500,00 €	-	-	15.080,42 €
22°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €

ZOOTECNIA						ATTREZZATURA		
ANNO	BP	ROSMARINO	ASPARAGO	TRIFOGLIO	MIELE	PARCO MACCHINE	ATTREZZATURE APISTICHE	Δ TOTALE
	PLV	7.084,95 €	61.311,10 €	-	3.150,00 €	-	-	71.546,05 €
	RICAVI NETTI	5.129,21 €	51.925,20 €	-	10.500,00 €	-	-	59.304,41 €
23°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	8.265,78 €	68.123,44 €	-	3.150,00 €	-	-	79.539,22 €
	RICAVI NETTI	6.310,04 €	58.737,54 €	-	10.500,00 €	-	-	67.297,58 €
24°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	8.856,19 €	68.123,44 €	-	3.150,00 €	-	-	80.129,63 €
	RICAVI NETTI	6.900,45 €	58.737,54 €	-	10.500,00 €	-	-	67.887,99 €
25°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	8.856,19 €	54.498,75 €	-	3.150,00 €	-	-	66.504,94 €
	RICAVI NETTI	6.900,45 €	45.112,86 €	-	10.500,00 €	-	-	54.263,30 €
26°	COSTI	1.955,74 €	9.385,90 €	-	900,00 €	-	-	12.241,64 €
	PLV	5.904,13 €	40.874,06 €	-	3.150,00 €	-	-	49.928,19 €
	RICAVI NETTI	3.948,38 €	31.488,17 €	-	10.500,00 €	-	-	37.686,55 €
27°	COSTI	-	-	5.307,05 €	900,00 €	-	-	6.207,05 €
	PLV	-	-	5.979,77 €	3.150,00 €	-	-	9.129,77 €
	RICAVI NETTI	-	-	672,72 €	10.500,00 €	-	-	2.922,72 €
28°	COSTI	11.921,60 €	20.295,44 €	-	900,00 €	-	-	33.117,04 €
	PLV	2.422,17 €	0,00 €	-	3.150,00 €	-	-	5.572,17 €
	RICAVI NETTI	-9.499,44 €	-20.295,44 €	-	10.500,00 €	-	-	-27.544,87 €
29°	COSTI	2.005,86 €	9.151,40 €	-	900,00 €	-	-	12.057,25 €
	PLV	4.844,33 €	23.247,50 €	-	3.150,00 €	-	-	31.241,83 €
	RICAVI NETTI	2.838,48 €	14.096,10 €	-	10.500,00 €	-	-	19.184,58 €
RICAVI NETTI 1°- 40° =								956.222,72 €
€/ANNO =								31.874,09 €

11. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento

11.1 Benefici dell'impianto APV

Uno dei maggiori problemi dei classici impianti fotovoltaici a terra è l'uso del suolo, ovvero date le caratteristiche dell'impianto è impossibile la gestione agricola dei terreni. Questi sistemi hanno un grosso impatto in diverse aree del mondo dal punto di vista dello sfruttamento dell'uso dei suoli. Questa problematica riveste un ruolo estremamente importante e attuale dato dal progressivo fenomeno della desertificazione dei terreni, con conseguente perdita di produttività dei suoli. Per questo motivo il sistema APV offre un'importante e valida alternativa rendendo possibile la coltivazione dei terreni e la produzione di energia.

Considerando il presente progetto APV possiamo vedere come l'agricoltura rivesta un ruolo primario in termini di superficie:

- **35 % Superficie Pannelli**
- **65 % Superficie Agricola** comprensiva di tare (stradoni interni)
- 42 % Superficie Coltivata
- 23 % Tare (stradoni).

Il presente sistema di APV consente di apportare molteplici benefici, sia in termini economici che ambientali, rispetto al tradizionale sistema di agricoltura impiegato nell'areale di interesse.

Nello specifico i benefici apportati sono:

-**Suddivisione del rischio d'impresa** impiegando differenti specie agrarie. Questo sistema consente di suddividere il rischio dato da fattori meteorologici e dall'oscillazione dei prezzi delle produzioni agricole, diversamente da quanto può avvenire in un sistema di coltivazione tradizionale locale dove a prevalere è una sola specie colturale, come ad esempio il frumento.

-Impiego di colture facilmente meccanizzabili, con la possibilità dunque di ottimizzazione delle produzioni dal punto di vista qualitativo e quantitativo. Le finestre temporali in cui effettuare la raccolta dei prodotti, in modo da preservare la quantità e la qualità delle produzioni, oggi, a causa dei cambiamenti climatici, si stanno rivelando sempre più ridotte. È per questo motivo che la meccanizzazione delle colture si constata essere sempre più un fattore determinante.

-**Contrasto alla desertificazione e alla perdita di fertilità dei suoli** grazie all'impiego di *cover crops* (colture di copertura) e all'ombreggiamento dato dai pannelli. Si attenua così l'impatto negativo

dato dalla radiazione solare e dai fenomeni erosivi, determinando una minor perdita di sostanza organica nel terreno.

-Incremento della biodiversità dato dall'impiego di differenti specie agrarie, con conseguente minor pressione da parte dei patogeni.

-Incremento delle produzioni grazie all'azione pronuba delle api. Molte specie agrarie hanno un tipo di impollinazione entomofila.

-**Riduzione di input chimici** grazie ad un corretto avvicendamento delle colture e all'impiego di colture miglioratrici (leguminose). L'avvicendamento è uno dei fattori che incide maggiormente sul mantenimento e sull'incremento della fertilità dei suoli, consentendo la riduzione e, in alcuni casi, l'eliminazione di fertilizzanti chimici di sintesi. Difatti, la rotazione tra una coltura depauperante e una miglioratrice contrasta il verificarsi del così detto fenomeno della "stanchezza del terreno". Questo fenomeno si verifica generalmente nei terreni dove viene praticata la monocoltura, ovvero la coltivazione della stessa specie per più anni consecutivi sullo stesso appezzamento, determinando così un peggioramento strutturale e nutritivo del terreno.

11.2 Impatti ambientali

L'area di interesse per l'impianto APV, mostra già i segni del fenomeno dello "*sprawl*", ovvero un modello insediativo diffuso dove il consumo di quantità di territorio da parte degli insediamenti e delle infrastrutture extraurbane avviene oramai a velocità vertiginosa. Inoltre, il territorio vede già la coesistenza di altri impianti fotovoltaici ed eolici con i quali quello del progetto si pone in relazione, tale da inserirsi in un polo energetico consolidato da oltre un decennio.

L'area del progetto, sotto il profilo paesaggistico, si caratterizza per un discreto livello di antropizzazione. L'impatto cumulativo è connesso alle caratteristiche paesaggistiche del sito.

In aggiunta, è essenziale evidenziare anche le ricadute positive del progetto:

- Ombreggiamento

La minore radiazione impattante al suolo va a limitare la perdita di sostanza organica del terreno. L'ombreggiamento quindi, proporzionale alla crescita adeguata delle piante, risulta essere una strategia per il contrasto alla desertificazione.

- Cover Crops

L'utilizzo di colture di copertura non destinate alla raccolta, viene impiegato per migliorare la fertilità del suolo e mitigare gli impatti ambientali agricoli. I vantaggi di questa tecnica agronomica, nel

dettaglio, includono: i) incremento della sostanza organica; ii) miglioramento della biodiversità ambientale e microbiologica; iii) apporto di elementi nutritivi alla coltura in successione; iv) contenimento dell'erosione e di lisciviazione di elementi nutritivi e fitofarmaci; v) miglioramento della struttura del suolo grazie alla maggiore stabilità degli aggregati e al migliore equilibrio tra macro- e micro-porosità del suolo.

- Leguminose

Le specie leguminose sono definite colture miglioratrici, capaci di migliorare sia la fertilità sia la struttura fisica del terreno. La loro capacità azotofissatrice permette di “catturare” l’azoto atmosferico a livello radicale rilasciandolo nel terreno a disposizione della coltura successiva, inoltre il profondo apparato radicale svolge un’importante azione fisica nel terreno.

- Apicoltura

La presenza di api incrementa la percentuale di impollinazione delle colture circostanti, accrescendo quindi la futura produzione.

In conclusione, l’opera di progetto non andrà ad incidere in maniera irreversibile né sulla qualità dell’area né sul grado di naturalità dell’area o sull’equilibrio naturalistico presente.

Le soluzioni adottate per il progetto, andranno a mitigare le problematiche caratterizzanti la zona, quali desertificazione ed eccessivo sfruttamento del suolo.

12. Cronoprogramma

Di seguito il diagramma di Gantt per il supporto alla gestione del progetto, con l’identificazione delle specie e il loro ciclo agronomico, fenologico, meccanico, ecc.

Nello specifico, si descrivono i cicli del primo anno e del secondo anno. Il ciclo del trifoglio è stato inserito solamente per rappresentare il suo *iter* agronomico, ma sarà presente in campo solo ogni 8 anni.

PRIMO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
<i>Asparagus officinalis</i> ASPARAGO							Lavorazione/	Concimazione	Trapianto	Irrigazione/Crescita vegetativa della pianta				
														
INERBIMENTO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 				Crescita/Fioritura  							
<i>Rosmarinus officinalis</i> ROSMARINO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
	Lavorazione primaria/secondaria 	Concimazione/Trapianto/Irrigazione   			Crescita vegetativa della pianta/Concimazione primaverile  					1° Sfalcio 1°anno 		Crescita 		
<i>Trifolium incarnatum</i> TRIFOGLIO INCARNATO (ogni 8 anni)	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
	Lavorazione primaria/secondaria 			Semina/Concimazione  	Crescita vegetativa della pianta 					Raccolta 		Lavorazione 		

SECONDO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
<i>Asparagus officinalis</i> ASPARAGO	Crescita 						Concimazione 			Concimazione 			Crescita 	
INERBIMENTO	Crescita/Fioritura  													
<i>Rosmarinus officinalis</i> ROSMARINO	Crescita vegetativa della pianta 									Concimazione 	1° sfalcio 2°anno 	Crescita vegetativa 		
<i>Trifolium incarnatum</i> TRIFOGLIO INCARNATO (ogni 8 anni)	Raccolta 	Lavorazione 	Semina/Concimazione  			Crescita vegetativa della pianta 					Raccolta 		Lavorazione 	

ANNO APISTICO + FIORITURE													
	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	
<i>Asparagus officinalis</i>													
<i>Achillea millefolium</i>													
<i>Calendula officinalis</i>													
<i>Taraxacum officinale</i>													
<i>Trifolium subterraneum</i>													
<i>Rosmarinus officinalis</i>													
<i>Trifolium incarnatum</i>													
<i>Apis mellifera</i>	Nutrimento e attrezzature apistiche per l'anno successivo		Controllo delle arnie			Raccolta miele/Smielatura		Raccolta miele/Smielatura / Trattamento anti-varroa		Controllo delle arnie		Trattamento anti-varroa	
	Preparazione attrezzature apistiche per l'anno successivo											Nutrimento e attrezzature apistiche per l'anno successivo	
								