



Regione Siciliana



Città Metropolitana di Palermo



Comune di Castellana Sicula



Comune di Polizzi Generosa



Comune di Caltavuturo

Proponente

**FLYNIS PV 3 S.r.l.**

Via Statuto, 10 - 20121 Milano - Italy  
pec: flynispv3srl@legalmail.it

## Progetto Definitivo

Denominazione progetto:

### **REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERÌ"**

Potenza nominale complessiva = 42473,60 kWp

Sito in:

**COMUNI DI CASTELLANA SICULA,  
POLIZZI GENEROSA E CALTAVUTURO (PA)**

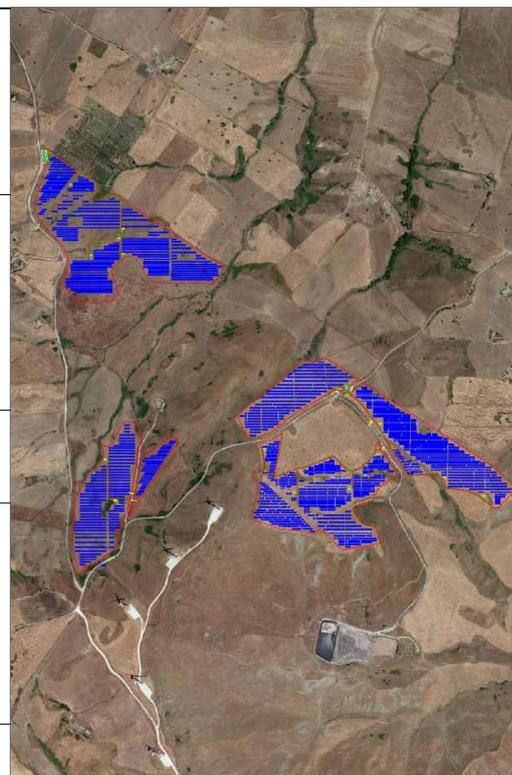
Titolo elaborato:

## Relazione agronomica

Elaborato n.

**VIA10**

Scala -



Responsabile Coordinamento e revisione progetto : dott. for. Edoardo Pio Iurato

TIMBRI E FIRME:

Progettisti : dott. Agr. Eliana Santoro



Collaboratori : dott. per. Agr. Leonardo Cuscito  
dott. Emanuela Gaia Forni

REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	dott. Agr. Eliana Santoro	dott. Agr. Eliana Santoro	dott. Agr. Eliana Santoro	20/06/2022
01				
02				

FIRMA/TIMBRO  
COMMITTENTE:



**FLYREN**  
THE CULTURE OF CLEAN ENERGY

*Andrea Rigan*



**FLYREN**  
THE CULTURE OF CLEAN ENERGY

Flyren Development S.r.l.  
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)  
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528  
email: info@flyren.eu  
web: www.flyren.eu  
C.F. / P. IVA n. 12062400010

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	

<b>PREAMBOLO</b> .....	<b>1</b>
<b>1. AGRIVOLTAICO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. PRINCIPI DELLA SOLUZIONE AGRIVOLTAICA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. IL PASCOLO E LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2. L' ATTIVITÀ APISTICA E LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE</b> .....	<b>10</b>
<b>3. QUADRO NORMATIVO DELL' AGRIVOLTAICO</b> .....	<b>13</b>
<b>4. L' AGRICOLTURA IN SICILIA</b> .....	<b>18</b>
<b>5. INQUADRAMENTO CLIMATICO</b> .....	<b>21</b>
<b>6. INQUADRAMENTO DELL' AREA DI INTERVENTO</b> .....	<b>27</b>
<b>7. ASPETTI AGRONOMICI DEL SITO</b> .....	<b>33</b>
<b>8. PROGETTO AGRIVOLTAICO</b> .....	<b>37</b>
<b>8.1. COMPONENTE FOTOVOLTAICA</b> .....	<b>37</b>
<b>8.2. COMPONENTE AGRONOMICA</b> .....	<b>38</b>
8.2.1. PRATO-PASCOLO .....	40
8.2.2. ATTIVITÀ APISTICA .....	47
<b>9. MONITORAGGIO AGRO-PASTORALE</b> .....	<b>50</b>
<b>10.INDICAZIONI ECONOMICHE PRELIMINARI</b> .....	<b>53</b>
<b>10.1. ANALISI PRELIMINARE DEI COSTI PRATO-PASCOLO</b> .....	<b>53</b>
<b>10.2. ANALISI PRELIMINARE DELL' ATTIVITÀ APISTICA</b> .....	<b>54</b>
<b>10.3. STIMA PRELIMINARE COSTI MONITORAGGIO AGRO PASTORALE</b> .....	<b>56</b>
<b>11.CONCLUSIONI</b> .....	<b>57</b>
<b>12.BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>60</b>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 1 di 64

## Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico conferito dalla società FlyRen Development S.r.l. – in rappresentanza della società FLYNIS PV 3 Srl, al fine di valutare le potenzialità e gli aspetti agronomici di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (c.d. Agrivoltaico) con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 42473,60 kWp
- Superficie catastale interessata: 160,69,92 ha
- Superficie di impianto recintata: 70 ha
- Superficie destinata all'attività agro-pastorale: 67,78,15 ha
- Classificazione architettonica: impianto a terra
- Ubicazione: Regione Sicilia | Comuni di Polizzi Generosa e Castellana Sicula (PA) - area di impianto - Polizzi Generosa, Castellana Sicula e Caltavuturo (PA) - opere di rete
- Particelle superficie catastale disponibile: F. 64 - P. 1,2,13,14,28 (Comune di Castellana Sicula) – F. 37 - P. n° 8 (Comune di Polizzi Generosa)
- Particelle superficie di impianto recintata: F. 37 - P. 8 (Comune di Castellana Sicula), F. 64 - P. 1, 2 e 28 (Comune di Polizzi Generosa)
- Ditta committente: FLYNIS PV 3 Srl

L'elaborato è finalizzato a:

1. introdurre e illustrare il concetto di *agrivoltaico*;
2. descrivere l'area di intervento progettuale;
3. illustrare gli interventi di carattere agronomico previsti in ottica di utilizzo plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo e gli accorgimenti gestionali da adottare.

Tale documento costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di VIA (D. Lgs. 152/2006).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 2 di 64

## 1. Agrivoltaico

Secondo l'ultimo rapporto dell'European Environment Agency (EEA,2022), l'Unione Europea ha raggiunto l'obiettivo 2020 di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, raggiungendo il 20% in meno rispetto al 1990. Tra i fattori chiave che hanno consentito tale miglioramento rientra "la diffusione delle energie rinnovabili, l'uso di combustibili fossili a minore intensità di carbonio e il miglioramento dell'efficienza energetica, i cambiamenti strutturali nell'economia, la minore domanda di riscaldamento dovuta agli inverni più caldi in Europa", così come anche gli effetti del COVID-19.

Come più approfonditamente illustrato nello Studio di Impatto Ambientale, la strada da percorrere risulta però ancora lunga, nell'ambito del Green Deal europeo nel settembre 2020 la Commissione Europea ha infatti proposto di:

- innalzare dal 40% al 55% la riduzione entro il 2030 delle emissioni nette di gas climalteranti rispetto ai livelli del 1990;
- portare la produzione di energia prodotta da fonti rinnovabili ad una quota di almeno il 32%;
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

I nuovi scenari europei condivisi a dicembre 2020 comportano la necessità di rivedere al rialzo gli obiettivi nazionali del PNIEC<sup>1</sup>, elaborato a fine 2019. Il nuovo livello da raggiungere in termini di energia rinnovabile dovrà raggiungere quota 65000 MW invece dei 51000 MW previsti: un incremento di circa 42406 MW rispetto ai 22594 MW installati in Italia a fine 2021 (GSE,2022). I nuovi scenari impongono di triplicare la potenza di fotovoltaico installata in Italia entro il 2030, ma il ritmo di crescita è ancora troppo lento. Se la crescita non subirà un'accelerazione al 2030 la potenza installata da eolico e fotovoltaico sarà di poco superiore ai 50 GW, rendendo impossibile l'obiettivo (aumentato con il PTE, il Piano per la transizione ecologica) di un installato totale di rinnovabili tra i 125 e i 130 GW. Queste cifre saranno raggiungibile solo alimentando il tasso di installazione raggiungendo per l'eolico circa 1,75 GW/anno contro gli 0,38 GW/anno di oggi e per il fotovoltaico circa 5,6 GW/anno contro 0,73 GW/anno<sup>2</sup>.

Il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico è fondamentale dal momento che in larghissima misura il gap potrà essere coperto da nuova capacità collegata alla fonte solare. Inoltre, la tecnologia fotovoltaica ha raggiunto un grado di maturità tecnologica che, unitamente alla diminuzione dei costi, alla crescita di produttività dei moduli e alla quasi integrale possibilità di riciclo dei materiali, la rende un valido sostituto delle fonti fossili nella generazione di energia elettrica.

Uno dei principali fattori limitanti alla diffusione di tali impianti risiede però nella disponibilità di superfici utili, la tecnologia fotovoltaica richiede infatti, a differenza ad esempio dell'eolico, di un maggiore sviluppo areale. Il progressivo aumento della popolazione mondiale (che si suppone supererà i 9 Miliardi nel 2050 (Gerland *et. al*, 2014)), porta con sé, oltre all'incremento di domanda in termini di energia, anche un aumento della domanda in termini di cibo (e quindi di terre coltivabili). La risposta a questo apparente conflitto è

<sup>1</sup> Piano nazionali integrati per l'energia e il clima: obiettivo fissato per i PNIEC degli Stati membri richiedeva una riduzione del 40%, pari al doppio di quella stabilita per il 2020: -20%, il nuovo target prevede di quasi triplicarla.

<sup>2</sup> <https://www.itismagazine.it/news/26947/energie-rinnovabili-il-ritmo-della-crescita-e-ancora-lento/>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 3 di 64

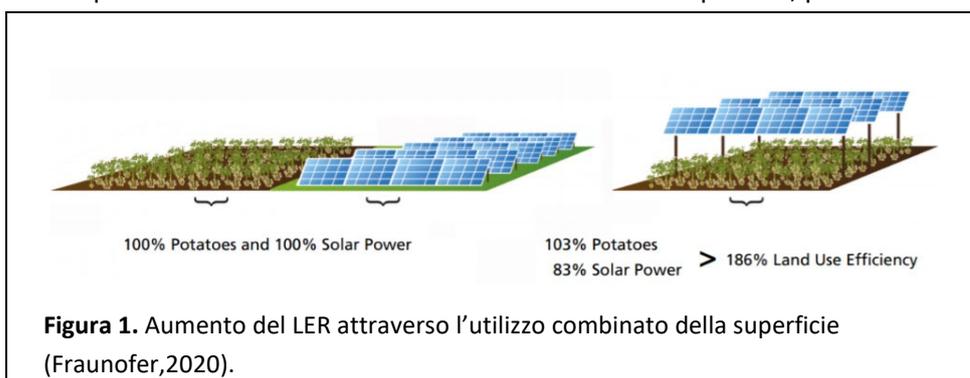
rappresentata da quelle che vengono definite le installazioni *agrivoltaiche*, progettate in modo da consentire la coltivazione dell'area sottostante l'infrastruttura energetica. È fondamentale considerare che per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030 occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra i 30.000-40.000 ettari - valore comunque inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale per cui è necessario proporre tecnologie e progetti che assicurino la compatibilità tra gli obiettivi energetici e climatici e gli obiettivi di tutela del paesaggio, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo (Legambiente, 2020).

Un impianto agrivoltaico può essere definito come "[...] un impianto fotovoltaico, che nel rispetto dell'uso agricolo e/o zootecnico del suolo, anche quando collocato a terra, non inibisce tale uso, ma lo integra e supporta garantendo la continuità delle attività pre-esistenti ovvero la ripresa agricola e/o zootecnica e/o biodiversità sulla stessa porzione di suolo su cui insiste l'area di impianto, contribuendo così ad ottimizzare l'uso del suolo stesso con ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali ed ambientali."<sup>3</sup> Si tratta quindi di una soluzione di "solar sharing", poiché la risorsa radiativa proveniente dal sole viene ripartita fra il processo di coltivazione e quello di generazione energetica.

Tale approccio costituisce una valida alternativa a un sistema agricolo intensivo in un'ottica di sostenibilità a lungo termine. È importante sottolineare, pertanto, che non si tratta di una soluzione finalizzata al mero utilizzo di terreni agricoli per l'installazione d' impianti alimentati da energia rinnovabile, bensì una concreta possibilità capace di contribuire alla progressiva decarbonizzazione (quindi anche del sistema produttivo agricolo) attraverso l'integrazione delle energie rinnovabili. Sappiamo infatti che l'agricoltura intensiva è concausa dell'inquinamento e del riscaldamento globale: in generale si è stimato che l'agricoltura è stata responsabile nel 2015 del 6,9% delle emissioni totali di gas serra (espressi in CO<sub>2</sub> equivalente) ed è pertanto la terza fonte di emissioni di gas serra dopo il settore energetico e il settore dei processi industriali<sup>4</sup>.

Esistono svariati sistemi che consentono di combinare la produzione agricola con altri sistemi produttivi, vedasi, per esempio, i sistemi *agroforestali* che prevedono la coltivazione di colture arboree ed erbacee sulla stessa superficie. È ampiamente provato come l'utilizzo simultaneo di una stessa superficie, per fini diversi,

consenta di aumentare il Rapporto di Suolo Equivalente (Land Equivalent Ratio, LER<sup>5</sup>, **Figura 1**) rispetto all'impiego della stessa superficie per un'unica produzione (Fraunhofer, 2020; Valle *et al.*, 2017).



<sup>3</sup> Demofonti- 4 Agosto2021- Gdl Agro-fotovoltaico. <https://www.italiasolare.eu/eventi/>

<sup>4</sup> <https://www.controlsecurityambiente.com/inquinamento-causato-dalle-coltivazioni-agricole-intensive/>

<sup>5</sup> LAND EQUIVALENT RATIO (LER): rapporto tra la superficie in coltura unica e la superficie in consociazione necessaria per ottenere la stessa resa a parità di gestione. È la somma delle frazioni delle rese in consociazione divise per le rese in coltura unica. <http://www.fao.org/3/x5648e/x5648e0m.htm>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 4 di 64

Dupraz (2011) ha dimostrato come l'agrivoltaico rappresenti una soluzione valida e innovativa per superare la competizione rispetto all'uso del suolo. Diversi studi, mirati alla valutazione tecnica economica di questo sistema (Schindele *et al.*, 2020) e all'analisi della compatibilità tra la coltivazione agraria e l'installazione di pannelli in molteplici casi reali (Aroca-Delgado *et al.*, 2018), dimostrano come l'agrivoltaico aumenti l'efficienza d'uso del suolo consentendo la coltivazione e la produzione di energia in simultanea, sfruttando la sinergia tecno-ecologica-economica dei due sistemi.

Secondo uno studio dell'*Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile* (ENEA), infatti, gran parte del terreno al di sotto dei pannelli solari (fino al 80-90% in alcuni casi vistuosi) può essere lavorato con le comuni macchine agricole. I vantaggi in termini di consumo di suolo sono perciò evidenti e promettenti.<sup>6</sup>

In questi termini l'agrivoltaico rappresenta una "nuova opportunità in ambito agricolo laddove, tramite modelli "win-win", si esaltino le sinergie tra produzione agricola e generazione di energia" (M. Iannetta, responsabile della Divisione ENEA di Biotecnologie e Agroindustria),

Si riportano, in sintesi, i risultati ottenibili con questo tipo di approccio progettuale (Marrou H. *et al.*, 2013; Weselek A. *et al.*, 2019):

- **sinergia dei risultati:** è possibile conseguire esiti produttivi ed economici che sono superiori alla semplice somma dei risultati che potrebbero essere ascritti alle soluzioni semplici, ossia singolarmente od isolatamente applicate. Cfr indice LER (*Land Equivalent Ratio*) superiore all'unità;
- **ottimizzazione della scelta colturale:** attraverso una razionale ed efficace individuazione delle colture agrarie e/o attività zootecniche che possano manifestare la piena espressione del risultato produttivo atteso;
- **diversificazione del sistema agro-ecologico:** coltivazione in regimi non convenzionali (quali biologico, agricoltura conservativa, agricoltura sostenibile) finalizzata al raggiungimento di obiettivi di compatibilità ambientale e sostenibilità ecologica sommati a indirizzi di diversificazione ecologica ("*greening*") mediante la realizzazione di plurimi elementi d'interesse ecologico ("*ecological focus area*") ed elementi caratteristici del paesaggio, per costituire una sorta di "rete ecologica" aziendale capace di connettersi a quella territoriale mediante la realizzazione di fasce tampone, margini inerbiti, siepi arboreo-arbustive ed altre infrastrutture ecologiche;
- coerenza con gli orientamenti normativi nazionali e comunitari: L.n. 34 2022, L. n. 108 2021, Green deal e PNIEC;
- **creazione di un nuovo modello paesaggistico:** grazie alla gamma di miglioramenti ambientali, alla rifunzionalizzazione di tipo agro-ecologico, nonché all'adozione di un design impiantistico che permette di coniugare con successo la disponibilità delle risorse con le esigenze della società attuale, si arriva alla definizione un "nuovo modello tradizionale", tramandabile da una generazione alla successiva, grazie al successo e alla stabilità di alcune soluzioni tecniche. La tradizione viene in tal modo "tradotta "per mantenerla vitale, assegnando ad essa nuove finalità entro nuove contestualizzazioni.

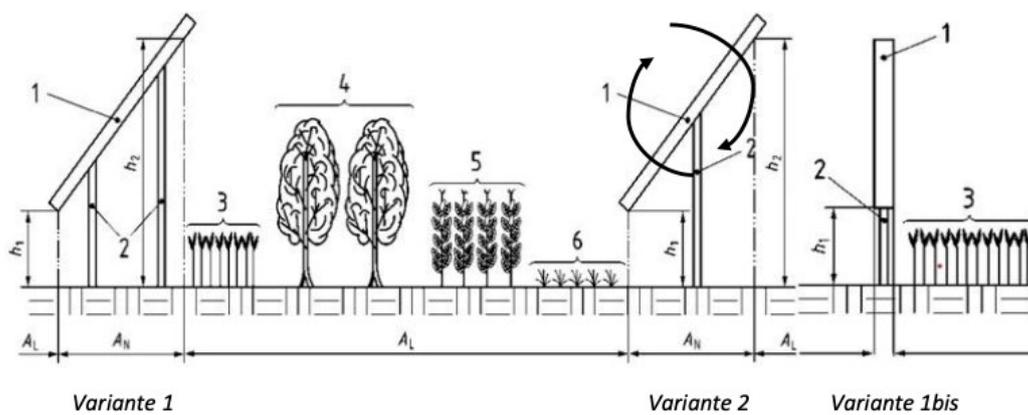
<sup>6</sup> <https://www.futuraenergie.it/2021/03/08/agrovoltico-i-vantaggi-del-fotovoltaico-in-agricoltura/>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 5 di 64

## 2. Principi della soluzione agrivoltaica

La contestuale sinergia tra l'installazione di pannelli fotovoltaici e la coltivazione e/o pascolamento-allevamento sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger and Zastrow, 1982) e attualmente - in Italia e nel mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo sistema.

La presenza dei moduli su suolo agrario non preclude l'uso agricolo dell'area, anzi tale modello agrivoltaico può rappresentare un percorso virtuoso per coniugare la produzione alimentare e la produzione energetica da fonti rinnovabili (Figura 2).



**Figura 2.** Rappfigurazione relativa all'AGRO-FV INTERFILARE, Variante 1 (impianti FV fissi inclinati) Variante 2 (Impianti FV con tracker), Variante 1 bis (Impianti FV fissi verticali) Fonte: Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI", sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare e pubblicato il 02/03/2022 <https://www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrovoltaico.pdf>

Le soluzioni finora adottate per questo tipo di impianti (Figura 3), hanno visto l'adozione di tecnologie diversificate tra le quali si citano, per esempio: **i)** impianti fissi, previo innalzamento della componente fotovoltaica, in modo da consentire il passaggio dei macchinari agricoli; **ii)** installazione di moduli verticali per il privilegio di produzioni energetiche in fasce orarie differenti; **iii)** sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse. Esistono, inoltre, esempi di tecnologie brevettate specificatamente per l'ambito agrivoltaico (e.g. tensostrutture sulle quali alloggiare inseguitori solari).



**Figura 3.** Esempi di differenti soluzioni agrivoltaiche: impianti fissi (Legambiente, 2020); moduli verticali; sistemi di inseguimento (Toledo e Scognamiglio, 2021); Sistema Agrovoltaico® (<https://remtec.energy/agrovoltaico>).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 6 di 64

Diversi studi (Weselek *et al.*, 2019; Adeh. *et al.*, 2018; Fraunhofer, 2020; Toledo e Scognamiglio, 2021; Andrew *et al.*, 2021) ne mettono in luce i molteplici vantaggi, quali a titolo di esempio:

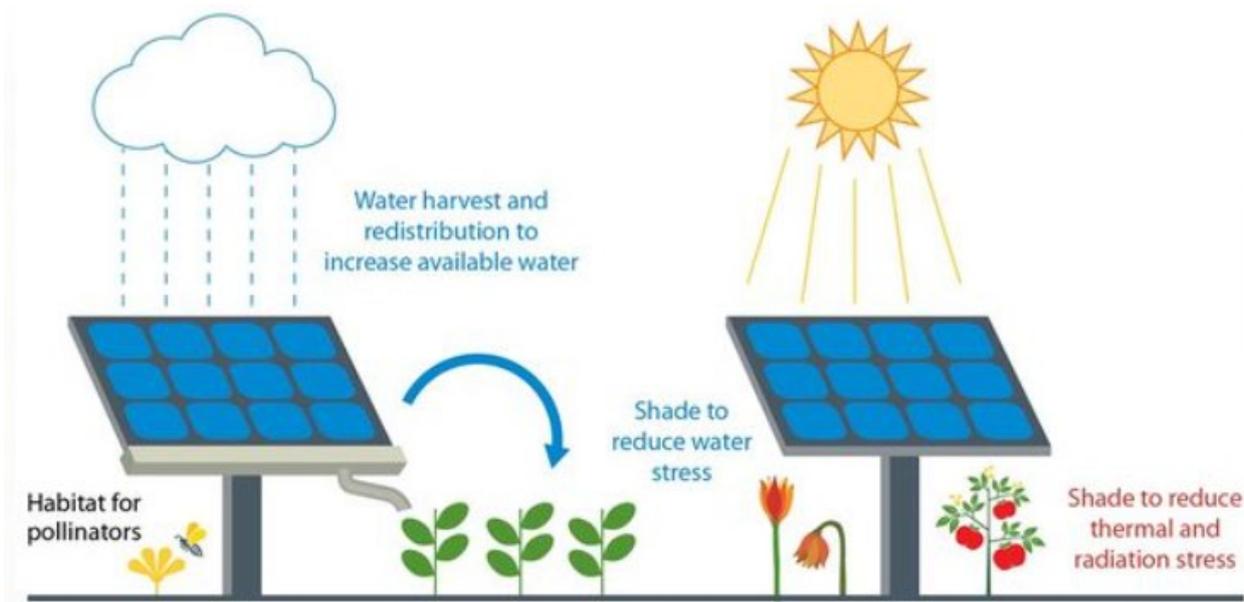
- incremento della produttività del suolo;
- miglioramento della produzione vegetale;
- possibilità di intercettare e stoccare l'acqua piovana per usi irrigui;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi;
- creazione di un rifugio per il bestiame che pascola tra i pannelli;
- riduzione dei costi nella gestione del pascolo;
- minore stress termico causato al bestiame;
- generazione di fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori.

Per quanto concerne elementi quali irraggiamento, temperatura dell'aria e umidità del suolo (Figura 4), alcuni studi condotti hanno rilevato come la presenza di pannelli fotovoltaici possa arrivare a creare alcune variazioni microclimatiche utili a fini agro-produttivi (Armstrong *et.al* 2016), tra cui:

- **Irraggiamento:** la presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno (ma, al contempo, si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa).
  - ➔ In base alle specie selezionate (specialmente per le piante sciafile o brevi-diurne) questo aspetto potrà tradursi, laddove opportunamente gestito, in un incremento complessivo della produzione di sostanza secca e della qualità.
- **Temperatura dell'aria:** il parziale ombreggiamento può attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature, mitigando le temperature estreme dell'aria e del suolo e promuovendo, pertanto, un maggior accrescimento radicale (anche grazie alla maggior umidità del terreno).
  - ➔ Ogni specie vegetale, infatti, necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto "zero di vegetazione", e temperature troppo elevate possono fortemente condizionare l'accrescimento delle piante.
- **Umidità del suolo:** il parziale ombreggiamento che viene a verificarsi può determinare una diminuzione della evapotraspirazione e della carenza idrica estive (specie in ottica futura, nell'ipotesi di aggravio di tale aspetto in relazione ai dinamismi causati dai cambiamenti climatici).
  - ➔ La riduzione dell'evaporazione di acqua dal terreno, in particolare, consente un più efficace utilizzo della risorsa idrica del suolo.

Per quanto riguarda l'effetto di tali variazioni sulle coltivazioni, esso cambia in funzione delle specie coltivate e della relativa sensibilità all'ombreggiamento (Marrou, 2013; Agostini *et al.*, 2021). I risultati ottenuti, inoltre, variano anche in funzione del luogo in cui la sperimentazione è stata condotta.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO “CONTRADA ALBERI”				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 7 di 64



**Figura 4.** Alcuni benefici per le colture in un sistema agrivoltaico ([InSPIRE/Project | Open Energy Information \(openei.org\)](https://inspire.project.openenergyinformation.org/)).

Non esiste quindi uno standard progettuale “assoluto” poiché ci sono diverse variabili che vanno analizzate in base alla localizzazione dell’impianto quali:

- l’ubicazione geografica;
- la conformazione del territorio;
- il clima;
- le colture coltivate tradizionalmente in loco;
- il tipo di coltura;
- il tipo di suolo.

“[...] Riteniamo che non esista un solo agrivoltaico, ma diverse soluzioni da declinare secondo le specifiche caratteristiche dei siti oggetto di intervento: la sfida è trasformare una questione tecnica in una questione di cultura complessa, con un approccio transdisciplinare supportato dai risultati della ricerca sulle migliori combinazioni colture/sistemi fotovoltaici”. (A. Scognamiglio, ENEA task force Agrivoltaico Sostenibile).

## 2.1. Il pascolo e la produzione di energia da fonte rinnovabile

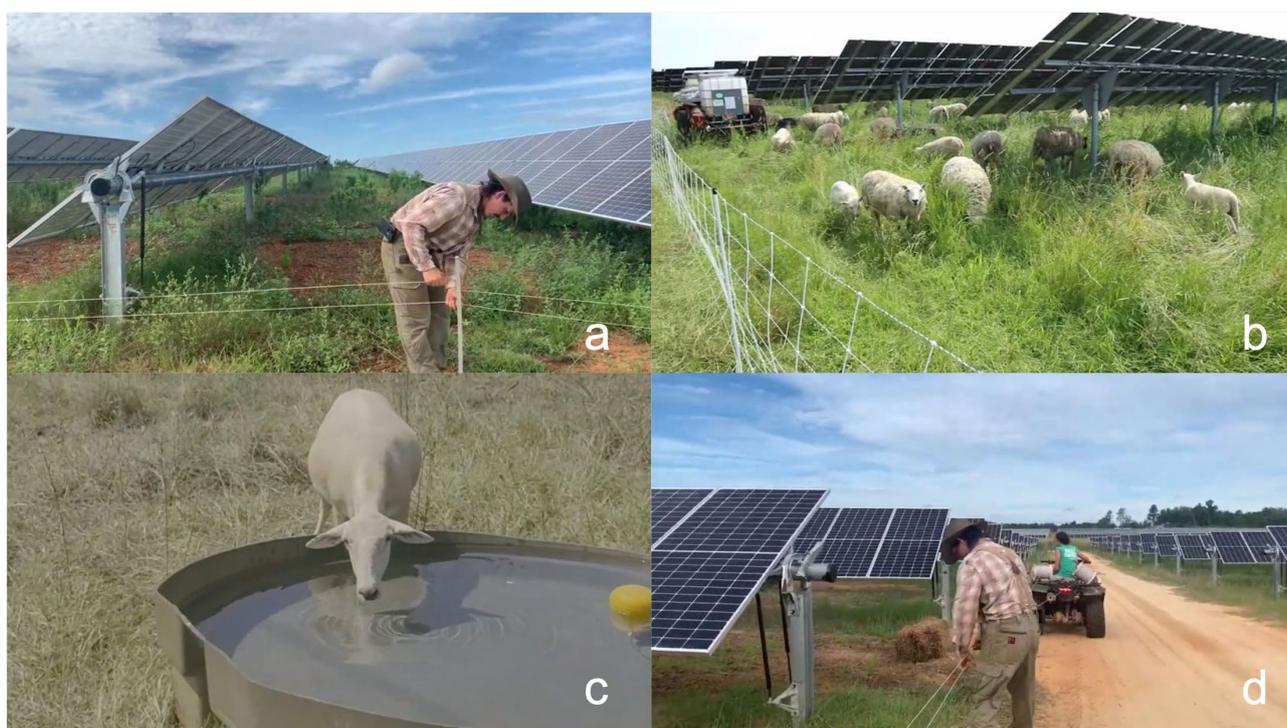
La creazione dei cosiddetti *pascoli (o fattorie) solari* rappresenta una buona soluzione di agrivoltaico, perché consente di ovviare alla competizione nell’uso del suolo tra la produzione di energia e l’agricoltura (Andrew 2021b). Queste soluzioni prevedono la semina di un prato destinato al foraggio verde per il bestiame che pascola nell’area di impianto o raccolto per la fienagione.

Studi recenti (Andrew,2022), mirati a confrontare diversi tipi di prati per composizione specifica (mix composti da leguminose e graminacee, da solo leguminose o da leguminose, graminacee e altre specie erbacee) coltivati sulle superfici occupate da pannelli fotovoltaici sia in termini di produzione del manto vegetale sia dell’effetto sul bestiame (pecore), dimostrano che il prato di leguminose risulta meno produttivo

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 8 di 64

e persistente (anche in condizioni di pieno irraggiamento), ma che la diminuzione in % di materia secca in condizioni di semi-ombreggiamento è minore per questo tipo di prati. Le analisi condotte sul bestiame confermano che la componente fotovoltaica offre particolari benefici in condizioni siccitose.

A titolo esemplificativo, in Figura 5 si illustra la conduzione di un impianto agrivoltaico in Georgia, Stati Uniti, nel quale alla produzione fotovoltaica si abbina il pascolo di ovini<sup>7</sup>.



**Figura 5.** Esempio operativo di agrivoltaico con pascolamento di ovini. Nella prima immagine e a seguire: a) definizione delle aree di pascolo con una recinzione provvisoria; b) pascolamento degli ovini nel lotto perimetrato; c) sistemazione di un abbeveratoio mobile; d) rimozione della recinzione per l'installazione in altre aree di pascolamento.

Dal punto di vista operativo, l'area dell'impianto viene suddivisa in parcelle che, delimitate da una recinzione provvisoria (e mobile), permettono un pascolamento progressivo all'interno dell'intero appezzamento per evitare che alcune porzioni vengano sfruttate più di altre. Gli ovini, dopo aver brucato la parcella, vengono in seguito spostati in un'area di pascolamento successiva e la recinzione provvisoria viene rimossa per essere posizionata nella nuova porzione.

La soluzione agrivoltaica abbinata al pascolamento permette di conseguire svariati benefici di carattere agro-zootecnico. La presenza di animali, infatti, consente di contenere la proliferazione di specie infestanti che molto spesso, se non opportunamente gestite, si sviluppano anche al di sotto dei moduli fotovoltaici, riducendo e/o evitando eventuali decrementi dell'efficienza provocata dall'ombreggiamento degli stessi. Inoltre, la presenza animale favorisce la riduzione dell'impiego di diserbanti di origine chimica (Figura 6), assicurando una gestione più sostenibile dell'attività agricola-zootecnica.

<sup>7</sup> <https://blog.whiteoakpastures.com/blog/regenerative-energy>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 9 di 64



**Figura 6.** Crescita non controllata dalle erbe infestanti in un impianto fotovoltaico.

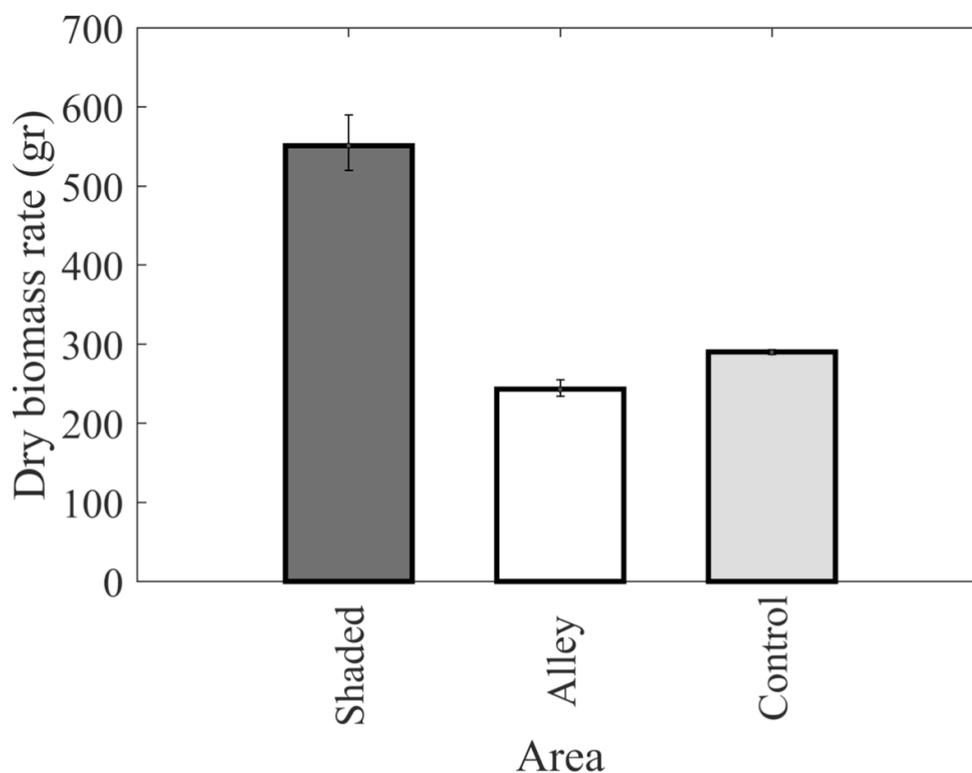
In aggiunta, la coesistenza fotovoltaico-pascolamento può consentire una diminuzione dei costi dell'attività zootecnica, in quanto la tecnologia fotovoltaica (tracker + modulo) è in grado di fornire un rifugio artificiale al bestiame, riducendo di fatto il costo iniziale della realizzazione dell'infrastruttura apposita per il ricovero del bestiame. Il pascolamento permette inoltre di evitare le operazioni di fienagione (taglio e/o raccolta del foraggio), diminuendo così il costo della manodopera impiegata per la gestione del cotico erboso presente sotto i pannelli.

Gli studi di Andrew (2021a, 2021b), che hanno confrontato la crescita degli agnelli e la produzione foraggera del pascolo in un sistema tradizionale ed uno agrivoltaico, dimostrano come il bestiame allevato nel pascolo solare sia sottoposto a minore stress termico registrando una relativa diminuzione nel consumo idrico, grazie al microclima più fresco e mite creato all'ombra dei pannelli. Inoltre, gli animali hanno beneficiato delle strutture per ripararsi non solo dal sole, ma anche dal vento e dai predatori. I risultati dello studio hanno infine registrato una effettiva diminuzione della fitomassa prodotta dalla semina del prato, tuttavia accompagnata da un aumento della qualità del foraggio, che ha conseguito una nascita primaverile degli agnelli simile a quella dei pascoli aperti. Per concludere, i risultati hanno confermato che la produttività del terreno potrebbe essere aumentata combinando il pascolo delle pecore con la produzione di energia solare, incentivando la realizzazione dei sistemi agrivoltaici.

Adeh *et al.* (2018) hanno confrontato gli effetti ambientali dei pannelli solari installati in un pascolo non irrigato, sottoposto a stress idrico frequente, quantificando i cambiamenti del microclima, dell'umidità del suolo, dell'uso dell'acqua e della produttività della biomassa (**Figura 7**) dovuti alla presenza dei pannelli solari. I risultati mostrano differenze significative per temperatura media dell'aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento e umidità del suolo. Le aree sotto i pannelli solari hanno mantenuto un'umidità del suolo più elevata per tutto il periodo di osservazione, si è registrato un aumento significativo della biomassa (+90%) ed infine le porzioni sotto i moduli fotovoltaici sono risultate significativamente più efficienti dal punto di vista idrico (+328%).

I ricercatori statunitensi hanno così confermato che le aree sotto i pannelli solari hanno un microclima diverso rispetto alle aree esposte: le piante in pieno sole consumano la risorsa idrica più in fretta e, una volta terminata, appassiscono, mentre quelle protette dai moduli utilizzano l'acqua più lentamente e sono quindi meno soggette a stress idrico. I ricercatori concludono anche che non tutte le colture sono indicate per i sistemi agrivoltaici e che la ricerca in questo campo ha bisogno di ulteriori studi. Tuttavia, recenti studi,

permettono di affermare che i pascoli semi-aridi con inverni umidi risultano essere i candidati ideali per sistemi agrivoltaici, supportati anche dai notevoli guadagni in termini di produttività.



**Figura 7.** Confronto della biomassa secca nei tre luoghi di campionamento dello studio di Adeg *et al.* (2018): all'ombra dei pannelli (*shaded*), nelle aree aperte tra i pannelli (*alley*) e nell'area di controllo al di fuori dell'impianto agrivoltaico (*control*).

Gli studi condotti dimostrano come i risultati ottenibili dai "pascoli solari" siano generalmente positivi, sia in termini di produzione foraggera, sia di benessere animale e confermano come i risultati ottenibili non dipendano solo dalla soluzione progettuale proposta, ma siano fortemente influenzati dal contesto in cui si sviluppano. La ricerca in questo campo necessita ancora di ulteriori approfondimenti, anche in ragione dell'attuale contesto climatico caratterizzato sempre più spesso da eventi meteorici straordinari per i quali le colture e gli animali potranno sempre più giovare dell'effetto protettivo dei pannelli contro gli eventi estremi quali, ad esempio, grandine e temperature molto elevate. Lo sviluppo di progetti di questo tipo costituisce quindi un fattore fondamentale.

## 2.2. L'attività apistica e la produzione di energia da fonte rinnovabile

L'apicoltura si configura come un'attività di salvaguardia degli insetti impollinatori e come fonte di reddito attraverso le sue produzioni, in primis quella del miele. In tempi recenti si è assistito ad una crescente minaccia verso la salute degli insetti impollinatori, a causa di avversità sia di natura biotica (parassiti, predatori, patogeni) sia di carattere antropico. **L'idea di sfruttare le superfici destinate all'impianto agrivoltaico per l'installazione di apiari, porta con sé i benefici di utilizzare la flora nettariana ivi presente, oltre a quella delle zone contermini, dove sarà nullo l'utilizzo di agrofarmaci.**

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 11 di 64

Il declino degli impollinatori osservato in tutto il mondo negli ultimi anni (Hanley *et al.*, 2015; Klein *et al.*, 2007; Potts *et al.*, 2016 a, b) fornisce un punto di partenza per l'integrazione dell'attività apistica alla produzione di energia da fonte rinnovabile degli impianti fotovoltaici, oltre ai numerosi benefici indiretti. Infatti, la presenza di alveari accanto agli impianti fotovoltaici può aumentare la resa delle coltivazioni circostanti, grazie alle attività di impollinazione delle api, assicurando da una parte i già citati vantaggi ambientali e dall'altra benefici di tipo economico, perché i terreni diventano più produttivi<sup>8</sup>.

Mentre la maggior parte degli impatti ambientali sono difficili da monetizzare, gli impatti degli impianti fotovoltaici sugli impollinatori possono essere stimati attraverso le produzioni dei raccolti e le vendite di miele. Lo studio di Armstrong *et al.* (2021) ha stimato per la prima volta i potenziali costi e benefici economici dell'integrazione di alveari in impianti fotovoltaici localizzati in Gran Bretagna. Tuttavia, l'analisi è stata basata su un approccio e una metodologia facilmente replicabile in altri Stati. Tra gli obiettivi dello studio si è cercato di quantificare le rese e i costi del servizio di impollinazione di diverse colture distribuite intorno ai parchi solari; ne è risultato che per l'Inghilterra il più alto beneficio del servizio di impollinazione delle api si è registrato per i semi oleosi. Inoltre, i frutti di bosco, in particolare le fragole, hanno raggiunto i risultati migliori per unità di superficie, dato il loro alto valore di mercato e la dipendenza relativamente alta degli impollinatori. Ne consegue che, massimizzando i benefici economici del servizio di impollinazione, le colture con il più alto valore di impollinazione delle api per ettaro dovrebbero essere coltivate all'interno dell'area recintata dell'impianto fotovoltaico (.



**Figura 8.** Apiari in prossimità di pannelli fotovoltaici. Fonte: <https://solarmagazine.com/solar-fields-of-green-researchers-find-symbiosis-food-water-energy-nexus/>

Sebbene si registri un aumento della produzione, Armstrong *et al.* (2021) convengono che l'apicoltura può essere potenzialmente dannosa per gli impollinatori selvatici, a causa della competizione per le risorse e della diffusione delle malattie (Cane e Tepedino, 2017; Mallinger *et al.*, 2017; Wojcik *et al.*, 2018). Nondimeno, il cambiamento climatico degli ultimi anni ha seriamente compromesso la crescita e lo sviluppo di popolazioni selvatiche e spesso gli impianti sono situati in contesti agricoli gestiti in modo intensivo, dominati da monoculture e pratiche di agricoltura convenzionale, dove gli habitat degli impollinatori sono degradati e si registra un deficit del servizio di impollinazione (Aizen e Harder, 2009; Breeze *et al.*, 2011). Ne consegue che

<sup>8</sup> <https://www.qualenergia.it/articoli/api-fotovoltaico-accoppiata-vincente-agricoltura-biodiversita/>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 12 di 64

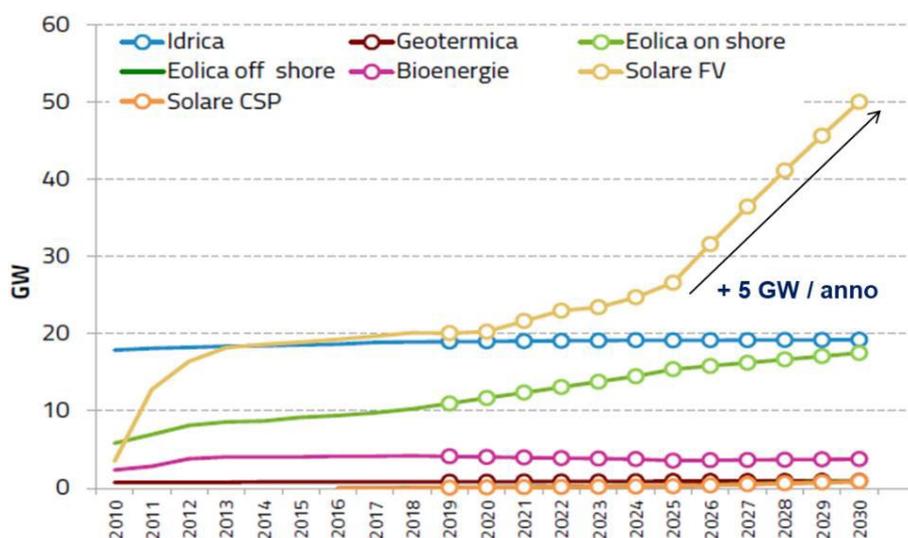
l'introduzione di alveari e la diffusione dell'attività apistica forniscono un fondamentale valore aggiunto, oltre ad un incremento delle produzioni, in ambienti agricoli gestiti in modo intensivo.

D'altro canto, le strutture fotovoltaiche possono diventare siti di protezione per gli impollinatori selvatici, offrendo una serie di co-benefici per fauna selvatica ed ecosistemi (Pywell *et al.*, 2002). Infatti, i parchi solari sono luoghi relativamente sicuri, dove gli habitat degli impollinatori e gli alveari delle api possono essere sistemati senza danni intenzionali o non intenzionali da parte degli esseri umani. Inoltre, il mantenimento dei pannelli per 25-40 anni permette di non modificare l'uso del suolo e le nicchie climatiche fornite dai pannelli solari (Armstrong *et al.*, 2016) potrebbero mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici sugli impollinatori (Potts *et al.*, 2016a; Rasmont *et al.*, 2015). Per esempio, la presenza degli impollinatori selvatici può indirettamente contribuire alla conservazione della biodiversità attraverso la fornitura di habitat per altri invertebrati, uccelli e mammiferi (Wratten *et al.*, 2012).

La coabitazione di api e impianti fotovoltaici vanta già esempi di successo. È il caso di *Connexus Energy* in Minnesota - ma sono ormai innumerevoli gli esempi in tutto il mondo, uno dei maggiori produttori e distributori di energia elettrica da fotovoltaico, ha iniziato dal 2016 un progetto di apicoltura in alcune delle sue installazioni fotovoltaiche, che ha portato alla produzione di un miele brandizzato "Solar Honey".

### 3. Quadro normativo dell'agrivoltaico

Come meglio illustrato nello SIA sviluppato per la presente istanza, le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) e, tra queste, in particolare, il fotovoltaico, rivestono ormai un ruolo chiave nella "transizione energetica" (Figura 9) volta al contenimento del c.d. *Global Warming* e della necessaria progressiva decarbonizzazione del processo di produzione di energia.



**Figura 9.** Stima prospettica dell'incremento atteso di installazione di impianti di produzione energetica da FER. Fonte: PNIEC.

A livello internazionale lo sviluppo di impianti agrivoltaici viene presentato per la prima volta tra le linee di azione di Agenda 2030, adottata dall'ONU nel 2015 e recepita immediatamente dall'Unione Europea. L'Unione Europea ha finora incentivato notevolmente l'utilizzo dei pannelli fotovoltaici per produrre energia "pulita", ma non esistono attualmente direttive o regolamenti che disciplinino o diano indicazioni tecniche precise riferite a questa tipologia di impianti "ibridi". La Commissione europea intende attuare iniziative di sostegno all'interno della strategia sulla biodiversità europea al fine di accelerare la transizione a un nuovo sistema alimentare sostenibile. La Commissione ha inoltre già proposto di integrare l'agrivoltaico nella *Climate Change Adaptation Strategy* in via di approvazione, e risultano varie proposte per l'inserimento del connubio agro-energetico nelle Agende europee in materia di transazione energetica (Unitus, 2021).

Per quanto riguarda l'Italia, come sintetizzato dal Report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021)<sup>9</sup>. "[...] nell'ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà essere assicurato soprattutto dagli impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi". Si consideri che al 2030, in un'ipotesi di ubicazione su suolo di 35 GW di impianti solari, si renderà necessaria una superficie complessiva inferiore allo 0.5% della superficie agricola totale nazionale. A tal proposito, viene sottolineato come "[...] la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l'inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni

<sup>9</sup> Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021. Impianti FV in aree rurali: sinergie tra produzione agricola ed energetica.

impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l'attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale".

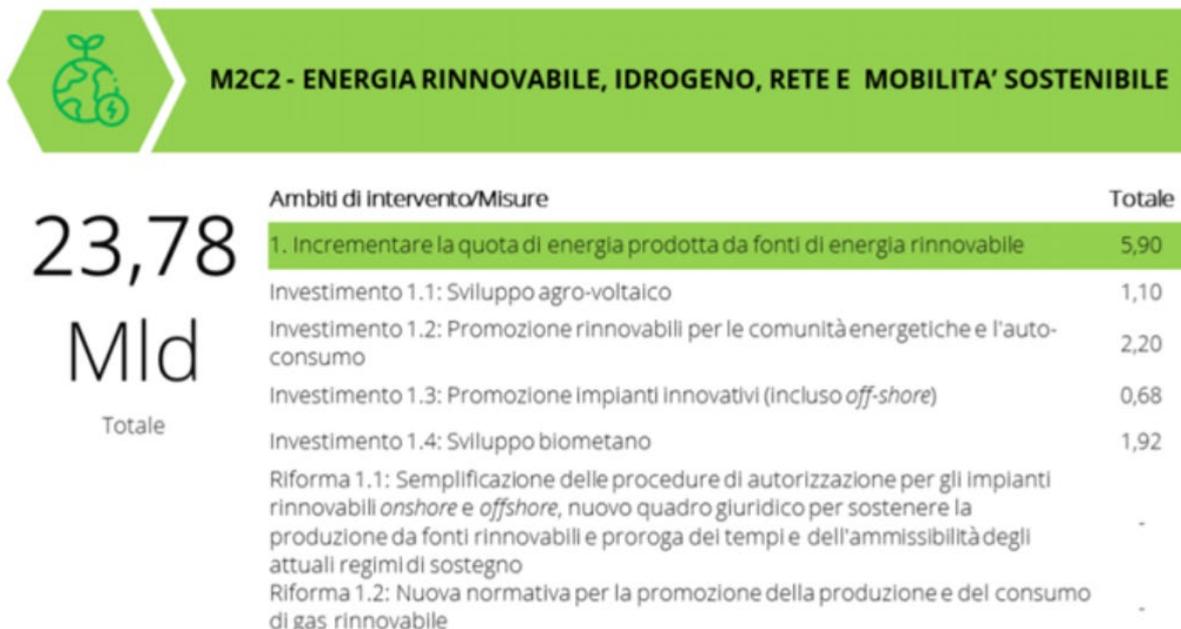
Queste asserzioni permettono di chiarire **due elementi essenziali**, finora spesso ritenuti controversi:

- 1) gli impianti fotovoltaici utility-scale non comportano forme di "consumo" del suolo: il suolo è infatti, in grado di mantenere e addirittura migliorare la propria fertilità intesa come funzione di abitabilità e nutrizione;
- 2) la filiera agricola e quella energetica non sono in contrapposizione ma possono divenire fattori sinergici in cui la componente energetica funge da motore di sviluppo rurale e di crescita/stabilità di comparti a maggior fragilità.

Tuttavia, nonostante l'evidente potenzialità, il quadro normativo risulta oggi ancora piuttosto frammentario e talvolta discordante. Tale affermazione è tanto vera se si considera che è ancora al vaglio una definizione condivisa e condivisibile di "Impianto agrivoltaico".

Finora la diffusione di questa tipologia di impianti è stata limitata dall'assenza di un sistema incentivante, ma il "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)", inserisce l'agrivoltaico (se in possesso di determinati requisiti) tra le produzioni di energia rinnovabile incentivabili e comincia a dare indicazioni rispetto alle caratteristiche che deve avere un progetto per essere definito "Agrivoltaico".

Il PNRR, infatti, nella sua versione definitiva trasmessa alla UE, prevede stanziamenti superiori al miliardo di euro per lo "Sviluppo Agrivoltaico" (e relativi monitoraggi) e una capacità produttiva di 2,43 GW. Proprio allo sviluppo dell'agrovoltaico viene dedicato il primo punto della missione Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile (M2C2) (Figura 10).



**Figura 10.** Componente M2C2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile"

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 15 di 64

Il D. Lgs. 28/2011 ha introdotto gli incentivi statali su impianti fotovoltaici in ambito agricolo che:

- utilizzassero soluzioni innovative;
- fossero sollevati da terra (in modo da non compromettere l'attività agricola);
- avessero sistemi di monitoraggio per verificarne l'impatto ambientale.

Nel corso degli anni sono state introdotte deroghe (Decreto-Legge n° 1/2012, successivamente convertito in Legge con la L. 27/2012) all'articolo 65, comma 1 del D.Lgs. 28/2011<sup>10</sup>, che disponeva il divieto agli impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole di poter accedere agli incentivi statali per le FER.

Successivamente, l'**art. 56, comma 8-bis della Legge n. 120 del 2020** (conversione del D.L. 76/2020) ha introdotto il:

- comma 1-bis "Il comma 1 non si applica agli impianti solari fotovoltaici da realizzare su aree dichiarate come siti di interesse nazionale purché siano stati autorizzati ai sensi dell'articolo 4, comma 2, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28<sup>11</sup>, e in ogni caso l'accesso agli incentivi per tali impianti non necessita di ulteriori attestazioni e dichiarazioni";
- comma 1-ter "Il comma 1 non si applica altresì agli impianti solari fotovoltaici da realizzare su discariche e lotti di discarica chiusi e ripristinati, cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento per le quali l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione abbia attestato l'avvenuto completamento delle attività di recupero e ripristino ambientale previste nel titolo autorizzatorio nel rispetto delle norme regionali vigenti (...) e in ogni caso l'accesso agli incentivi per tali impianti non necessita di ulteriori attestazioni e dichiarazioni";

implementato dall'**art. 31, comma 5, legge n. 108 del 2021** (conversione del D.L. 77/2021), che aggiunge:

- comma 1-quater "Il comma 1 non si applica agli impianti agrovoltaiici che adottino soluzioni integrative innovativa con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione";
- comma 1-quinquies (poi così modificato dall'art. 11, comma 1, lettera a, Legge n. 34 del 2022): "l'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1-quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio, da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei servizi energetici (GSE) (...), che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate".

Infine, l'**art. 9 della Legge n. 34 del 22 aprile 2022** "Semplificazioni per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili" prevede l'estensione della Procedura Abilitativa Semplificata (PAS), in particolare: "[...] Per

<sup>10</sup> comma 1: "Agli impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole, non è consentito l'accesso agli incentivi statali di cui al decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28".

<sup>11</sup> Il comma 2 art. 4 si riferisce alle all'Autorizzazione Unica (D.Lgs. 387/2003), alla Procedura Abilitativa Semplificata (D.Lgs. 28/2011)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 16 di 64

*l'attività di costruzione ed esercizio di impianti fotovoltaici di potenza fino a 20 MW e delle relative opere di connessione alla rete elettrica di alta e media tensione localizzati in aree a destinazione industriale, produttiva o commerciale nonché in discariche o lotti di discarica chiusi e ripristinati ovvero in cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento, e delle relative opere connesse e infrastrutture necessarie, per i quali l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione abbia attestato l'avvenuto completamento delle attività di recupero e di ripristino ambientale previste nel titolo autorizzatorio nel rispetto delle norme regionali vigenti, si applicano le disposizioni di cui al comma 1. Le medesime disposizioni di cui al comma 1 si applicano ai progetti di nuovi impianti fotovoltaici da realizzare nelle aree classificate idonee ai sensi dell'articolo 20 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199, ivi comprese le aree di cui al comma 8 dello stesso articolo 20, di potenza fino a 10 MW, nonché agli impianti agro-voltaici di cui all'articolo 65, comma 1-quater, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27, che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale".*

Si specifica che la nuova formulazione dell'**art. 11 della Legge n. 34 del 2022** sopprime definitivamente il vincolo del 10 % di copertura della superficie agricola totale ai fini dell'accesso agli incentivi statali per gli impianti agrovoltaici con montaggio dei moduli sollevati da terra e possibilità di rotazione e per quelli che adottino altre soluzioni innovative.

Il Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA) ha contribuito con le proprie *"Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrovoltaico"* all'esame del D.L. 17/2022, prima della conversione in legge. Dal testo di questo approfondimento emergono numerose informazioni preziose utili ad inquadrare gli impianti agrovoltaici nel contesto degli aiuti economici derivanti dalla Politica Agricola Comune (PAC). L'ente sottolinea che occorre prediligere impianti che non vadano a sottrarre in maniera permanente suolo all'attività agricola - ed anzi favorire con l'installazione di essi il ripristino della piena funzionalità agro-biologica del suolo - ha riflessi anche in quello che è il mantenimento dei titoli PAC. Dal punto di vista procedurale e regolatorio, infatti, il mantenimento dei suddetti aiuti comunitari è legato principalmente al prosieguo dell'attività primaria, potendo integrare altre attività "accessorie", purché esse non vadano ad ostacolare l'attività agricola in sé. Da qui, dunque, il bisogno di uno strutturato iter progettuale della componente agronomica, con uno sguardo alle nuove tecnologie dell'agricoltura di precisione e digitale, integrando anche accorgimenti tecnici che possano permettere un miglioramento quali-quantitativo delle colture in ottica di ottimizzazione dell'uso delle risorse (ad esempio la componente idrica) e limitazione degli sprechi.

Inoltre, il *"Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI"*<sup>12</sup>, sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare e pubblicato il 02/03/2022, definisce come indicatori minimi per qualificare un sistema agrovoltaico, la coesistenza nel progetto di tutte le tre condizioni di seguito riportate:

- la fattibilità dell'attività agricola del sistema deve essere asseverata da parte di un tecnico competente, sia in fase autorizzativa, sia annualmente;
- l'esecuzione del monitoraggio ed il controllo dei fattori della produzione, le cui modalità devono essere scelte in base alla tipologia di attività esercitata;

<sup>12</sup> <https://www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrovoltaico.pdf>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 17 di 64

- il limitare la superficie non utilizzabile ai fini agricoli (ovvero le porzioni di suolo non più disponibili dopo l'installazione dei moduli, come ad esempio quelle occupate dalle strutture di sostegno) a non più del 30% della superficie totale del progetto.

Lo stesso documento contribuisce anche a definire alcuni criteri incrementali definiti "Plus" - la cui presenza si auspica possa essere presa in considerazione per l'assegnazione di una priorità di ammissione del progetto, nonché di sostegno finanziario, rispetto ad altri dello stesso ambito energetico, che misurano un più elevato livello di integrazione dell'attività di produzione di energia da fonte fotovoltaica sulle superfici vocate alla produzione primaria, quali ad esempio:

- l'utilizzo di strumenti digitali facenti parte della sfera dell'agricoltura di precisione (o agricoltura 4.0);
- il miglioramento dell'utilizzo della risorsa idrica mediante accorgimenti tecnico-agronomici che si traduca in un aumento del valore d'uso del suolo;
- l'utilizzo di misure di mitigazione ambientali atti a favorire un miglior inserimento dell'impianto nel contesto agricolo e rurale;
- la tutela della biodiversità, delle specie di interesse agrario, del suolo dai fenomeni erosivi e l'uso di colture identitarie del territorio o specie zootecniche autoctone.

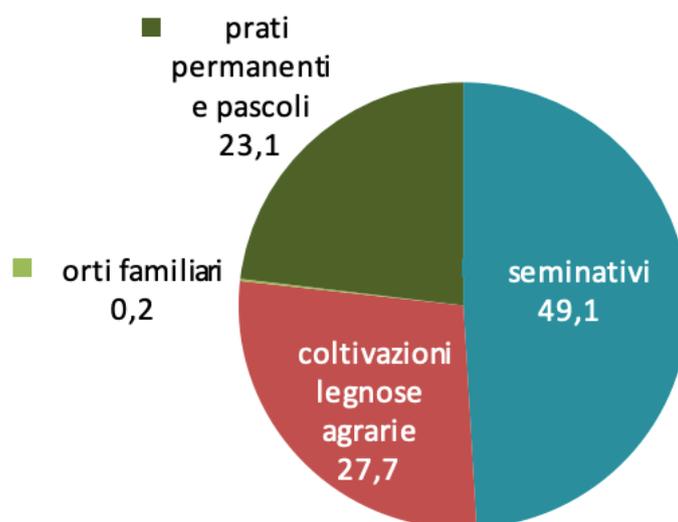
Si resta in attesa della pubblicazione del Decreto, da parte del MiTE, che disciplini le modalità per la concessione dei benefici per vari progetti di investimento del PNRR tra i quali il M2C2, Investimento 1.1 «Sviluppo del sistema agrivoltaico».

#### 4. L'agricoltura in Sicilia

La Regione Sicilia ha un'estensione totale di ha 2583255, di cui poco meno del 60% (ha 1549417) destinata all'attività agricola (SAT, superficie agricola totale); la SAU (superficie agricola utile) invece, costituisce il 53% del totale (ha 1387521), contro il 42% della media italiana. Tali superfici rappresentano rispettivamente il 9,1% ed il 10,8% del totale nazionale.

In Sicilia inoltre sono presenti il 13,6% delle Aziende Agricole e Zootecniche dell'intera Nazione (valore che la pongono al secondo posto, dopo la Puglia), con un'estensione media di ha 6,3 (SAU).<sup>13</sup>

In termini percentuali (Figura 11), il 49,1% della SAU è destinata ai seminativi (tra le più rappresentative: frumento duro, circa ha 264000 - avena, circa ha 7600 - orzo, circa ha 4800)<sup>14</sup>, poco meno del 30% a specie legnose agrarie perenni (olivicoltura, circa ha 140000; viticoltura, circa ha 122000; agrumicoltura, circa ha 129000; frutta secca a guscio, circa ha 50.000 e alberi da frutto, circa ha 20.000<sup>15</sup>); la restante parte è destinata ai prati permanenti e ai pascoli, che contribuiscono a soddisfare il fabbisogno alimentare del comparto zootecnico regionale.



**Figura 11.** Ripartizione (%) delle coltivazioni nel suolo agricolo siciliano. Fonte: [https://www.istat.it/it/files//2012/12/6%C2%B0\\_censimento\\_agricoltura\\_in\\_Sicilia\\_Risultati\\_definitivi.pdf](https://www.istat.it/it/files//2012/12/6%C2%B0_censimento_agricoltura_in_Sicilia_Risultati_definitivi.pdf)

Per quanto concerne l'attività zootecnica, il comparto regionale mostra una varietà nella consistenza del bestiame, sia in termini di numerosità sia di specie animali, consistente in circa 375000 capi tra bovini e bufalini, 675000 capi per le specie ovine, 90000 per quelle caprine e circa 46000 capi per le specie suine.<sup>16</sup>

<sup>13</sup> [https://www.istat.it/it/files//2012/12/6%C2%B0\\_censimento\\_agricoltura\\_in\\_Sicilia\\_Risultati\\_definitivi.pdf](https://www.istat.it/it/files//2012/12/6%C2%B0_censimento_agricoltura_in_Sicilia_Risultati_definitivi.pdf)

<sup>14</sup> <http://dati.istat.it/> (dati 2021)

<sup>15</sup> <https://www.coreras.it/le-filiere-agroalimentari-siciliane-3435>

<sup>16</sup> <http://dati.istat.it/> (dati al 1° dicembre 2021)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 19 di 64

Il comparto zootecnico regionale soddisfa con la propria consistenza - soprattutto bovina - il 2% del totale dei capi destinati alla macellazione a livello nazionale e l'1,5% circa del latte destinato all'industria lattiero-casearia dell'intera penisola, con l'apporto di una quantità che supera di poco i 2 milioni di quintali.

Per quanto concerne invece il numero di capi macellati per le specie ovine, la Regione contribuisce con circa 165000 capi macellati ad anno.<sup>17</sup>

Secondo le rilevazioni del Sistema d'informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica (**Figura 12**) la Sicilia è regione di eccellenza che detiene il primato Nazionale nell'ambito della conduzione in regime biologico: è infatti la prima Regione italiana per SAU vocata a questa tipologia di agricoltura (ha 385356 totali), oltre che per dimensione media aziendale e per incremento del numero degli operatori impiegati (10.596 in totale) (SINAB,2020). Inoltre, in ambito europeo, detiene il primato per superficie di vigneti condotti in tale regime.



**Figura 12.** Distribuzione regionale delle superfici condotte in biologico in Italia ANNO 2019. Valori in ettari. (SINAB,2020).

La Regione vanta inoltre dati significativi in valore relativi al comparto delle produzioni agro-alimentari certificate DOP e IGP: l'isola infatti conta ben 36 prodotti a marchio comunitario<sup>18</sup>. Tra i più rinomati ricordiamo per il comparto dell'agrumicoltura l'arancia rossa di Sicilia (IGP) e quella di Ribera (DOP) ed i limoni (IGP di Siracusa e dell'Etna; per il comparto formaggi si menziona il Pecorino Siciliano (DOP), la Provola dei Nebrodi (DOP) ed il Ragusano (DOP); per il comparto delle produzioni orto-frutticole spicca il pistacchio Verde di Bronte (DOP) ed il pomodoro di Pachino (IGP).

L'agricoltura regionale, ancora spiccatamente convenzionale – con l'eccezione del dato relativo alla conduzione in biologico - è sostenuta da un articolato e ben strutturato sistema di finanziamenti e agevolazioni, ovvero il **Programma di sviluppo rurale (PSR) per la Regione Sicilia 2014-2022**.

Nello specifico, a sostegno della componente agro-ambientale, l'operazione 10.1.c "Conversione e mantenimento dei seminativi in pascoli permanenti" della sottomisura 10.1 "Pagamento per impegni agro-climatico-ambientali", supportata dalla Misura 10 "Pagamenti agro-climatico-ambientali", promuove la tutela della biodiversità attraverso la riduzione delle superfici coltivate a seminativo e conseguente

<sup>17</sup> <http://dati.istat.it/> (dati 2020)

<sup>18</sup> Elenco dei Prodotti DOP, IGP e STG (aggiornato ad aprile 2022) Fonte: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2090>

conversione in pascolo permanente, perseguendo l'obiettivo di una netta riduzione degli impatti derivanti dall'impiego di fitofarmaci e fertilizzanti chimici sulla flora e sulla fauna.<sup>19</sup>

Tale pratica contribuisce inoltre a migliorare la risorsa suolo, limitandone l'erosione e preservandone il contenuto in sostanza organica, in quanto una copertura vegetale maggiore ottenibile mediante l'investitura a pascolo rispetto a quella a seminativo, riduce i fenomeni di ruscellamento della risorsa idrica e di lisciviazione dei nutrienti.

Per quanto concerne il settore apistico regionale (**Figura 13**), il trend delle rese registra un andamento negativo, che rispecchia l'andamento nazionale. La produzione di miele italiana è infatti stata abbattuta dalle condizioni meteorologiche avverse che hanno caratterizzato gli ultimi anni, quali siccità estiva, freddo e temporali nel periodo tardo-primaverile, con conseguente sostanziale azzeramento o forte riduzione delle rese dei principali mieli monoflora e millefiori, generalmente prodotti nel periodo primaverile (acacia, agrumi, sulla, ciliegio, tarassaco, erica, millefiori primaverile). In Sicilia risultati sono stati un po' meno drammatici solo per talune tipologie, quali il miele di castagno e il millefiori estivo. La produzione di millefiori estivo è stata molto disomogenea, ma generalmente scarsa, stimata approssimativamente in 2 kg/alveare. Limitatamente ad uno specifico areale della provincia di Palermo, sono state registrate produzioni di 6 kg/alveare di miele millefiori.

SICILIA	
TIPO DI MIELE	Stima della produzione media regionale in kg/alveare
Acacia	r.n.v.
Agrumi	0
Sulla	3,5
Tiglio	r.n.v.
Castagno	5
Cardo	0
Eucalipto	2
Melata	n.d
Timo	0
Millefiori primaverile	0
Millefiori estivo	2

**Figura 13.** Produzioni medie regionali della Sicilia per tipologia di miele per l'annata 2021 (Pappalardo e Naldi, 2021).

<sup>19</sup> [https://www.psr Sicilia.it/wp-content/uploads/2020/10/Operazione\\_10\\_1\\_c\\_SchedaSintetica.pdf](https://www.psr Sicilia.it/wp-content/uploads/2020/10/Operazione_10_1_c_SchedaSintetica.pdf)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 21 di 64

## 5. Inquadramento climatico

Ricerche scientifiche riferite allo studio dell'andamento della temperatura media in Italia dal 1961 al 2006 mostrano, per la **porzione centrale del territorio italiano, un aumento delle temperature medie annue a partire dall'inizio del XX secolo, con un tasso più elevato dopo il 1980** (0,060 °C/anno – Aruffo e DiCarlo, 2019). Un'ulteriore evidenza del lavoro mostra come i trend di innalzamento termico siano soprattutto influenzati dal maggior riscaldamento riscontrato in estate e in primavera rispetto a quello rilevato in inverno e autunno. A tal proposito, Fioravanti et al. (2016) indicano che, dal 1978 al 2011, l'Italia ha sperimentato ondate di calore crescenti ad un ritmo medio di 7.5 giorni/decennio. Inoltre, Amendola et al. (2019) sottolineano come tale incremento medio (in Italia, e nei paesi del Mediterraneo in generale), sia superiore alla media globale.

Per quanto concerne le **precipitazioni**, inoltre, diversi studi hanno evidenziato come si verifichi, rispetto al passato, una **riduzione del numero di eventi a intensità medio-bassa a parità di apporti medi annuali** (e.g. Brunetti *et al.*, 2004; Todeschini, 2012). A tal proposito, il numero totale dei giorni di pioggia risulterebbe effettivamente diminuito, soprattutto negli ultimi 50 anni, con trend differenti rispetto alla localizzazione geografica (-6 giorni/secolo al Nord e -14 giorni/secolo per Centro e Sud). **Ne consegue una generale tendenza, per tutte le regioni italiane, a un aumento dell'intensità delle precipitazioni e una riduzione della loro durata** (Brunetti *et al.*, 2006).

Al netto dei trend di macro-scala, limitando l'analisi ai **dati relativi ai comuni di Castellana Sicula e Polizzi Generosa**, è possibile sintetizzare quanto segue: **i)** la temperatura media annuale è pari a 13,4°C, **ii)** agosto è il mese più caldo dell'anno, con una temperatura media di 22,5°C, mentre **iii)** febbraio è il più freddo (T media 5,3°C)<sup>20</sup>.

In termini di precipitazioni, invece, avendo rilevato alcune incongruenze numeriche tra differenti fonti informative, i valori sono stati oggetto di un approfondimento ad opera degli scriventi. I dati rilevati dalla stazione Polizzi Generosa (denominata Donna Lavia), posta a circa 11 km Nord/Nord-Est dall'area di progetto, evidenziano valori medi - nell'arco temporale compreso tra il 2003 e il 2017 – pari a 815,8 mm, con oscillazioni comprese tra 558,8 mm (dato registrato nell'anno 2017) e 1.147,4 mm (dato registrato nell'anno 2015) - (Figura 14).

<sup>20</sup> <https://it.climate-data.org>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"

VIA 10

Relazione agronomica

rev 00

20.06.2022

Pagina 22 di 64

Stazioni della Provincia di PALERMO	Anno 2003 (mm)	Anno 2004 (mm)	Anno 2005 (mm)	Anno 2006 (mm)	Anno 2007 (mm)	Anno 2008 (mm)	Anno 2009 (mm)	Anno 2010 (mm)	Anno 2011 (mm)	Anno 2012 (mm)	Anno 2013 (mm)	Anno 2014 (mm)	Anno 2015 (mm)	Anno 2016 (mm)	Anno 2017 (mm)	Media x Stazione (mm)
Alia	561,2	702,6	632,4	488,2	570,2	515,0	712,0	639,2	514,8	383,6	543,5	468,2	794,0	463,4	279,0	597,8
Camporeale	756,0	867,4	733,6	528,4	754,0	420,0	1010,2	811,8	596,2	814,8	933,2	745,4	960,8	521,2	545,4	716,6
Castelbuono	832,6	760,2	647,4	530,0	767,0	607,2	1116,4	806,2	674,2	628,6	845,0	806,0	1060,4	613,4	506,0	733,4
Cotessa Entellina	735,6	772,8	733,2	529,8	613,2	470,6	936,0	720,6	543,4	530,0	743,8	665,2	724,8	595,6	601,4	654,9
Corleone	663,8	741,2	770,0	469,5	695,0	456,2	963,2	771,0	597,8	613,0	855,5	536,0	954,2	513,8	525,6	673,1
Gangi	930,2	899,6	771,2	984,2	728,6	764,6	1126,4	878,4	731,2	590,6	831,8	877,0	1118,2	582,4	524,6	802,5
Giuliana inizio dal 2004	--	--	832,2	800,8	635,0	514,6	994,8	922,6	642,0	525,6	849,4	722,4	1121,8	657,2	710,8	--
Lascari	735,8	634,4	716,6	487,6	645,8	422,8	882,0	601,4	575,4	557,8	591,0	728,0	777,2	475,6	524,6	623,6
Mezzojuso	793,2	702,2	699,0	533,6	613,2	446,4	822,6	693,0	542,2	539,6	830,0	685,0	989,6	554,4	473,0	680,5
Misilmeri	872,8	724,6	754,2	478,0	762,2	403,6	1066,2	711,4	568,6	647,4	969,8	659,8	945,6	460,2	498,0	679,7
Monreale Bifarera (inizio dal 2006)	--	--	--	439,29	817,0	444,8	1130,0	897,0	743,4	711,4	986,2	688,2	1169,4	700,6	633,2	--
Monreale Vigna Api	1008,6	1107,8	1145,2	790,2	1209,0	639,2	1519,4	1365,2	902,2	945,6	1363,6	1111,4	1381,6	827,6	964,2	1095,4
Palermo	873,8	790,0	809,6	506,2	664,2	443,0	1266,4	742,2	630,2	692,6	858,8	800,6	1008,2	536,6	555,6	745,1
Partinico	747,2	662,4	822,8	412,8	745,0	490,4	1054,6	730,8	614,2	649,0	884,0	694,8	911,4	564,2	624,4	720,6
Petralia Sottana	772,2	705,8	544,6	524,2	578,2	562,6	905,6	899,6	603,8	527,2	679,8	622,6	829,4	436,4	437,0	630,1
Polizzi Generosa	923,2	959,0	760,6	726,6	892,0	760,6	1033,4	885,4	812,4	619,0	754,2	837,2	1147,4	566,6	538,8	815,8
Prizzi (inizio dal 2004)	--	--	786,0	745,2	699,8	641,4	796,0	--	759,2	759,6	868,2	653,8	940,4	702,6	591,0	--
Sciafani Bagni	727,2	677,0	684,4	539,2	555,6	518,6	866,2	592,0	383,0	536,8	714,8	572,2	1006,0	534,4	419,2	621,9
Termini Imerese	855,4	600,2	899,6	482,0	738,4	399,0	954,0	739,4	578,4	755,4	891,0	619,7	995,0	506,0	537,6	707,7
Media Provinciale per Anno	804,9	785,4	763,5	569,5	720,3	522,2	1008,6	788,7	630,1	622,5	815,5	710,2	991,3	564,7	552,6	

Figura 14. Precipitazioni annuali registrate dal 2003 al 2017 registrate dalle stazioni della Prov. di Palermo (rif. SIAS<sup>21</sup>).

Raffrontando tali valori con i dati statistici della provincia di Palermo (Osservatorio Agroclimatico - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali)<sup>22</sup>, nel periodo compreso tra il 2009 e il 2017, i valori computati risultano in linea (anche se leggermente inferiori) con i valori medi provinciali (nell'ordine dei 743 mm - Tabella 1).

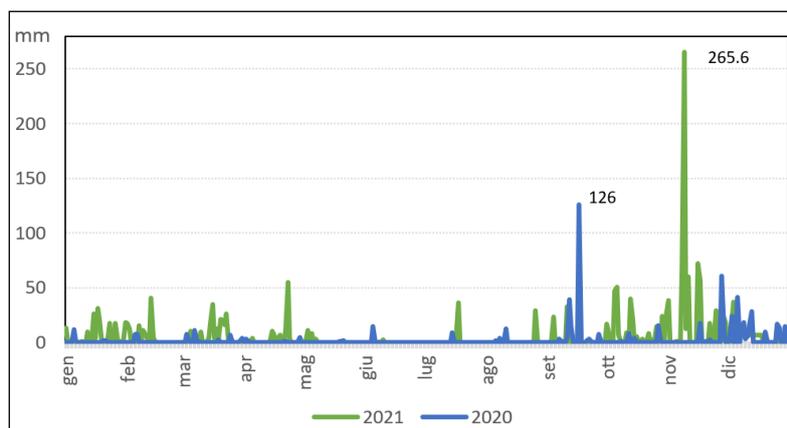
Tabella 1. Osservatorio Agroclimatico – Provincia di Palermo. Dati annuali delle temperature e delle precipitazioni dal 2009 al 2017 (rif. Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali).

Osservatorio Agroclimatico - Provincia di Palermo										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Temp. minima	12.5	12	12.8	13.1	13	13.2	13.1	13.5	13	-
Temp. massima	20.2	19.9	21.5	22.3	21.7	21.9	21.5	21.7	21.9	-
Precipitazione (mm)	935.4	960.5	646.7	659.8	802.5	667.2	957.6	516.5	534.1	-

Ai fini di un approfondimento sugli ultimi anni meteorologici disponibili, sono stati utilizzati i dati registrati dalla sopra citata stazione meteorologica di Polizzi Generosa (Donna Lavia). Dall'analisi di dettaglio riportata nella Figura 15, è possibile desumere che i giorni piovosi totali dell'anno siano stati 114, mentre il quantitativo pluviometrico giornaliero massimo assoluto sia stato registrato in data 09/11/2021, con un valore di 265,6 mm. La precipitazione cumulata annuale è stata, invece, pari a 1.932,2 mm, valore di piovosità di molto sopra la media.

<sup>21</sup> [http://www.sias.regione.sicilia.it/NHEOWLP019\\_00.html](http://www.sias.regione.sicilia.it/NHEOWLP019_00.html)

<sup>22</sup> [https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfy700\\_province.php/L/IT?name=00111&%20name1=19](https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfy700_province.php/L/IT?name=00111&%20name1=19)

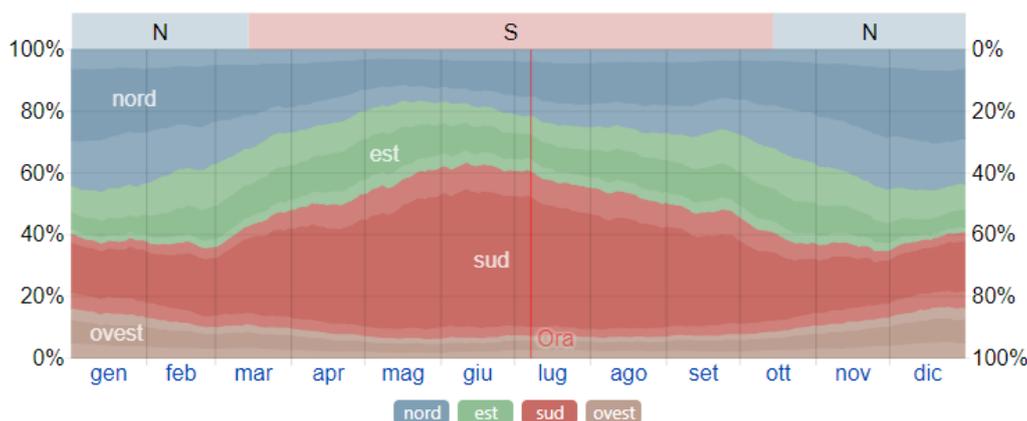


**Figura 15.** Precipitazioni giornaliere riferite agli anni 2021 (in Verde) e 2020 (in blu) nel comune di Polizzi Generosa (Fonte dati: [http://www.meteopalermo.com/DatabaseStazioni/228\\_Polizzi-Generosa-Donna-Lavia/2020](http://www.meteopalermo.com/DatabaseStazioni/228_Polizzi-Generosa-Donna-Lavia/2020)).

In contrapposizione all'anno 2021, a riprova dell'estrema variabilità, l'anno 2020 ha riportato un valore di piovosità leggermente sotto la media con valori inferiori a 700 mm, mentre i dati rilevati nel 2019, avevano registrato un quantitativo pluviometrico nella media con circa 886,1 mm (nella zona indagata).

In assenza di uno studio specifico sulle serie storiche disponibili, dalla semplice analisi dei dati di piovosità dell'ultimo ventennio, non si ravvisa alcuna tendenza evidente sui quantitativi complessivi annuali, viceversa appare evidente un'estrema variabilità inter-annuale con *range* variabili tra i 550 e i 1.300 mm.

Ulteriore parametro meteo-climatico di interesse da analizzare è la ventosità. Nella Figura 16, viene riportata la direzione oraria media del vento di Castellana Sicula<sup>23</sup>, che varia notevolmente durante l'anno, ma presenta, in termini generali, una direzione da Nord tra maggio e settembre, da Ovest tra settembre e ottobre e da Sud, tra ottobre e novembre. Il grafico trascura le ore in cui la velocità media del vento è inferiore a 1,6 km/h.

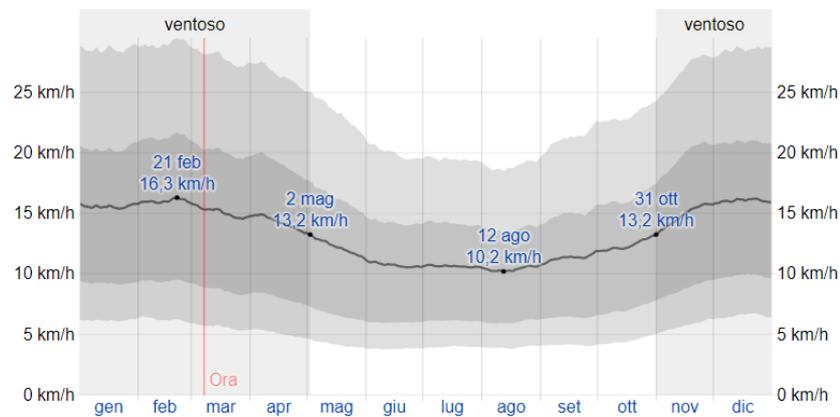


**Figura 16.** Direzione oraria media del vento di Castellana Sicula. Le aree del grafico a colorazione attenuata sono la percentuale di ore passate nelle direzioni intermedie implicite (nord-est, sud-est, sud-ovest e nord-ovest).<sup>24</sup>

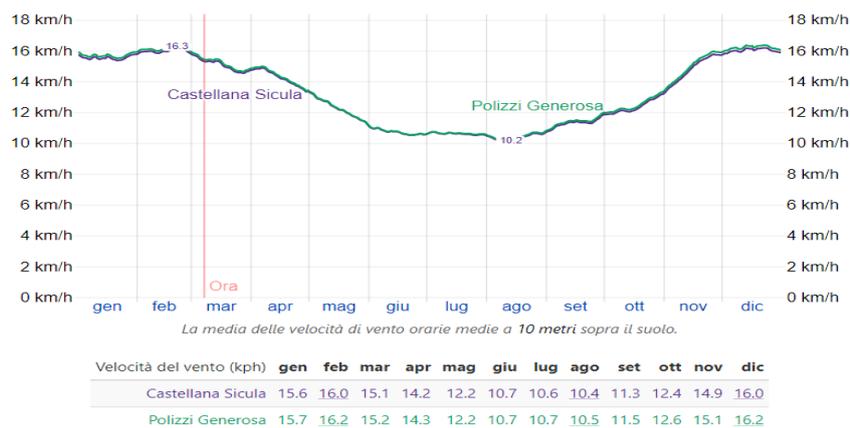
<sup>23</sup> La direzione del vento di Polizzi Generosa ha un andamento assimilabile a quello di Castellana Sicula.

<sup>24</sup> <https://it.weatherspark.com/y/76417/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Castellana-Sicula-Italia-tutto-l'anno>

In termini quantitativi, invece, il grafico in Figura 17 fornisce il dettaglio, su base giornaliera, dei valori medi orari di velocità del vento e dei relativi percentili: 25°, 75°, e 10°/90° (su tre fasce di diversa gradazione di grigio). Come si evince dalla Figura 18, i valori registrati a Polizzi Generosa sono assimilabili a quelli di Castellana Sicula.



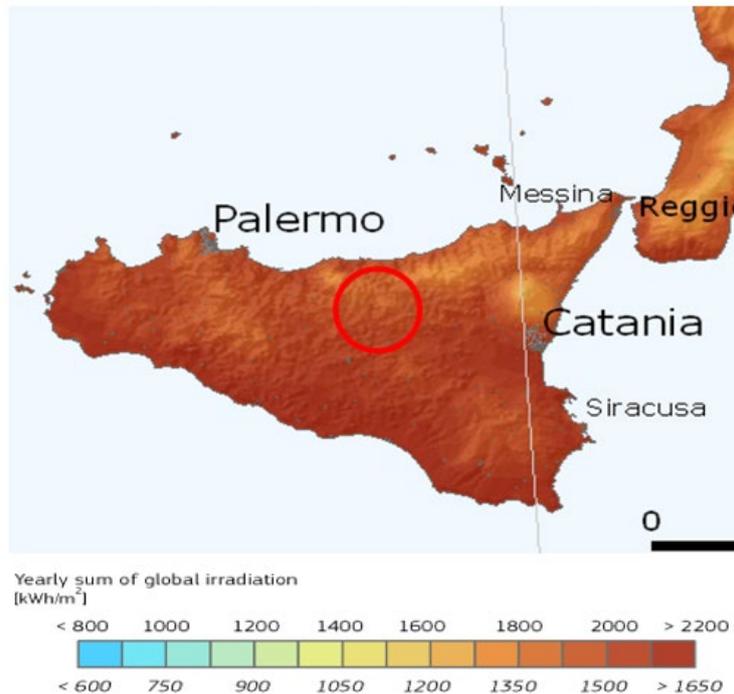
**Figura 17.** Medie delle velocità orarie del vento su matrice giornaliera nel comune di Castellana Sicula. La riga nera rappresenta il valor medio, mentre le fasce a diversa tonalità di grigio sono i diversi percentili: 25°, 75°, e 10°/90°.



**Figura 18.** Velocità medie del vento medie mensili registrate a Castellana Sicula (in blu) e Polizzi Generosa (in verde).

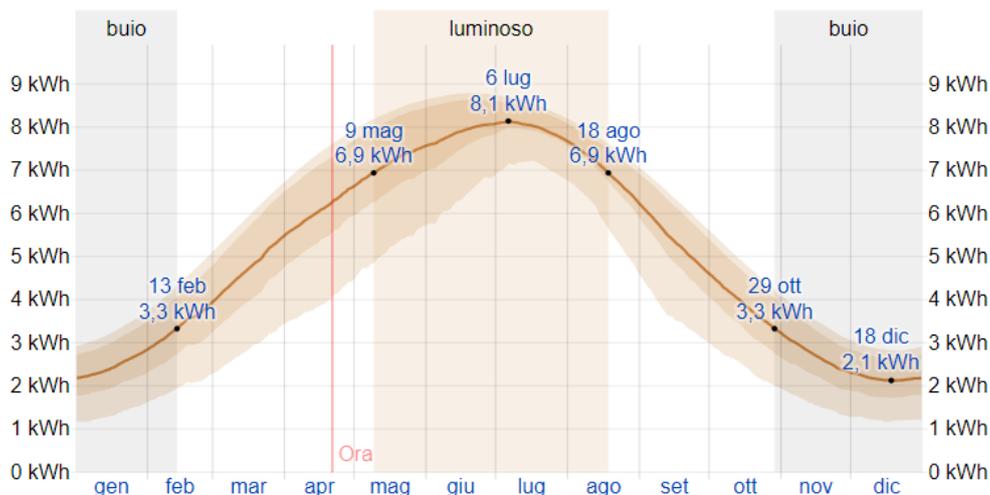
Non sono stati reperiti dati, invece, riferiti alle massime velocità di raffica registrate nella zona. In termini di irraggiamento, le aree designate per la realizzazione degli impianti godono di una buona insolazione (Figura 19) dove la maggior parte dei territori beneficiano di un irraggiamento solare annuo cumulato con valori superiori ai 1500 kWh/m<sup>2</sup> (Joint Research Center, 2018).<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Joint Research Centre (2018). [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system/pvgis-data-download/country-and-regional-maps\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system/pvgis-data-download/country-and-regional-maps_en).



**Figura 19.** Irraggiamento solare globale nella regione Piemonte – sommatoria annua (kWh/m<sup>2</sup>).

Nella Figura 20 si riporta l'energia solare a onde corte incidente totale giornaliera, che raggiunge la superficie del suolo in un'ampia area, tenendo in considerazione le variazioni stagionali nella durata delle ore diurne, l'elevazione del sole sull'orizzonte e l'assorbimento da parte delle nuvole e altri elementi atmosferici. La radiazione delle onde corte include luce visibile e raggi ultravioletti. Si evince che a **Castellana Sicula (e Polizzi Generosa)** il periodo più luminoso dell'anno dura circa 3 mesi, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato superiore a 7,5 kWh.



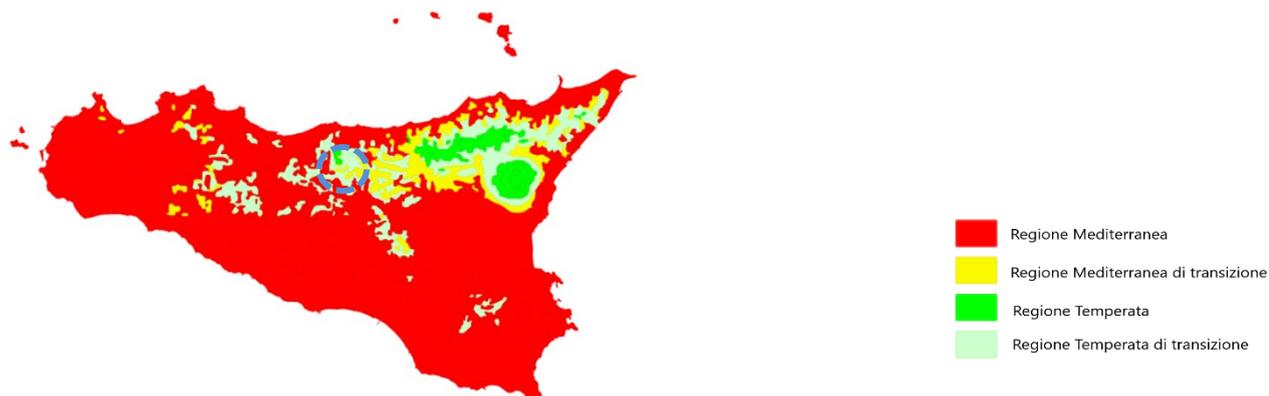
**Figura 20.** Energia solare a onde corte incidente media (kWh/m<sup>2</sup>) nel comune di Castellana Sicula.

Volendo addivenire a una classificazione climatica, quindi, è possibile definire il clima della zona di interesse (secondo la classificazione di Köppen e Geiger – Kottek et al., 2006) come **caldo e temperato, con estate secca e temperatura media del mese più caldo superiore a 22,5 °C.**

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 26 di 64

Un ulteriore riscontro climatico è rappresentato dalle diverse Regioni fitoclimatiche della Sicilia evidenziate in

Figura 21. La macro-area di riferimento ricade in una zona a cavallo tra la "**Regione Temperata di transizione**" e la "**Regione Mediterranea**", caratterizzata da un termotipo "**meso mediterraneo superiore**" ed un ombrotipo "**secco superiore**" (parametro derivante dal rapporto tra la somma delle precipitazioni dei mesi estivi e la somma delle temperature medie dei mesi estivi - indice ombrotermico)<sup>26</sup>.



**Figura 21.** Stralcio carta fitoclimatica d'Italia - Sicilia<sup>27</sup>.

Ne risulta, quindi, che Castellana Sicula e Polizzi Generosa siano caratterizzate da un clima caldo e temperato, con piogge ben distribuite e periodi di siccità compresi prevalentemente nel periodo estivo.

I periodi di siccità estiva, uniti alle temperature elevate e al clima ventoso, oltre che essere elementi di attenzione per la cura e l'impianto di vegetazione, potrebbero risultare anche come fattori predisponenti del rischio di incendi (a tal proposito saranno adottate specifiche soluzioni progettuali, come descritto nel paragrafo 8.2.1).

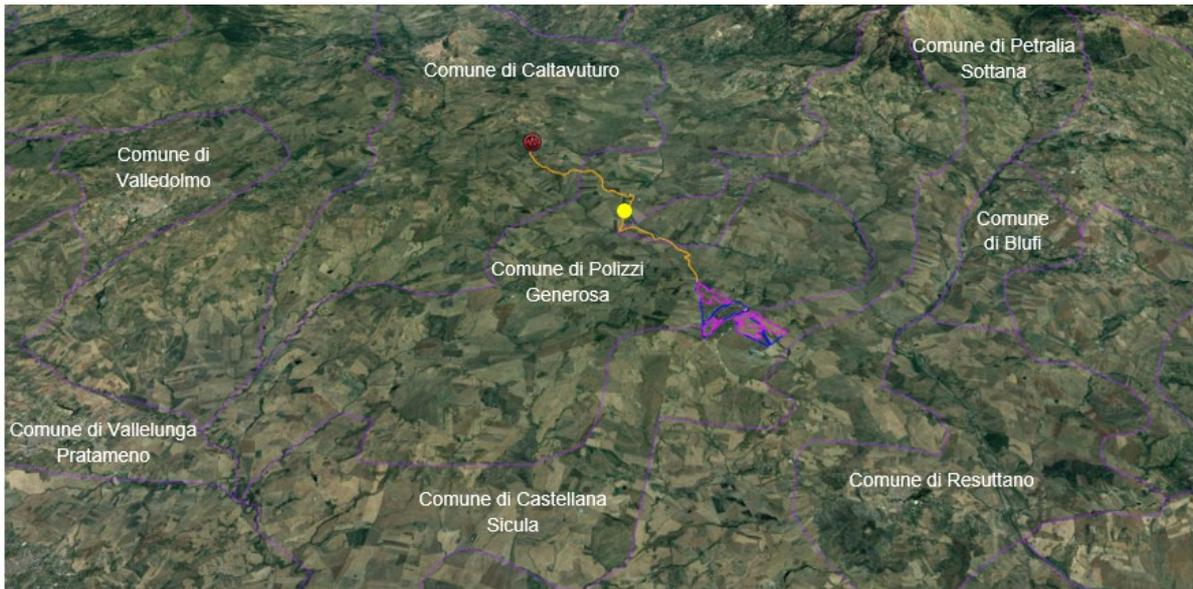
<sup>26</sup> <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2014.891472>

<sup>27</sup> [http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms\\_ogc/WMS\\_v1.3/Vettoriali/Carta\\_fitoclimatica.map](http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/WMS_v1.3/Vettoriali/Carta_fitoclimatica.map)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 27 di 64

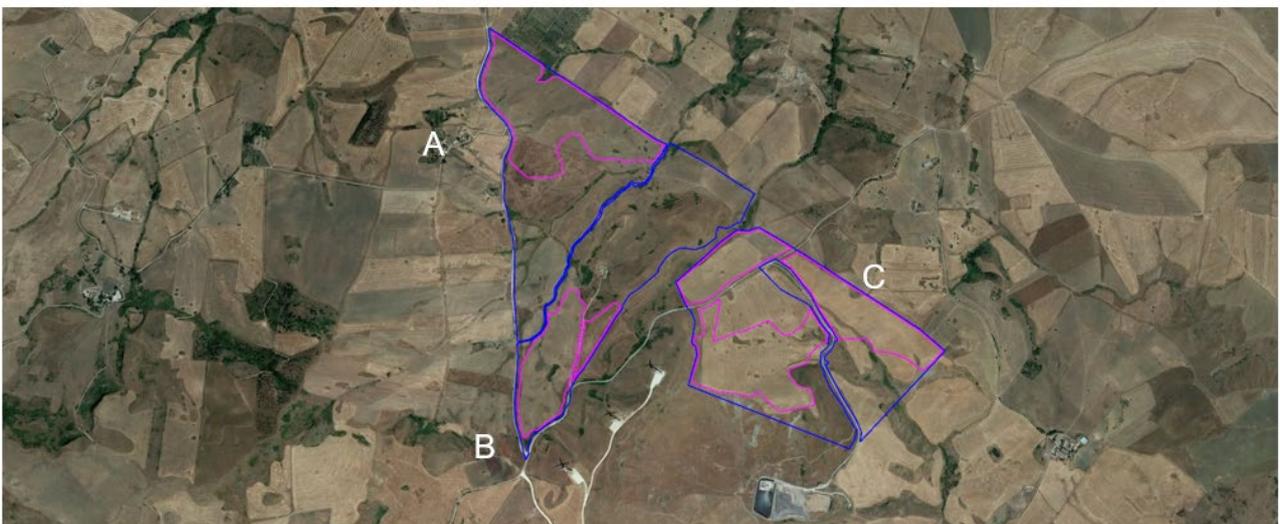
## 6. Inquadramento dell'area di intervento

L'area identificata per l'installazione dell'impianto agrivoltaico "Contrada Alberi" è localizzata tra gli ambiti comunali di Castellana Sicula e Polizzi Generosa, in provincia di Palermo. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, con perpetrazione dell'uso agro-zootecnico delle superfici (prato-pascolo e introduzione dell'attività apistica a valenza produttiva), la cui localizzazione spaziale si evince dalla Figura 22 (coord. 37°43'18.41"N e 13°59'30.22"E).



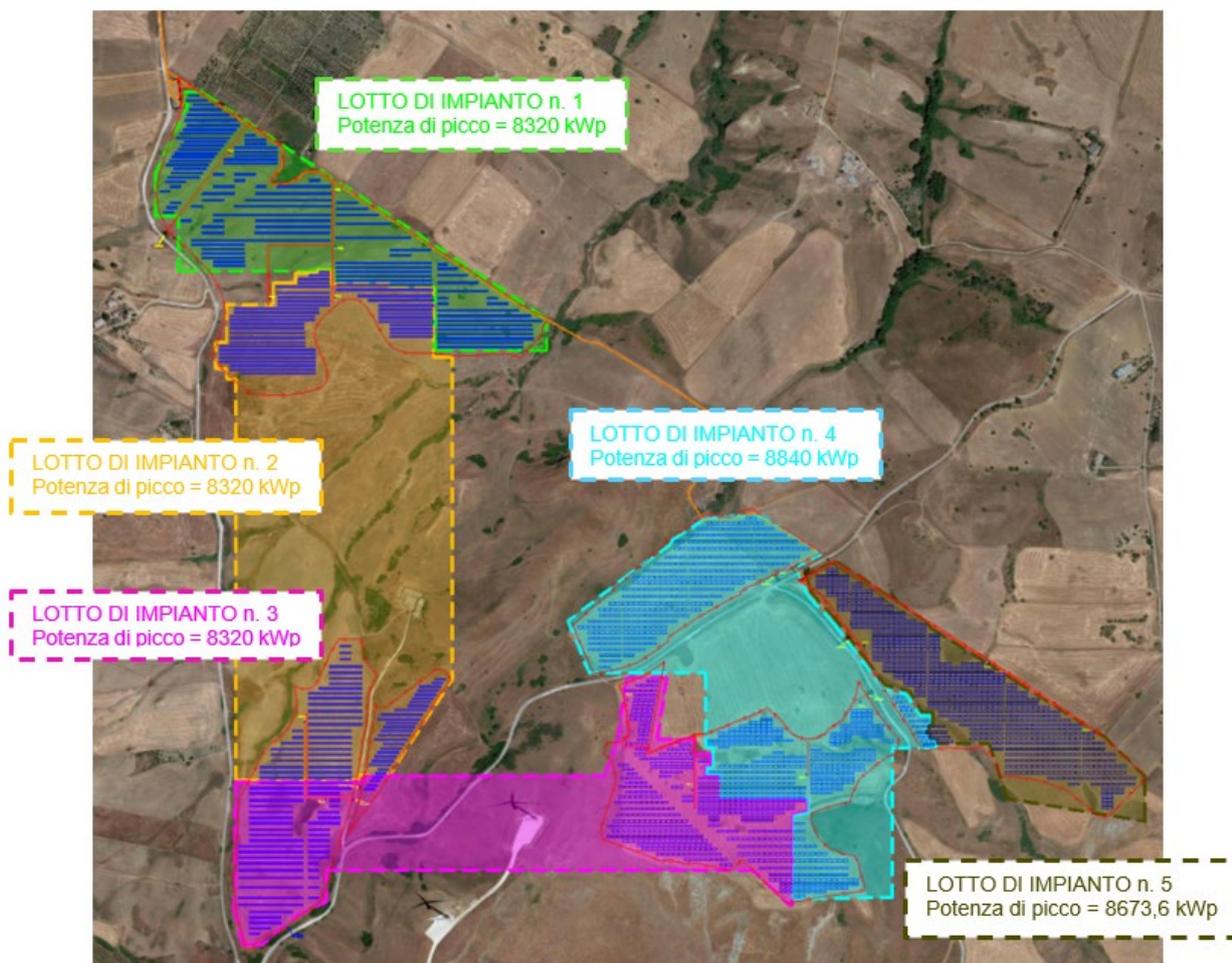
**Figura 22.** Localizzazione dell'area di intervento su foto satellitare: linea blu= superficie catastale; linea fucsia= area di impianto (recinzione); linea arancione= cavidotto di connessione; puntalino giallo: cabina di sezionamento; puntalino rosso= cabina primaria AT/MT "Caltavuturo" – (Fonte cartografica di base: Google Earth).

Nello specifico l'area di impianto, suddivisibile per maggiore comprensione in n. 3 macro-aree, denominate A, B e C e distribuite come indicato in Figura 23, è suddivisa in n. 5 lotti di impianto, come si evince dallo stralcio planimetrico, tratto dal progetto tecnico, riportato in **Figura 24**.



**Figura 23.** Suddivisione dell'area di intervento in 3 macro-aree denominate A, B e C e localizzate rispettivamente a Nord-Ovest (A), Sud-Ovest (B) e Sud-Est (C).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 28 di 64



**Figura 24.** Suddivisione dell'area di intervento in n. 5 lotti di impianto (rif. TAV 10 "Suddivisione in lotti dell'impianto fotovoltaico").

L'area catastale disponibile per il progetto ha un'estensione pari a 160,70 ha, mentre l'area di impianto, delimitata dalla recinzione perimetrale, misura 70 ha e si trova, in linea d'aria (da baricentro a baricentro rispetto agli abitati più prossimi), a circa 10 km Sud dal centro abitato di Polizzi Generosa, a circa 14,2 km Sud/Sud-Est dal comune di Caltavuturo, a circa 14,8 km Sud-Est dal centro cittadino di Valledolmo, a circa 14,8 km Est/Nord-Est da Vallelunga Pratameno, a circa 5,7 km Nord/Nord-Ovest dal centro abitato di Resuttano, a 8 km Sud-Ovest da Blufi e a 8 km Sud-Ovest dal comune di Castellana Sicula.

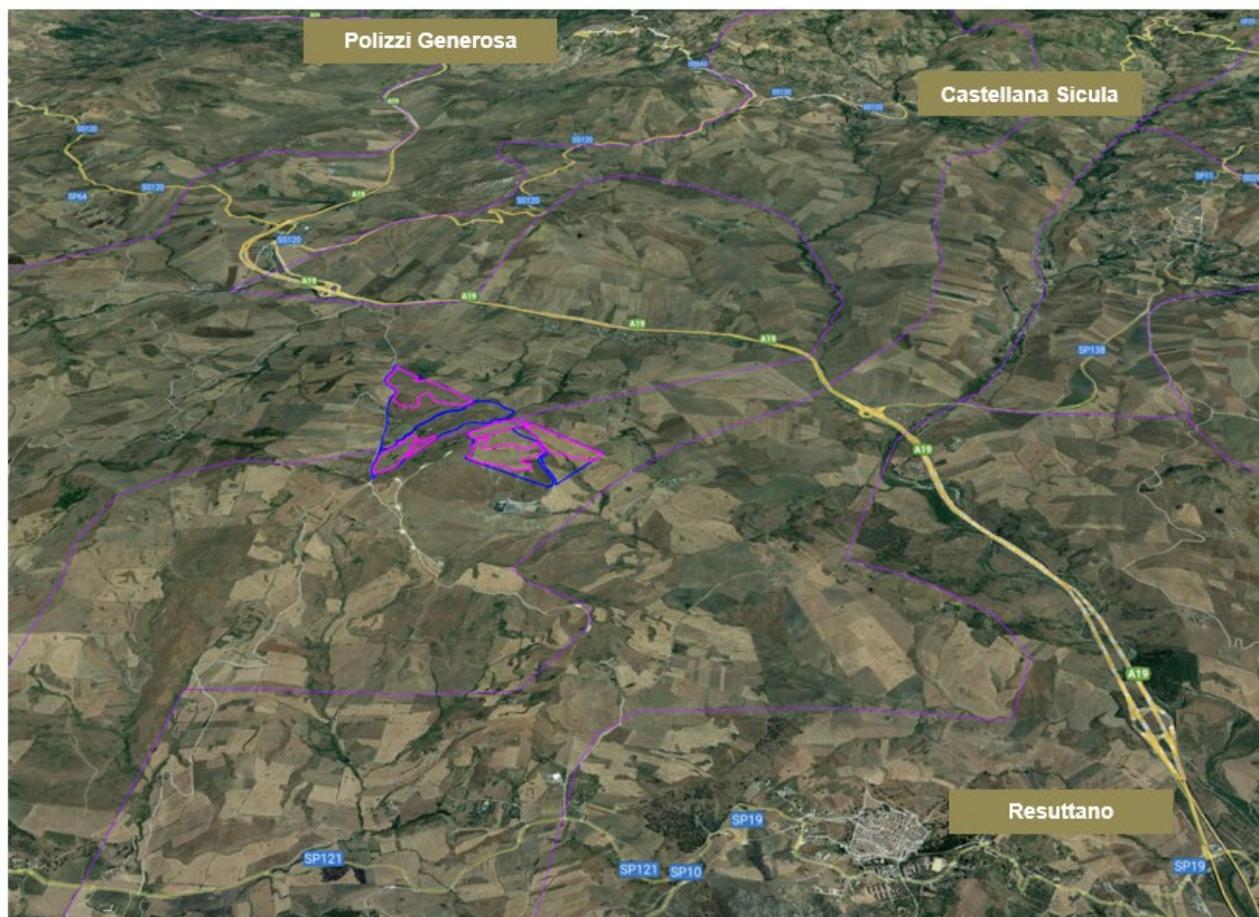
Dal punto di vista viabilistico l'area di impianto è accessibile rispettivamente da (Figura 25):

- **Autostrada A19 "Palermo-Catania"** uscita "Tremonzelli" da cui ci si immette nella SS 120 "Dell'Etna e delle Madonie".
- **Polizzi Generosa (da Nord)** → dalla SS643 si procede per circa 3 km fino alla SS 120 "Dell'Etna e delle Madonie", che conduce – dopo circa 9 km in direzione Sud-Ovest – a una strada secondaria

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 29 di 64

denominata "Trazzera di Arberi<sup>28</sup>", che passa adiacente al margine Ovest dell'area di impianto e consente di raggiungere direttamente il sito.

- **Castellana Sicula (da Nord-Est)** → si procede direttamente - per circa 10 km in direzione Nord- Ovest - sulla SS 120 "Dell'Etna e delle Madonie", fino a "Trazzera di Arberi" e da qui al sito di intervento.
- **Resuttano (da Sud-Est)** → dal centro cittadino si procede sulla SP121 "Resuttano Tudia" per circa 4 km, per poi procedere in direzione Nord su strade secondarie fino a ricongiungersi con la "Trazzera di Arberi" e raggiungere l'area di impianto.



**Figura 25.** Localizzazione dell'area di intervento su foto satellitare rispetto alla viabilità locale. Linea blu= superficie catastale; linea fucsia= area di impianto. (Fonte cartografica di base: Google Earth).

Entrando nel merito del contesto territoriale, **l'area di progetto si inserisce in un comprensorio collinare/sub-montano** (tra 750 e 900 m s.l.m.) e **in uno scenario tipicamente rurale, in cui si scorgono alcuni fabbricati isolati o esigui aggregati di edifici** (Figura 26, Figura 27 e Figura 28). La componente rurale, tipica della zona, si costituisce principalmente di seminativi, intervallati da impianti colturali produttivi e da fasce ripariali situate in corrispondenza degli impluvi di torrenti e corsi d'acqua. Nel sito di impianto si riscontrano, in prevalenza, terreni seminativi coltivati a cereali (i.e. frumento duro) intervallati a zone destinate al pascolo

<sup>28</sup> Denominazione desunta dall' estratto di mappa catastale (Catasto terreni – Comune di Polizzi Generosa - F. 64)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 30 di 64

(nelle aree più impervie, a maggiore acclività). Inoltre, terminato il ciclo produttivo delle specie da granella, le superfici sono a totale disposizione per il pascolo, fino alla semina successiva.

Nelle aree circostanti si apprezza, infine, la presenza di impianti di nocciolo e olivo e alcune zone destinate a coltivazioni ortive. A circa 1,5 km Nord/Nord-Est dal sito di impianto si rileva il tracciato dell'autostrada A19, che attraversa la Sicilia per oltre 191 km, collegando Palermo e Catania (passando per Caltanissetta ed Enna).

L'area designata per la produzione energetica solare confina quasi interamente con altri campi agricoli o con aree destinate al pascolo, fatte salve alcune fasce/zone vegetate. Nelle vicinanze del sito di progetto si rilevano inoltre alcuni sporadici fabbricati (per lo più caseggiati connessi alle attività agricole e pascolive), mentre in una zona a Sud-Ovest del sito si ravvisano alcuni aerogeneratori e un'area di cava. La morfologia dei terreni in esame, piuttosto eterogenea, presenta un'acclività, che in alcune zone è definibile moderata, mentre in altre raggiunge pendenze superiori al 15%. In merito al reticolo idrografico esistente, si ravvisa la presenza di incisioni naturali, trasversali rispetto all'area di progetto (in zone non interessate dalle strutture fotovoltaiche), che disciplinano le acque meteoriche di scorrimento locale, convogliandole fino al "Torrente Alberi".

**L'impianto di produzione energetica, suddiviso in cinque lotti, sarà collegato alla rete di E-distribuzione attraverso la realizzazione di cinque cabine di consegna, collegate alla cabina primaria AT/MT esistente denominata "Caltavuturo", tramite altrettante nuove linee MT, in cavo interrato<sup>29</sup>, passanti in traccia al di sotto della viabilità esistente, salvo un tratto su terreno naturale (entro la superficie nella disponibilità del Proponente). Lungo il percorso del cavidotto è, inoltre, previsto il posizionamento di n. 1 cabina di sezionamento (cfr. elaborato VIA02- Studio di Impatto Ambientale).**

Nella Tabella 2 si riassumono le informazioni catastali relative all'area identificata per la realizzazione del progetto fotovoltaico.

**Tabella 2.** Informazioni relative all'impianto.

IMPIANTO	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE (ha.are.ca.)	
Contrada Alberi	Castellana Sicula (PA)	37	8	13.34.61 51.58.89	
			1	06.00.00 42.26.90	
	Polizzi Generosa (PA)	64	2	06.00.00 30.64.86	
			13	01.37.36 00.04.24	
			14	00.30.87 00.22.00	
			28	08.89.89	
	SUPERFICIE TOTALE DA VISURE CATASTALI				<b>160.69.62</b>

<sup>29</sup> In riferimento a due dei cinque lotti di impianto è stata richiesta al Gestore di Rete una modifica della STMG (codice di rintracciabilità T0737361), finalizzata a ottenere una soluzione in cavo interrato.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 31 di 64



**Figura 26.** Veduta da Nord del lotto 1.



**Figura 27.** Veduta in direzione Sud del lotto 5.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 32 di 64



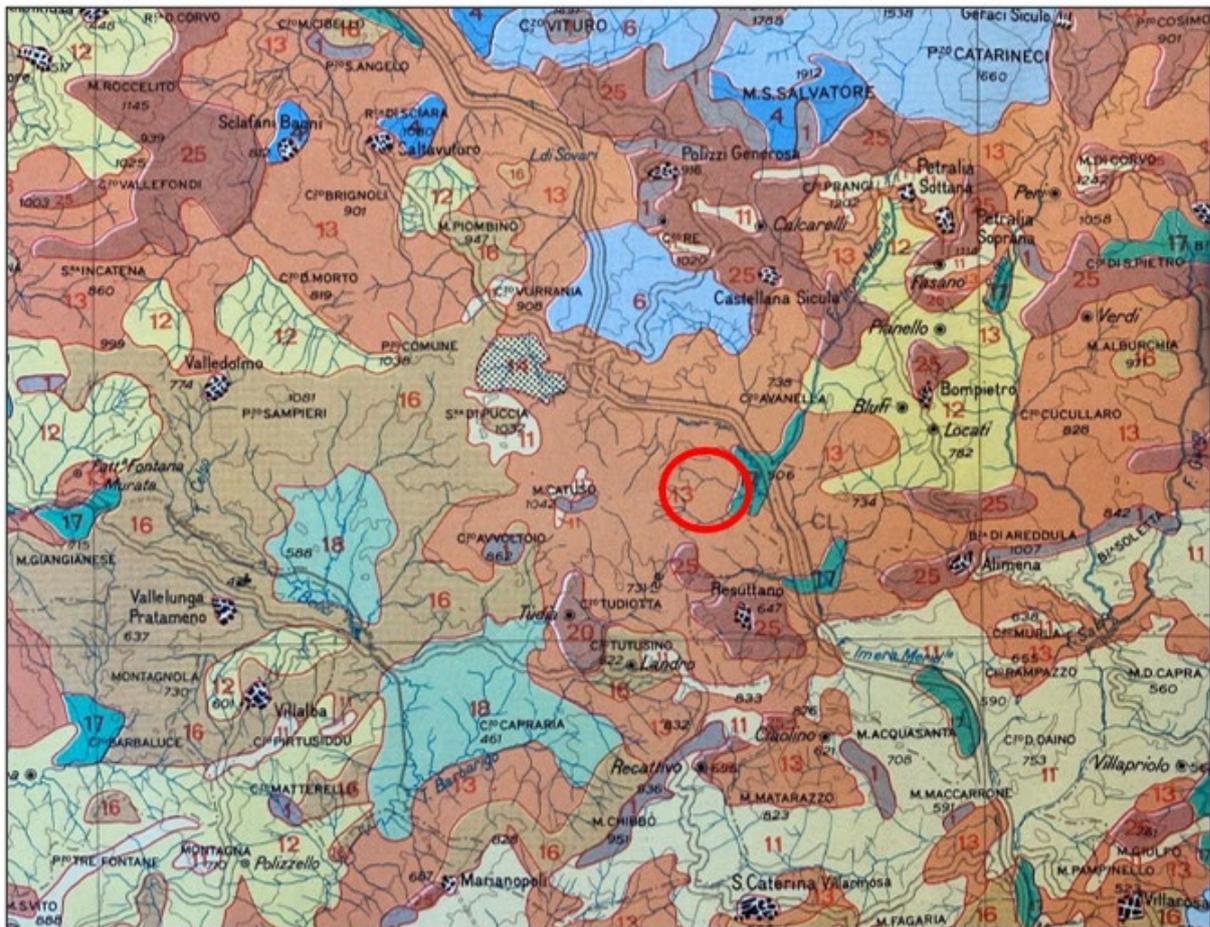
**Figura 28.** Veduta in direzione Sud-Ovest del lotto 4.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO “CONTRADA ALBERI”				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 33 di 64

## 7. Aspetti agronomici del sito

La pedogenesi siciliana è ovviamente influenzata dalle differenti formazioni litologiche da cui i suoli si sono evoluti, ma anche dalle condizioni climatiche tipicamente mediterranee e dall’azione dell’uomo, che da millenni ha sottoposto i suoli dell’isola ad una intensa attività agricola, con conseguente alterazione nel corso del tempo delle caratteristiche naturali. Il quadro pedologico dell’isola risulta pertanto essere costituito da una grande varietà di suoli che spazia da tipi pedologici meno evoluti a quelli più evoluti.

I suoli della regione sono stati analizzati e mappati nella “*Carta dei suoli della Sicilia 1:250.000*” (Fierotti *et al.*, 1988) (Figura 29) che suddivide il territorio regionale in 33 associazioni di suoli e per ciascuna di esse fornisce un’indicazione sulle tipologie di suolo presenti al loro interno, secondo i principali sistemi di classificazione: i) CPCS (Francia) modificata; ii) Soil Taxonomy (USDA) e iii) World Reference Base (FAO).



13

Regosuoli – Suoli bruni e/o Suoli bruni vertici

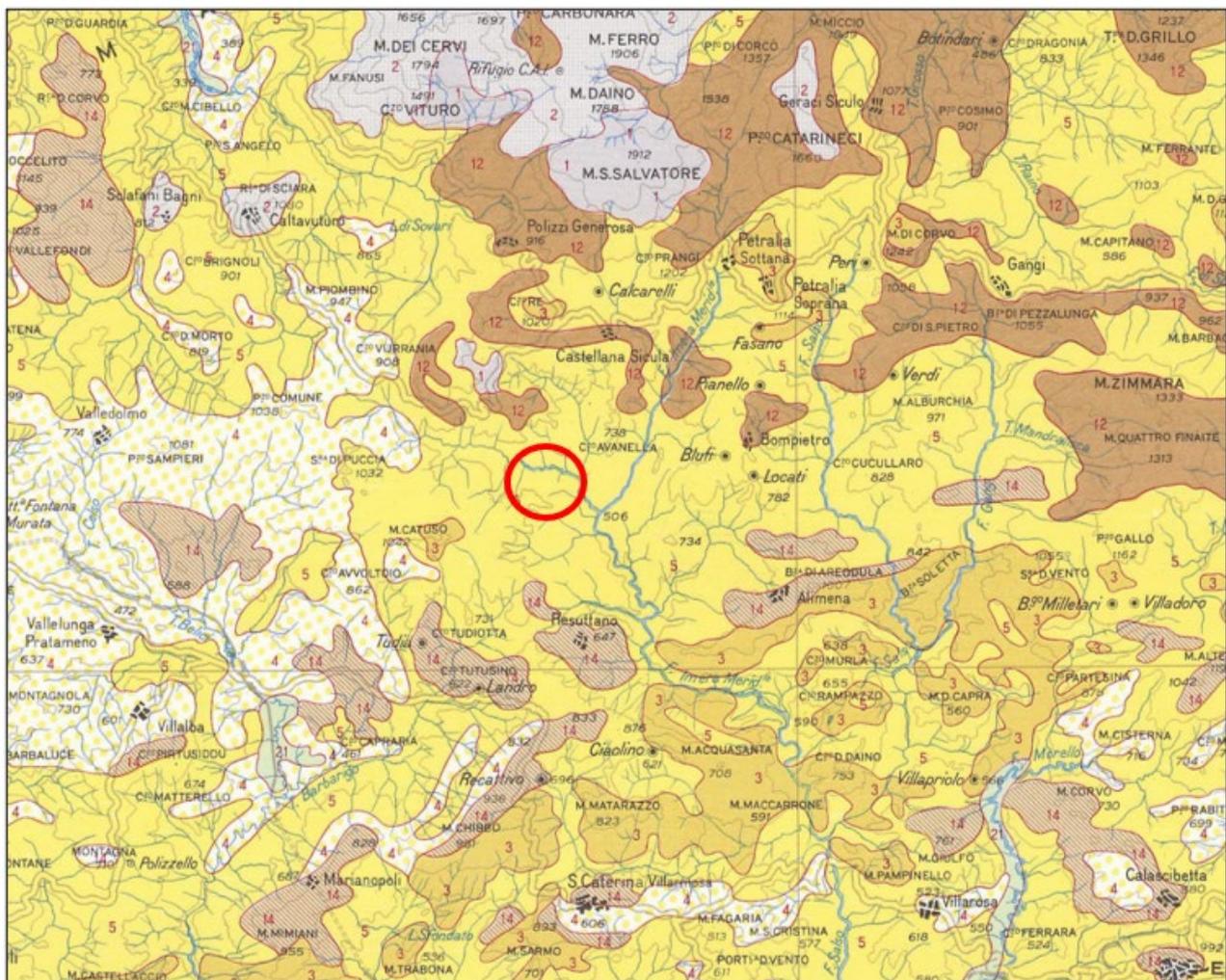
**Figura 29.** Estratto della “*Carta dei Suoli della Sicilia 1:250.000*” (Fierotti *et al.*, 1988). Evidenziata nel cerchio in rosso l’area oggetto di intervento.

L’area di studio ricade nell’associazione di suoli identificata dal codice 13, costituita da Regosuoli, suoli bruni e/o suoli bruni vertici: con i suoi 344.200 ha (13,38%) è l’associazione maggiormente estesa nel territorio isolano. Occupa larga parte della collina argillosa e trova la sua massima espressione nelle province di

IMPIANTO AGRIVOLTAICO “CONTRADA ALBERI”				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 34 di 64

Agrigento e Caltanissetta, a quote prevalenti comprese tra i 500 e 900 m s.l.m., anche se è possibile ritrovare l’associazione a quote minime che sfiorano il livello del mare e massime di 1500 m s.l.m. L’uso prevalente dell’associazione, che mostra una potenzialità agronomica da discreta a buona, è il cerealicolo che nella pluralità dei casi non ammette alternative, anche se a volte è presente il vigneto e l’arboreto. Secondo il sistema di classificazione della Soil Taxonomy (USDA), i suoli riconducibili a questa associazione appartengono ai *Typic Xerorthents*, *Typic* e/o *Vertic Xerochrepts*.

Sulla base della “*Carta dei suoli della Sicilia 1:250.000*” (Ballatore G.P, Fierotti G., 1967)<sup>30</sup> (Figura 30) l’area di progetto è caratterizzata da “Regosuoli da rocce argillose” (Associazione n. 5).



**5** Regosuoli da rocce argillose.  
Regosols on clay rocks.

**Figura 30.** Estratto della “*Carta dei Suoli della Sicilia 1:250.000*” (Ballatore G.P, Fierotti G., 1967). Evidenziata nel cerchio in rosso l’area oggetto di intervento.

<sup>30</sup> <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/carta-dei-suoli-della-sicilia>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 35 di 64

I Regosols (*Typic Xerorthents*) comprendono suoli giovani, ai primi stadi di sviluppo che non hanno nessuna caratteristica distintiva particolare, se non un orizzonte superficiale debolmente sviluppato. Essi sono tipici delle aree erose collinari, oppure delle zone di accumulo colluviale recente. Nel sistema di classificazione internazionale USDA sono normalmente identificati come "*Entisols*". A causa del loro debolissimo sviluppo pedogenetico e della grande varietà di ambienti litologicamente diversi, i Regosols non hanno delle caratteristiche fisico-chimiche e idrologiche particolari, ma sono dipendenti dal substrato litologico di origine. Il basso grado di evoluzione è quasi sempre causato da forte erosione e/o da ringiovanimento continuo delle superfici con scarsa capacità di infiltrazione dell'acqua e conseguente cattivo drenaggio in profondità. I terreni, inoltre, si presentano duri e compatti in condizioni secche (spesso anche con caratteristiche vertiche) e plastici/adesivi in condizioni umide e con drenaggio moderato.

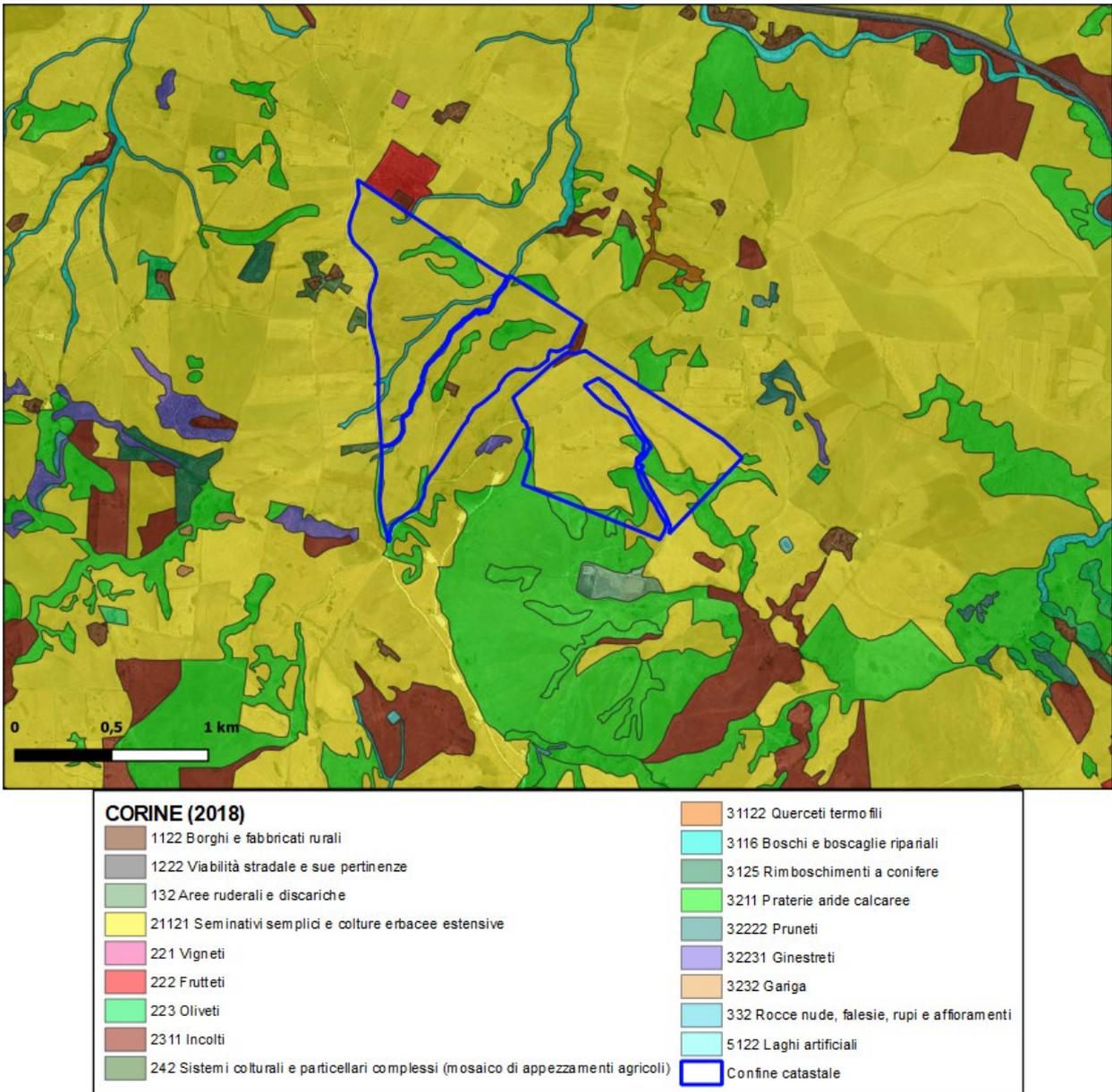
Il profilo tipico è di tipo A-C e nei casi in cui sono sottoposti a coltura, Ap-C. Il colore può variare dal grigio giallastro chiaro al grigio bruno scuro con tutte le tonalità intermedie. Lo spessore va da pochi centimetri di profondità (10-15 cm) fino a 30-40 cm laddove l'erosione è nulla. La capacità produttiva dei regosuoli siciliani è da giudicare bassa. I regosuoli su argille o argille marnose presentano tessitura argillosa (con un tasso medio di argilla di 40-45%) e mostrano talora caratteri vertici. La reazione è sub-alcina o alcalina; i carbonati sono quasi sempre presenti con valori medi che si aggirano intorno al 10-15%, talora però possono arrivare al 30-40% o scendere al di sotto del 10% come è il caso dei regosuoli argillosi della Sicilia occidentale. Le riserve di potassio sono generalmente buone, quelle di sostanza organica e di azoto scarse, come del resto quelle del fosforo. Buona la capacità di scambio che risulta sempre totalmente saturata, in particolare dal calcio. Il drenaggio varia in funzione della quantità di argilla passando da buono a molto lento. Sull'orizzonte superficiale del suolo lo scheletro diffuso varia da scarso a medio, risultando quindi caratterizzato da pietrosità non rilevante. **La tessitura superficiale è sabbioso-argillosa /franco limosa-argillosa**, con un pH tendenzialmente neutro/sub-alcino (7-8) e presenza di calcare in superficie da scarsa a media.

Secondo la classificazione dell'uso del suolo di **Corine**<sup>31</sup> del 2018 (Figura 31), le aree sono collocate prevalentemente in "*seminativi non irrigui*" individuati col codice **21121** (Seminativi semplici e colture erbacee estensive) e "*praterie aride calcaree*" col codice **3211**. Per quanto riguarda la classe d'uso del suolo *Seminativo*, ovvero la classe **211**, essa rispecchia una grande varietà di situazioni legate ai diversi aspetti ambientali, morfologici, e di evoluzione antropica del territorio siciliano. In certe situazioni di morfologia e di suolo poveri, il seminativo, generalmente semplice o scarsamente arborato, confina e si alterna con il pascolo, o l'inculto, senza che si possano tracciare limiti razionali tra i due, mancando in molti casi anche le tipiche forme geometriche dei territori agricoli. In zone collinari, prevale il seminativo arborato con frequenza anche alta di legnose, tipicamente olivo, mandorlo, carrubo. È importante notare che, in questa classe, l'uso di indicatori si riferisce a due casi in particolare: seminativo arborato con forte frequenza della componente legnosa o quando questa è caratteristica di una certa zona; seminativo prevalente, ma con la coesistenza di colture diverse in appezzamenti piccoli non separabili (tipicamente serre o colture orticole).

La classe **3211**, invece, rappresenta in gran parte il risultato di un abbandono colturale, in aree precedentemente pascolate o coltivate sia a seminativo che, secondariamente, a coltivazione arborea. Si

<sup>31</sup> Programma CORINE (COOrdination of INformation on the Environment – Decisione 85/338/EEC)

tratta di una vegetazione quasi mai omogenea proprio perché fortemente condizionata dalla variabilità di spessore dei suoli e anche dall'intensità dell'attività agro-pastorale che vi vien svolta o che è stata condotta in passato. Laddove le condizioni di scarsa fertilità sono maggiori si sviluppano le praterie xerofile.



**Figura 31.** Tipo di uso del suolo secondo la classificazione CORINE (2018) relativa all'area oggetto di studio (perimetro catastale nella disponibilità del Proponente).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 37 di 64

## 8. Progetto Agrivoltaico

Come illustrato in precedenza, la progettazione di un impianto agrivoltaico deve basarsi sull'analisi combinata delle **esigenze agro-zootecniche** e **tecnologico-energetiche** dell'installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui si inserisce e delle relative risorse.

### 8.1. Componente fotovoltaica

Nel presente progetto si è optato per l'utilizzo di moduli di tipo bifacciale montati su strutture fisse con vela singola, orientate a Sud con inclinazione di 25°. Ciascuna struttura è ancorata a supporti sorretti da pali infissi nel terreno senza l'utilizzo di plinti/fondazioni in cemento (**Figura 32**).



**Figura 32.** Particolare della tipologia di struttura utilizzata

Il layout di impianto è stato progettato in funzione dei dislivelli e delle pendenze nelle varie direzioni rilevate sull'area oggetto di studio (pendenze rilevate fino al 30%), con conseguente **pitch variabile (dai 3,14 ai 7,10 m)**. Tale soluzione consente di avere una fascia completamente libera dalla copertura dei pannelli tra le stringhe (di seguito denominata *gap*) di larghezza tra **1,20 e 5,37 m**. L'**altezza massima** dei moduli fotovoltaici dal piano di campagna è pari a **2,55 m**.

Tali misure - necessarie anche per evitare ombreggiamento causato da una fila di pannelli sull'altra - consentiranno il prosieguo dell'attività pastorale e del pascolamento dei capi (attualmente gli animali pascolano dopo la raccolta delle colture nutrendosi dei ricacci e nelle aree non coltivabili per le forti pendenze) (, offrendo inoltre un ricovero e riparo, nonché il passaggio delle macchine agricole di modeste dimensioni (piccoli trattori da frutteto) da impiegare per le operazioni accessorie.

Il progetto in esame prevede inoltre, la realizzazione di una fascia compresa tra la recinzione perimetrale e i moduli fotovoltaici di almeno 5 m, finalizzata a consentire un agevole spazio di manovra ai mezzi impiegati per l'attività agricola, nonché come fascia tagliafuoco per la prevenzione degli incendi (vedi Paragrafo 8.2.1).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 38 di 64



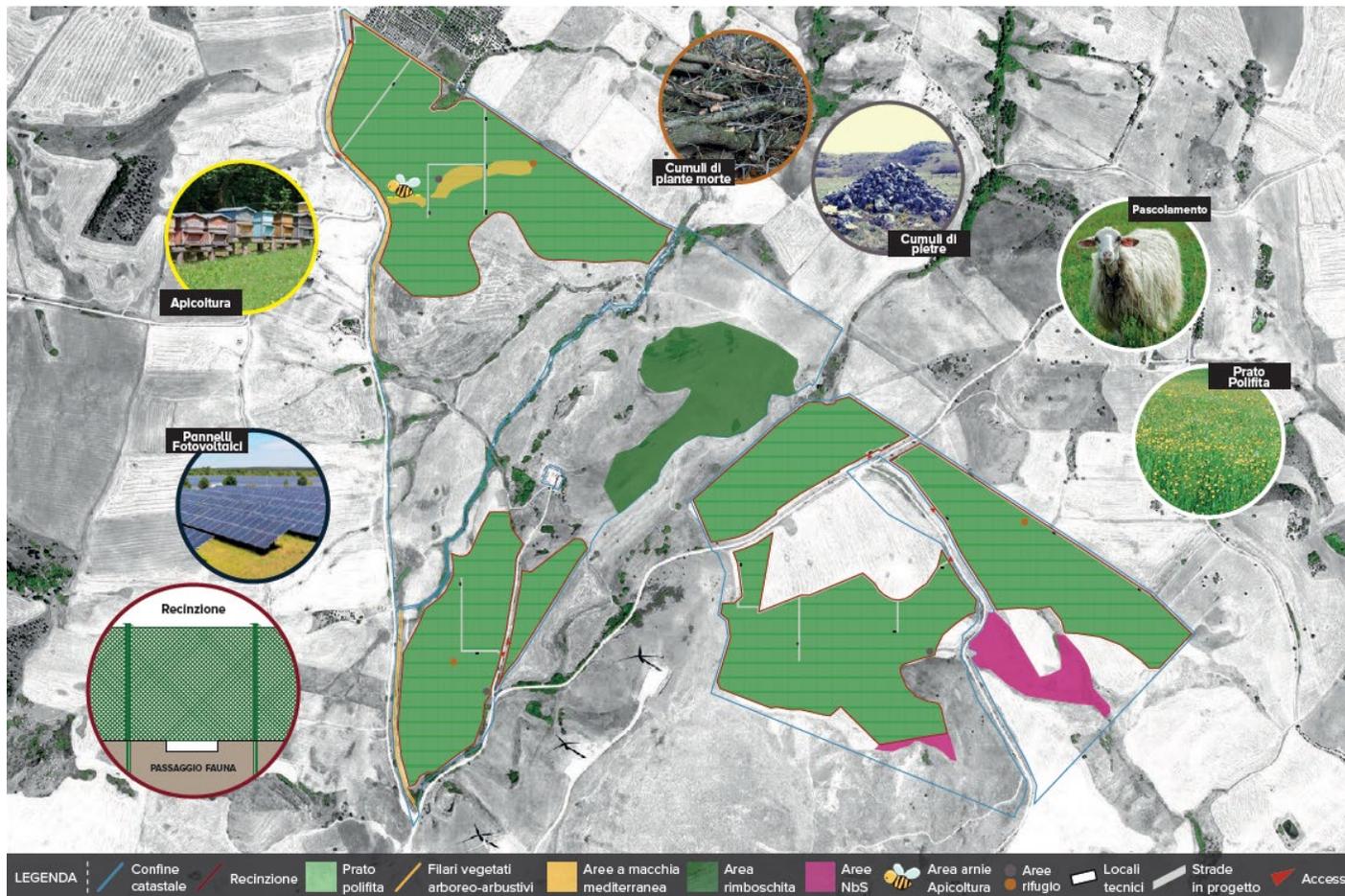
**Figura 33.** Particolare di una fotosimulazione dell'inserimento del progetto nel contesto ago-pastorale. Estratto dall'elaborato grafico VIA05d- Fotosimulazioni.



**Figura 34.** Particolare del passaggio con mezzi operativi nella fascia di manovra tra la recinzione e le stringhe di pannelli. Elaborato grafico di proprietà del proponente.

## 8.2. Componente agronomica

Al fine di soddisfare la salvaguardia dei servizi ecosistemici, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agropastorale locale, si prevede che l'intera superficie interessata dai pannelli sia destinata alla **semina di un prato polifita stabile** per il pascolamento libero degli ovini. Verrà inoltre realizzato un **apiario** e si prevede di posizionare in vari punti strategici dei cumuli di pietre finalizzati alla creazione di micro-habitat utili alla fauna locale (**Figura 35**).



**Figura 35.** Schema del progetto agrivoltaico inserito nel sistema agro-energetico-ambientale. Estratto Elaborato VIA05c- Mitigazioni e progetto agro-ambientale

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 40 di 64

### 8.2.1. Prato-pascolo

Le superfici oggetto di studio sono attualmente destinate alla coltivazione di specie da granella (frumento duro) e foraggiere a ciclo autunno-vernino (avena ed erbai) per l'alimentazione animale. Alcune aree sono lasciate a pascolo, poiché non coltivabili a causa delle forti pendenze.

Il presente progetto propone la conversione di queste superfici in pascoli permanenti, con conseguente:

- ripristino della fertilità naturale del suolo dopo anni di coltivazione di specie depauperanti<sup>32</sup>;
- miglioramento della micro/macro porosità, della capacità di ritenzione idrica e del microbiota naturali del suolo;
- riduzione della compattazione degli strati più superficiali del terreno causata dal ricorrente passaggio dei mezzi impiegati nelle lavorazioni dei fondi rustici;
- metabolizzazione graduale dei residui di prodotti chimici impiegati nella coltivazione (fertilizzanti e diserbanti).

Tale conversione risulta essere in linea con l'Operazione 10.1.c. del PSR Regionale (vedasi capitolo 4 ) che supporta tale pratica

Si prevede di gestire il prato nel rispetto della definizione comunitaria di "prato permanente", contenuta nell'art. 4, paragrafo 1, lettera h), del regolamento (UE) n. 1307/2013, prendendo in considerazione i due elementi chiave per classificare le superfici agricole come riportate nel Decreto Ministeriale n. 6513 del 18 novembre:

- impiego di specie classificate come "erba o altre piante erbacee da foraggio", tutte tradizionalmente rinvenute nei pascoli naturali o solitamente comprese nei miscugli di sementi per pascoli o prati nello Stato membro, utilizzati o meno per il pascolo degli animali (art. 4, paragrafo 1, lettera i) del reg. 1307/2013);
- successione per 5 anni consecutivi fuori rotazione.

Le operazioni necessarie alla creazione del pascolo cominceranno nella fase tra la posa dei pali e l'installazione dei pannelli, riassumibili come di seguito:

- 1- concimazione;
- 2- lavorazione superficiale;
- 3- semina;

La **concimazione d'impianto** (1) verrà effettuata apportando al terreno - nel rispetto di quanto riportato nelle linee guida dell'Operazione 10.1.c - una quantità massima di 90 kg/ha di unità di fosforo totale, mediante spandiconcime granulare. In virtù del fatto che le superfici sono già attualmente soggette a pascolamento post raccolta delle specie da granella e da foraggio, si ipotizza che l'apporto di potassio non supererà i 50

---

<sup>32</sup> Le colture depauperanti sono quelle che assorbono dal terreno grandi quantità di sostanze nutritive - in particolar modo azoto - tra cui frumento, orzo, avena e segale.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 41 di 64

kg/ha. Tale elemento è infatti ampiamente restituito al terreno attraverso le deiezioni e le urine degli animali che vi pascolano. Non è prevista concimazione azotata in quanto non ammessa dalla medesima Operazione, l'equilibrio di tale elemento nel terreno sarà garantito dal fatto che il mix di essenze foraggere scelto comprende specie azotofissatrici (leguminose).

La **lavorazione meccanica superficiale** (2) consisterà in un'erpatura leggera (5-15 cm), al fine di sminuzzare le zolle superficiali, rendere piana la superficie dell'arativo ed interrare il concime minerale precedentemente distribuito, predisponendo così il terreno alla successiva semina. Tale lavorazione verrà eseguita da un erpice a dischi indipendenti di modeste dimensioni (3 metri circa) trainato da trattore anch'esso di modeste dimensioni (larghezza di 1,65 metri circa - tipologia da frutteto): la scelta di tali macchine si rende necessaria al fine di garantire un agevole passaggio tra le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.

La **semina** (3) delle essenze foraggere - opportunamente scelte tra quelle appartenenti al patrimonio floristico regionale, integrate con specie adatte al pascolo degli ovini ad alto valore foraggero- avverrà nel mese di settembre mediante seminatrice da frumento o attrezzature per idrosemina<sup>33</sup> (con una densità di semina di 80 kg/ha). Tale scelta è dovuta alla necessità di operare tra le file delle strutture dell'impianto fotovoltaico, a volte caratterizzate da pendenze marcate, in modo da garantire un corretto apporto di seme anche sulle zone più difficilmente raggiungibili. L'epoca di semina è ipotizzata in settembre - mese ottimale per la semina del prato stabile in virtù considerazione della zona designata per l'intervento, caratterizzato da un clima mediterraneo con inverni miti, che possono consentire una buona germinazione autunnale anche per le leguminose.

Il prato permanente destinato al pascolo è un'entità biologica quasi sempre inizialmente eterogenea per la diversità delle piante componenti, ma che varia nel tempo in base all'insieme delle condizioni ambientali e antropiche e, in particolare, alle modalità di utilizzazione da parte del bestiame (più o meno ben controllato e gestito).

Tra le operazioni previste si ipotizza una **trasemina** al terzo anno, impiegando una quantità di seme dimezzata rispetto a quella utilizzata alla semina di impianto. Tale pratica consiste l'apporto periodico di un ulteriore quantità di sementi per rivitalizzare il prato e ristabilizzarne la qualità e la quantità in percentuale di ogni specie impiegata. Il mix sarà stabilito sulla base dei risultati del monitoraggio agro pastorale (vedasi capitolo 9). È importante considerare infatti che il prato è un'entità biologica quasi sempre inizialmente eterogenea per la diversità delle piante componenti, ma che varia nel tempo in base all'insieme delle condizioni ambientali e antropiche e, in particolare, alle modalità di utilizzazione, specialmente se si prevede il pascolamento da parte del bestiame (più o meno ben controllato e gestito). La composizione floristica dei pascoli e, conseguentemente, il loro valore foraggero, è infatti molto variabile non solo in dipendenza delle condizioni ambientali, ma anche della modalità di sfruttamento. Accanto a pascoli caratterizzati da residui secchi erbacei di vegetazioni precedenti, la cosiddetta necromassa - spesso ricca di infestanti ed il cui decadimento è anche dovuto alla mancata od errata utilizzazione per un insufficiente carico di bestiame -, ne esistono altri degradati a seguito del sovraccarico di bestiame e del sovrapascolamento protratto nel

<sup>33</sup> L'idrosemina consiste nell'applicazione al terreno di una miscela fluida composta di semi e sostanze che accelerano la germinazione e la radicazione, tramite un getto che proietta tale miscela a lunga distanza.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 42 di 64

tempo, che non permette la ricostituzione del cotico erboso. In particolare, il sovrapascolamento può portare ad un continuo e sistematico impoverimento delle specie più appetite e alla diffusione di quelle di minor pregio o addirittura infestanti/dannose. Gli animali esercitano una notevole pressione sulle essenze da essi maggiormente gradite, pascolandole con intensità superiore, mentre utilizzano in minima parte le essenze non pabulari: ciò determina una propagazione eccessiva di queste ultime a discapito delle prime. Il risultato di questo insieme di condizioni è il degrado lento, costante ed inesorabile dei cotici erbosi, con l'invasione di infestanti erbacee poliennali e arbustive ed il diradamento delle essenze pabulari.

Sulle zone che risulteranno meno pascolate si prevede di eseguire la raccolta del seme in loco - mediante aspirazione o spazzolamento<sup>34</sup> - al fine di creare una scorta di sementi utili per le successive trasemine, risparmiando il costo di acquisto delle stesse.

Per il popolamento erbaceo si ipotizza un mix di **40% leguminose e 60% graminacee**, al fine di mantenere una elevata biodiversità vegetale. Tale inerbimento favorisce una maggiore biodiversità microbica e della mesofauna del terreno, nonché quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato e contribuisce al miglioramento dei suoli in virtù delle proprietà anti-erosive del manto erboso, all'utilizzo di piante azotofissatrici e alla riduzione della diffusione di specie infestanti. Inoltre, si prevede un miglioramento della struttura del suolo in virtù degli apparati radicali fittonanti e molto sviluppati in profondità che sono capaci di sviluppare alcune specie designate (leguminose).

Il prato permanente è definibile **polifita** poiché il mix da impiegare sarà composto da **cinque o più specie** - come già accennato appartenenti al patrimonio floristico spontaneo regionale, integrato con specie che possano conferire allo stesso anche un altro valore foraggero. La soluzione proposta, oltre ai vantaggi già elencati favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno, poiché non prevede, per definizione, alcuna rotazione e lavorazioni annuali (come avviene invece nei seminativi tradizionali); allo stesso tempo, consente la produzione di foraggio verde utile al pascolamento. Il cotico erboso permanente consentirà infine un agevole passaggio dei mezzi meccanici che verranno utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche in condizioni di elevata umidità del suolo.

Tra le specie più adatte alle condizioni pedoclimatiche del sito in esame, sono state selezionate quelle con migliori proprietà foraggere quali:

- **Erba mazzolina** (*Dactylis glomerata foraggera* L. - 11%): graminacea foraggera di buona qualità e appetibilità poco sensibile all'ombreggiamento di discreta resistenza alla siccità, controlla bene le infestanti sia in coltura pura che in consociazione e si presta bene a miscugli oligofiti o polifiti con trifoglio e sulla.
- **Loiessa** (*Lolium multiflorum* L. - 18%): graminacea annuale o biennale tra le più utilizzate, molto produttiva e competitiva nei confronti delle malerbe. La specie produce un ottimo foraggio utilizzabile direttamente con il pascolamento o per l'ottenimento di fieno e insilato. Molto appetito dagli animali è caratterizzato da un elevato profilo nutrizionale;

<sup>34</sup> La raccolta del seme mediante aspiratori portatili permette l'effettuazione di tale operazione su prati ripidi ed irregolari. La raccolta del seme mediante spazzolamento è effettuata da apposito ed economico macchinario trainato, con una resa che raggiunge il 75%.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 43 di 64

- **Festuca alta** (*Festuca arudinacea* L. - 11%): graminacea dotata di elevata rusticità e resistenza alla siccità, dalla grande resa e longevità;
- **Ginestrino** (*Lotus corniculatus* L. - 10%): leguminosa perenne con ottime proprietà foraggere e con discrete proprietà mellifere che, diversamente dall'erba medica, non dà luogo a fenomeni di meteorismo negli animali. Specie resistente alla siccità, in grado di garantire buone produzioni estive anche in condizioni di scarsità di acqua;
- **Sulla** (*Hedysarum coronarium* L. - 10%): leguminosa perennante dal notevole grado di rusticità e resistenza alla siccità. Specie dalle buone proprietà mellifere, dalla quale si ottiene un molto apprezzato miele monoflora;
- **Trifoglio incarnato** (*Trifolium incarnatum* L. - 20%): foraggere con ottime prestazioni, adatta al clima del luogo con ottime proprietà mellifere, molto diffusa nel territorio regionale;
- **Trifoglio sotterraneo** (*Trifolium subterraneum* L. - 20%): foraggere per eccellenza grazie all'elevata produttività, alla grande longevità e grande capacità di ricaccio. Presenta numerose varietà adatte a tutte le situazioni, dai terreni asfittici, a quelli ombreggiati, a quelli acidi, poveri e siccitosi.

Tale mix ad alto valore foraggero - oltre ad essere in linea con il patrimonio floristico regionale - garantirà agli animali un miglioramento della qualità e della quantità dell'alimento consumato rispetto allo stato attuale, ipotizzando un minor ricorso all'integrazione dell'alimentazione con mangimi concentrati.

Le leguminose foraggere, come i trifogli ed il ginestrino, essendo anche piante mellifere, forniranno un ambiente di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica (vedasi paragrafo 8.2.2).

Tutta la superficie recintata interessata dall'installazione dell'impianto fotovoltaico - fatta ovviamente eccezione delle fasce di terreno interessate dalle strutture di sostegno e della parte impiegata per gli stradelli e i locali tecnici - sarà investita a prato permanente e sarà nella disponibilità per il pascolamento di tutta la consistenza zootecnica - ovini da ingrasso - di proprietà di un pastore locale.

La produzione unitaria media calcolata in **UF** (Unità Foraggere)<sup>35</sup> ottenibile dalle superfici investite a prati permanenti destinati al pascolamento è stato calcolato mediante foglio di calcolo utilizzando dati forniti dal RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola). Il calcolo è sintetizzato come di seguito in **Tabella 3**.

---

<sup>35</sup> In zootecnica, l'UF (Unità Foraggere) è un'unità di misura convenzionale basata sull'equivalenza del valore nutritivo dei foraggi rispetto a 1kg di amido, orzo o avena. Può essere catalogata anche in UF (tradizionale), UFL (Latte - esprime il valore nutritivo degli alimenti per i ruminanti destinati alla produzione di latte) e UFC (Carne - esprime il valore nutritivo degli alimenti per i soggetti in accrescimento rapido all'ingrasso).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 44 di 64

**Tabella 3.** Produzioni unitarie medie e corrispondenti unità foraggere per quintale delle principali colture foraggere - Fonte: dati RICA

FORAGGI VERDI	q/ha		UF/q	UFL/q	UFC/q	ESTENSIONE AZIENDALE (ha)	UF Aziendali	UFL Aziendali	UFC Aziendali
	MIN	MAX							
prato pascolo	120	160	14	16	15		0	0	0
pascolo naturale	20	80	18	20	16		0	0	0
prato polifita non irriguo	180	240	13	16	15	67,7815	185043	227746	213512
prato polifita irriguo	400	600	14	16	15		0	0	0
prato di trifoglio	200	260	14	14	13		0	0	0
prato di lupinella	160	220	16	18	15		0	0	0
prato di medica	240	480	12	14	13		0	0	0
<b>TOTALE</b>						<b>67,7815</b>	<b>185043</b>	<b>227746</b>	<b>213512</b>

Le superfici del progetto, riferibili alla tipologia "prato polifita non irriguo", garantirebbero una produzione di circa 215.000 Unità Foraggere Carne. Tuttavia, sulla base dei risultati scientifici precedentemente illustrati (cfr paragrafo 2.1) si è considerata una produzione pari al **40%** di quella ottenibile su un terreno in pieno sole, in virtù del parziale ombreggiamento causato dai moduli fotovoltaici ottenendo che **le UFC totali ottenibili ammontano a 128.000**.

Il suddetto pastore ha dichiarato con lettera di intenti sottoscritta con la società proponente di essere interessato a svolgere l'attività pastorale e di pascolamento all'interno del perimetro dell'impianto fotovoltaico. La consistenza zootecnica da lui posseduta è riassumibile come di seguito in **Tabella 4**, espressa anche in UBA (Unità di Bestiame Adulto<sup>36</sup>):

**Tabella 4.** Riassunto della consistenza zootecnica nella disponibilità del pastore - Dati da registri di stalla

SPECIE	UBA/capo	CONSISTENZA AZIENDALE	UBA AZIENDALI
ovini	0,1500	132	19,8
<b>TOTALE</b>		<b>132</b>	<b>19,8</b>

Si specifica che l'indirizzo produttivo della consistenza zootecnica sopra riassunta è riferibile alla produzione di carne: l'attività di riferimento è dunque l'allevamento estensivo<sup>37</sup> di capi allevati all'ingrasso.

<sup>36</sup> L'UBA (Unità di Bestiame Adulto) è l'unità di misura della consistenza di un allevamento, che viene rapportata alla SAU (Superficie Agricola Utile) - ovvero la superficie effettivamente utilizzata in coltivazioni propriamente agricole - che consente di determinare la densità dell'allevamento stesso.

<sup>37</sup> L'allevamento estensivo è una tipologia di conduzione zootecnica che prevede l'assoluta libertà degli animali allevati; per assoluta libertà si intende che gli animali si nutrono, riposano e svolgono tutte le loro attività quotidiane all'aria aperta.

Il fabbisogno foraggero della consistenza zootecnica sopra illustrata è stato calcolato mediante foglio di calcolo utilizzando dati forniti sempre dal RICA relativi al fabbisogno delle specie animali di interesse zootecnico espresso in UFC per capo ad anno. Il calcolo è sintetizzato come di seguito in **Tabella 5**.

**Tabella 5.** Fabbisogno delle specie animali di interesse zootecnico espresso in UF-UFL-UFC per capo ad anno - Fonte: dati RICA

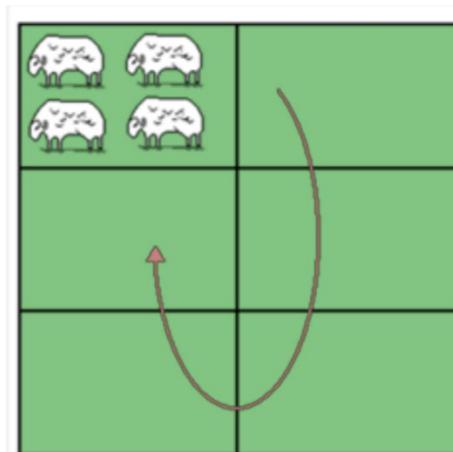
OVICAPRINI	UF		UFL		UFC		CONSISTENZA AZIENDALE	UF AZIENDALI
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX		
pecore da latte			508	609			0	0
capre da latte			846	931			0	0
pecore da carne peso vivo kg 50-80					557	696	132	82698
agnelle e caprette da rimonta			383	438			0	0
<b>TOTALE</b>							<b>132</b>	<b>82698</b>

Considerando la produzione in UFC garantita dalla superficie recintata che verrà destinata al prato/pascolo (128.000) e rapportando tale valore al fabbisogno in UFC annue della consistenza zootecnica allevata (82.698) che avrà a disposizione le superficie considerate per il pascolo, si può concludere che l'area oggetto di studio continuerà a garantire *post operam* una quantità di alimento congrua con le esigenze degli animali.

Si sottolinea inoltre che l'utilizzo delle superfici investite a pascolo in relazione con la consistenza zootecnica nella disponibilità del pastore risulta ancora una volta in linea con quanto sostenuto dall'Operazione 10.1.c del PSR della Regione Sicilia, che prevede l'obbligo di un carico di bestiame annuo non inferiore a 0,2 UBA per ettaro.

Per quanto concerne il pascolamento, il prato polifita sarà **a servizio dei soli ovini**, nonostante la consistenza zootecnica del pastore sia composta anche da bovini: essi, infatti, presentano una taglia troppo elevata in considerazione dello spazio del gap e tale accorgimento è necessario per prevenire il rischio di problemi alle strutture dell'impianto dovuti a strofinii degli animali sulle stesse.

Per una gestione ottimale del prato e per garantire la presenza di fioriture utili all'attività apistica, è prevista una gestione del **pascolamento in rotazione** (Figura 36). suddividendo l'area (all'interno della superficie di impianto) in appositi settori



**Figura 36.** Pascolamento a rotazione di 6 settori (Molle *et al.*, 2014)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 46 di 64

Questo sistema consente al gregge di utilizzare un'area o un settore di pascolo (tanca) per un periodo controllato di tempo per poi essere dislocato su altri settori fino a tornare su quello di partenza. Tale gestione è inoltre già di per sé agevolata dal fatto che l'impianto risulta progettualmente suddiviso in diversi lotti (aree recintate), apportando i seguenti benefici:

- possibilità di scegliere l'epoca ottimale per il consumo delle specie vegetali presenti: le graminacee vanno pascolate quando sono ancora nella fase di accestimento o da inizio levata, per evitare un evidente decadimento della qualità (più fibra, meno protidi, minore appetibilità, maggiori scarti) e compromettere il futuro ricaccio (la presenza di steli blocca lo sviluppo di nuovi germogli di accestimento);
- la quantità di foraggio consumato è più elevata, cosa che fa salire notevolmente il coefficiente di utilizzazione;
- il bestiame può essere diviso in gruppi omogenei per esigenze alimentari (animali in produzione, animali giovani, ecc.), esercitando quindi un certo controllo sul razionamento dei singoli individui;

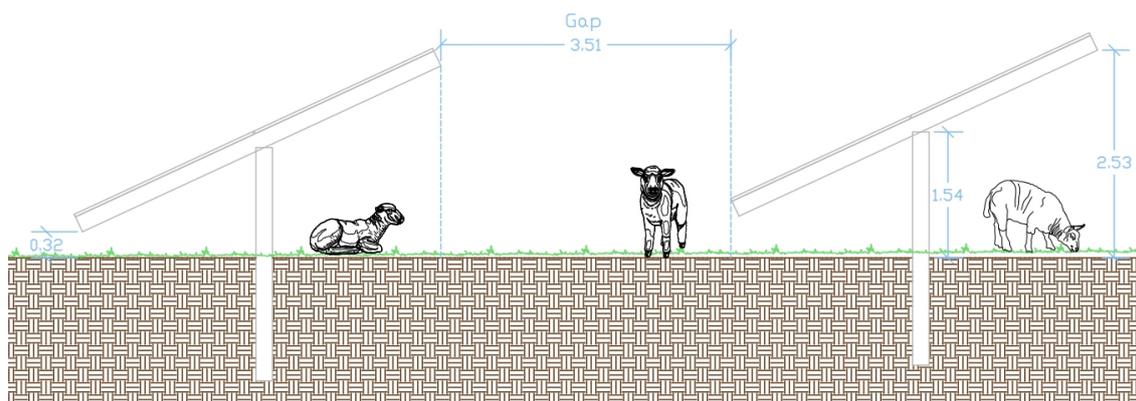
Il pascolo così condotto porterà alla creazione di un sistema estensivo a elevata biodiversità e qualità: rispetto allo stato attuale, l'intervento, consentirà di:

- prevenire le situazioni di degrado ed erosione, grazie all'infittimento del cotico con piante perenni e auto riseminanti (es il trifoglio);
- incrementare la disponibilità di foraggio fresco (rispetto allo stato di fatto);
- migliorare la qualità foraggera del pascolo, consentendo quindi una probabile riduzione della necessità di ricorrere all'uso di mangimi.

Il pascolamento, al contempo, favorirà l'incremento della produzione e l'emissione di nuovi steli (riducendo la taglia), contenendo di fatto i fenomeni di allettamento, senescenza e marcescenza del cotico erboso, oltre a sopperire alle esigenze nutritive del prato grazie alle deiezioni dei capi, che saranno periodicamente sparse (in quanto la presenza di deiezioni concentrate in certi punti del campo è un ostacolo ad un corretto ributto del cotico erboso).

L'installazione fotovoltaica si integrerà quindi in modo sinergico al contesto rurale sopra descritto (Figura 37), consentendo la continuazione dell'utilizzo agro-zootecnico dell'intera area sottesa ai pannelli, **garantendo riparo ai capi** (dalle alte temperature estive e dalle più basse della stagione invernale) che pascoleranno l'area e migliorando la qualità e la quantità del foraggio fresco nella disponibilità degli stessi

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 47 di 64



**Figura 37.** Sezione dell'area destinata a prato permanente con particolare degli ovini che pascolano l'area tra le strutture dell'impianto fotovoltaico

Infine, la gestione del prato permanente destinato al pascolo prevederà:

- la **creazione di fasce perimetrali tagliafuoco**, al fine di prevenire l'insorgenza e la diffusione di incendi accidentali dovuti alle elevate temperature estive. In linea con quanto disposto annualmente dal Comune di Polizzi Generosa (PA) - con opportuna ordinanza sindacale<sup>38</sup>- verranno create fasce **di larghezza non inferiore a m 5** (tali fasce sono obbligatorie lungo i confini con strade, sentieri ed edifici; tuttavia, si è scelto di prevederle perimetralmente a ciascuna recinzione, fatta eccezione delle zone perimetrare dagli stradelli, così da prevenire il propagarsi di eventuali incendi nelle diverse zone dell'impianto) mediante operazione meccanica di aratura;
- l'esecuzione di massimo **uno sfalcio annuale e mulching**<sup>39</sup> - come ammesso dall'Operazione 10.1.c - per la gestione del prato nelle zone in cui il pascolamento dovesse risultare inferiore o nel caso in cui per motivi casuali non sia possibile far pascolare le greggi. Ci si riserva inoltre la possibilità di concedere l'accesso per il pascolamento ai capi di proprietà di altri pastori presenti nella zona di intervento.

### 8.2.2. Attività apistica

Come già riportato nel paragrafo 2.2, i vantaggi derivanti dall'integrazione dell'attività apistica alla componente fotovoltaica del progetto possono essere così riassumibili:

- salvaguardia e tutela dell'*Apis mellifera* L. e supporto al servizio di impollinazione dell'entomofauna selvatica;
- aumento della biodiversità in situ e conservazione degli habitat locali;
- creazione di nicchie ecologiche e habitat;

<sup>38</sup> <http://www.comune.polizzi.pa.it/il-comune/avvisi/item/1707-prevenzione-incendi-pulizia-fondi-incolti-anno-2022>

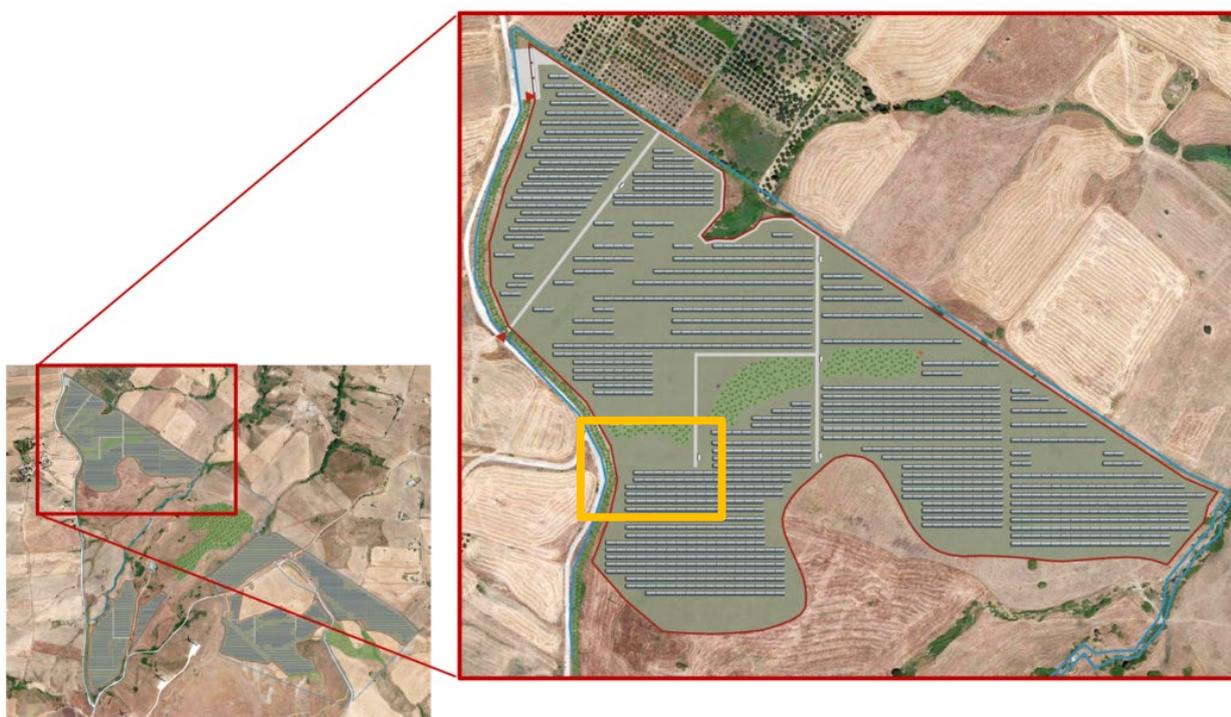
<sup>39</sup> Il taglio mulching consiste nel taglio del cotico erboso con conseguente rilascio del materiale vegetale sul terreno. Tale pratica comporta un aumento della dotazione del terreno in sostanza organica ed elementi nutritivi.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 48 di 64

- ricadute significative sul comparto ecologico-produttivo.

L'area oggetto di studio, considerando la destinazione a pascolo proposta, risulta idonea all'avvio di tale attività: il prato permanente infatti verrà gestito senza l'utilizzo di prodotti chimici di sintesi per la fertilizzazione ed il diserbo, garantendo un alto livello di salubrità per le api.

A livello progettuale si prevede di predisporre l'area per l'installazione delle arnie nell'immediata vicinanza di una fascia di mitigazione (**Figura 38**), che verrà creata internamente alla superficie recintata nel lotto posto a Nord. Tale posizione è stata scelta in virtù dell'ombreggiamento prodotto da suddetta fascia di mitigazione vicina di cui potranno beneficiare gli insetti. Inoltre, tale zona risulta la più idonea in termini di lontananza dal centro di trattamento dei rifiuti in fase di progettazione posto a circa 2 km a Sud-Est. Per maggiori dettagli vedasi Elaborato grafico VIA 05).



**Figura 38.** Area destinata all'apiario- Estratto dell'elaborato grafico VIA05. In giallo l'ubicazione delle arnie. La linea blu delimita la superficie catastale, la linea rossa identifica la recinzione.

Le api sfrutteranno la flora nettariana del prato destinato al pascolamento ovino, della vegetazione arbustiva-arborea preesistente, nonché delle fasce di mitigazione realizzate ad hoc (internamente e perimetralmente), per produrre miele millefiori.

Considerando l'esposizione sud/sud est del predellino di volo (i.e. l'unica apertura dell'arnia da cui le api escono/entrano dal/nell'alveare), si prevede l'installazione di 50 arnie, disposte su 5 file di 10 alveari, separate di circa 50 cm lungo la fila. Le basi saranno strutturate in modo da creare un'inclinazione verso l'uscita dell'alveare e per favorire la raccolta del prodotto.

L'attività apistica sarà gestita da un apicoltore della zona che pratica il nomadismo, che fa parte dell'ASSOCIAZIONE REGIONALE APICOLTORI SICILIANI (ARAS). Per tale attività gli sarà fornita la possibilità di

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 49 di 64

accesso al campo nel periodo più utile alla sua attività, affinché possa beneficiare della flora nettariana nei periodi di fioritura delle specie presenti nell'area di pascolamento.

All'interno dell'area in disponibilità del proponente sono inoltre presenti due abbeveratoi che garantiranno l'acqua necessaria al benessere delle api. L'acqua riveste più funzioni per l'ape: oltre a sostenere le attività vitali è fondamentale per l'azione diluente per la produzione della pappa larvale e rientra nella regolazione termica dell'alveare.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 50 di 64

## 9. Monitoraggio agro-pastorale

In conformità alle "Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia" (Unitus, 2021) si prevede l'installazione, già in fase Ante-Operam, di una stazione agrometeorologica. Per poter controllare lo stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale biota, nonché la sua evoluzione nello spazio e nel tempo, è di fondamentale importanza la conoscenza dei parametri ambientali. A tale scopo, la stazione sarà dotata dei seguenti sensori: temperatura e umidità del suolo e dell'aria, precipitazione, velocità e direzione del vento, radiazione solare totale, evapotraspirazione e bagnatura fogliare. La raccolta dei dati meteo proseguirà anche durante la fase di esercizio dell'impianto (corso d'opera).

La disponibilità di tali dati consentirà anche di monitorare l'andamento delle produzioni in termini di:

- benessere animale;
- moria delle api.

Per quanto concerne il **benessere degli ovini** e la conseguente qualità delle produzioni, si prevede di:

- utilizzare i dati meteo per il monitoraggio dell'**indice di disagio** (THI -Temperature Humidity Index), al fine di prevedere eventuali rischi di stress termico;
- effettuare rilievi vegetazionali per la stima del **valore pastorale (VP)** del pascolo, al fine di garantire la corretta alimentazione dei capi.

Il monitoraggio dell'**indice di disagio** si basa sul fatto che le temperature elevate possono compromettere il benessere animale. Ciò è dovuto agli effetti dello stress termico (Heat stress - HS), che si manifesta con alterazioni delle funzioni fisiologiche (riproduzione, accrescimento) con conseguente peggioramento della qualità e quantità delle produzioni (Peano *et al.*, 2006a; Cannas, 2015; Lowe *et al.*, 2002; Di Giuseppe *et al.*, 2008).

Lo stress termico sta diventando un problema sempre più diffuso a livello mondiale, non solo per le zone caratterizzate da climi caldi, ma anche per le zone temperate a causa delle sempre più frequenti ondate di calore. Nel 2018 in Australia l'HS, dovuto al progressivo innalzamento della temperatura, ha causato la morte 2900 pecore<sup>40</sup> evento che ha portato la comunità scientifica a prestare sempre più attenzione a questo aspetto e allo sviluppo di strategie utili alla sua mitigazione.

Un recente studio di Lowe *et al.* (2022), mostra che negli ovini uno stress termico di breve durata non compromette la qualità della carne, ma conferma che un eccessivo calore prolungato può avere effetti negativi anche su questa componente.

La valutazione dello stress termico può essere valutata attraverso quello che viene definito l'indice di disagio THI -Temperature Humidity Index, calcolato sui valori orari di temperatura e umidità relativa, secondo la formula di Kelly e Bond:

<sup>40</sup><https://www.theguardian.com/world/2018/apr/05/disgusting-death-of-2900-australian-sheep-on-ship-to-middle-east-sparks-investigation#:~:text=About%20%2C400%20sheep%20died%20on,showed%20dead%20and%20decaying%20sheep.>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 51 di 64

$$THI = (1.8 * T + 32) - (0.55 - 0.55 * (H) / 100) * ((1.8 * T + 32) - 58)$$

Dove :T=temperatura [°C] ; H=umidità dell'aria [%]

Valori crescenti dell'indice individuano livelli di stress crescente e una maggiore condizione di disagio e rischio per gli animali. Per gli ovini, sono stati considerati i seguenti valori: THI<68 termoneutralità; 68≤THI<72 lieve disagio; 72≤THI<75 disagio; 75≤THI<79 allerta; 79≤THI<84 pericolo e THI≥84 emergenza (Di Giuseppe *et al.*, 2008; Peana *et al.*, 2006b). Il monitoraggio in continuo delle condizioni meteo e dell'indice THI risulterà un supporto utile per valutare il rischio dell'incorrere di situazioni rischiose per gli animali. Zhang (*et al.*, 2020) riportano tra le misure utili a prevenire l'HS la creazione di zone ombreggiate e protette e strategie nutrizionali.

Nell'ottica di **monitorare e migliorare le proprietà del prato polifita** non solo in termini proprietà foraggere, ma anche di conservazione del cotico e di potenziamento della biodiversità, verrà periodicamente effettuato uno studio della vegetazione finalizzato a descrivere la stessa dal punto di vista floristico e bio-ecologico e a evidenziarne i dinamismi e le relazioni con l'attività pastorale (Gusmeroli e Pozzoli, 2003). I risultati dei rilievi consentiranno di mettere in atto le operazioni necessarie al miglioramento della composizione specifica.

Il campionamento del manto erboso verrà effettuato una prima volta in fase ante-operam solo sulle aree attualmente a pascolo, al fine di valutare esattamente le specie da impiegare per la prima trasemina, e poi una volta ogni 2-3 anni sull'intera superficie. Il rilievo verrà condotto con il metodo indicato da Bolzan (2009) che prevede di effettuare un rilievo in primavera (maggio) e uno in autunno (ottobre) di ciascun anno di campionamento, in modo da consentire una valutazione più approfondita di eventuali variazioni stagionali nella composizione floristica. La metodologia fitopastorale impiegata è quella dell' **analisi lineare**<sup>41</sup>, proposta da Daget & Poissonet (1969), che prevede il rilevamento della composizione vegetazionale delle risorse pascolive su 2 transetti di 25 m. Dalla composizione vegetazionale, con opportuni coefficienti, si otterrà il **Valore Pastorale** (VP)<sup>42</sup>, che si è rilevato un buon indice della qualità complessiva della prateria, sia dal punto di vista produttivo che della composizione floristica (Daget & Poissonet, 1969; Baldoni e Giardini,2002). Rispetto ad altri metodi quali la valutazione foraggera o la capacità di carico, presenta infatti migliore rappresentatività e minore onerosità operativa (Baldoni e Giardini,2002). Tale indice fornisce indicazioni sull'adeguatezza foraggera del prato e consente di valutare la necessità di riequilibrare la presenza delle specie attraverso operazioni di trasemina.

I risultati di questi rilievi saranno fondamentali anche per valutare la presenza di specie con proprietà mellifere a supporto dell'attività dei bottinatori e saranno utili per il completamento del monitoraggio ambientale.

Il monitoraggio agropastorale prevede, quindi, il coinvolgimento di una figura professionale incaricata di:

<sup>41</sup> Il metodo dell'analisi lineare prevede il censimento della specie presenti all'interno di un'area definita come una porzione di terreno di estensione contenuta in cui le condizioni ecologiche sono omogenee e caratterizzate da una vegetazione uniforme.

<sup>42</sup> Per il calcolo di VP viene utilizzato l'indice specie specifico ISI che varia da 0 (specie di nessun interesse foraggero) a 5 (specie ottima per qualità, appetibilità e produttività) (Roggero *et al.*, 2002). Il VP può variare da 0 a 100 e sulla base di tale valore le aree prative possono essere classificate in tre categorie: pascoli di scarsa qualità (PV ≤ 5), media qualità (15 < PV < 25), buona qualità (PV > 25) (Bolzan, 2009).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 52 di 64

1. valutare la possibilità di rischi termici per i capi utilizzando i dati meteo;
2. valutare la composizione del manto erboso sia per il suo utilizzo come foraggio sia in termini di biodiversità;
3. formulare eventuali indicazioni operative mirate al miglioramento della gestione del manto erboso (trasemina e relativa composizione specifica).

Infine, i dati meteo raccolti potranno essere utili anche per valutare eventuali casi di **moria delle api**. Non esiste infatti un'unica causa alla base di tale fenomeno e tra i fattori di rischio più probabili, oltre ai trattamenti fitosanitari, le malattie delle api e le pratiche apistiche, risulta anche l'andamento climatico. È stato infatti osservato, che le condizioni meteorologiche influenzano le entità di infestazione degli insetti come l'acaro *Varroa destructor* (Bortolotti *et al.*, 2009), che esercita sulle api un'azione immunosoppressiva e può aggravare l'effetto di agenti patogeni, come il virus delle ali deformi (Yang e Cox-Foster, 2005).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 53 di 64

## 10. Indicazioni economiche preliminari

### 10.1. Analisi preliminare dei costi prato-pascolo

In Tabella 6 si riporta l'analisi dei costi relativa alla messa a dimora ed al mantenimento delle superfici destinate al prato permanente da adibire al pascolo degli ovini. La superficie destinata all'attività proposta è di circa ha 67,8 ed è stata calcolata sottraendo dall'area recintata la superficie occupata da locali tecnici, stradelli, fasce arbustive esistenti e mitigazioni da realizzare internamente all'area recintata. Il calcolo economico è stato ipotizzato per un arco temporale di anni 5, includendo l'eventualità di effettuare uno sfalcio ed una trasemina.

**Tabella 6.** Analisi dei costi iniziali da sostenere per la semina ed il mantenimento di un prato stabile adibito a pascolo

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO IMPIANTO				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione (Spandimento)	ha	120,00 €	67,7815	8.133,78 €
Fosfato naturale tenero (50 Kg/ha) <sup>43</sup>	ha	123,00 €	67,7815	8.337,12 €
Erpicatura	ha	120,00 €	67,7815	8.133,78 €
Semina	ha	120,00 €	67,7815	8.133,78 €
Sementi prato (80 Kg/ha) <sup>44</sup>	ha	370,00 €	60	25.079,16 €
<b>TOTALE</b>				<b>57.817,62 €</b>

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNUALI				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Creazione fasce tagliafuoco	n	1.000,00 €	1	1.000,00 €
<b>TOTALE</b>				<b>1.000,00 €</b>

COSTI DI COLTIVAZIONE ACCESSORI				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Sfalcio e raccolta	ha	150,00 €	67,7815	10.167,23 €
Trasemina	ha	120,00 €	67,7815	8.133,78 €
Sementi prato (40 Kg/ha)	ha	185,00 €	60	12.539,58 €
<b>TOTALE</b>				<b>30.840,58 €</b>

COSTI TOTALI	
<b>TOTALE</b>	<b>93.658,20 €</b>

<sup>43</sup> Costo Superfosfato naturale tenero - Titolo 30% <https://shopping.agrimag.it/it/v2021/prodotti/organici/1260-biophos-p28> - 18,50 € /25 Kg

<sup>44</sup> Costo Sementi Prato Pascolo - <https://www.semfor.it/prodotto/erbaio-permanente-pascoloovino/> - 70 € / 15 kg

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 54 di 64

## 10.2. Analisi preliminare dell'attività apistica

L'attività apistica proposta è organizzata in modo tale da permettere l'installazione di 50 arnie, in considerazione del contesto ambientale valutato idoneo (cfr. par. 8.2.2).

Per quanto concerne l'analisi economico-finanziaria, si riportano solo le risultanze in termini di redditività annuale ante imposta. I costi dell'investimento iniziale per la creazione dell'apiario e delle postazioni non graveranno sull'apicoltore, la Società proponente se ne farà infatti carico e provvederà a preparare lo spazio necessario ad ospitare le arnie. L'apicoltore ha già una propria sede aziendale dotata di locali e attrezzature per l'estrazione e confezionamento del miele (cfr. par. 8.2.2). I costi iniziali e le spese vive da sostenere per garantire il funzionamento dell'apiario sono riportate di seguito, discriminando quindi tra quelli a carico del proponente (Tabella 7) da quelli a carico dell'apicoltore (Tabella 8): Per la stima dei ricavi, è stata stimata una produzione annua di miele per arnia pari a 8 kg, in considerazione del fatto che la produzione di tale miele, seppur scarsa, è stata registrata in Sicilia anche per l'annata 2021 (vedasi par. 4) e delle scelte progettuali atte a garantire un ambiente ottimale per gli insetti (disponibilità di flora nettarifera, ombreggiamento e acqua, vedasi par. 8.2.2), oltre che della scelta di condurre tale attività nella modalità nomade.

Come anticipato, il proponente si farà carico delle spese necessarie alla preparazione delle postazioni destinate all'installazione delle arnie. Per la stima dei costi e dei ricavi dell'apicoltore sono state considerate le spese per le arnie e le famiglie ed i costi annuali per il mantenimento dell'attività. È stato inoltre considerato l'ammortamento dei costi iniziali a carico dell'apicoltore (10 anni).

**Tabella 7.** Analisi dei costi iniziali sostenuti dal proponente

COSTI A CARICO DEL PROPONENTE				
Supporti arnie	m	50,00 €	50	2.500,00 €
Preparazione postazioni (5h)	h	11,00 €	10	110,00 €
<b>TOTALE</b>				<b>2.610,00 €</b>

**Tabella 8.** Analisi costi iniziali sostenuti dall'apicoltore

COSTI A CARICO DELL'APICOLTORE				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Arnie	n	150,00 €	50	7.500,00 €
Famiglie	n	65,00 €	50	3.250,00 €
<b>TOTALE</b>				<b>10.750,00 €</b>

COSTI DI MANTENIMENTO IMPIANTO A CARICO DELL'APICOLTORE				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Cambio regine	n	15,00 €	25	375,00 €
Trattamento varroa	n	10,00 €	50	500,00 €
Nutrizione	n	10,00 €	50	500,00 €
<b>TOTALE</b>				<b>1.375,00 €</b>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"

VIA 10

Relazione agronomica

rev 00

20.06.2022

Pagina 55 di 64

**RICAVI ANNUI**

	Produzione (Kg/Arnia)	Produzione Totale (Kg)	Prezzo di vendita (€/Kg)	Totale (€)
TOTALE	8	400	6,50 €	2.600,00 €

**REDDITO ATTESO DELL'APICOLTORE**

ANNO	ARNIE n	PRODUZIONE PER ARNIA Kg	PRODUZIONE TOTALE Kg	PREZZO €	RICAVI €	SPESE CORRENTI* €	REDDITO €
0	50	8	0	6,50 €	0,00 €	-1.075,00 €	-1.075,00 €
1	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
2	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
3	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
4	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
5	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
6	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
7	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
8	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
9	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-2.450,00 €	150,00 €
10	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
11	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
12	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
13	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
14	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
15	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
16	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
17	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
18	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
19	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
20	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
21	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
22	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
23	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
24	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
25	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
26	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
27	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
28	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
29	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
30	50	8	400	6,50 €	2.600,00 €	-1.375,00 €	1.225,00 €
					78.000,00 €	-52.000,00 €	26.000,00 €

\*comprehensive dell'ammortamento dei costi iniziali per le arnie e le famiglie.

### 10.3. Stima preliminare costi monitoraggio agro pastorale

**Tabella 9.** Analisi economica estimativa per il monitoraggio agro-pastorale.

Fase progettuale*	Monitoraggio meteorologico		Raccolta/ gestione/ analisi dati meteo	Monitoraggio qualità del pascolo		Importo (€)	
			Agronomo	Rilievi (operaio)	Consulenza agronomica		
Ante Operam	Installazione stazione meteo	3.500,00				3.500,00	
Corso d'Opera							
Post Operam	Fase di esercizio**	Manutenzione e licenza SW	6.250,00	8750,00	2400,00	8750,00	26.150,00
	Fase di dismissione						
TOT. Monitoraggio agro-pastorale						29.650,00	

\* Ante Operam/ Corso d'Opera/ Post Operam

- Installazione stazione agrometeorologica: si prevede l'installazione della stazione di monitoraggio in fase ante Operam dotata di sensori di Temperatura/umidità, pluviometro, anemometro, sensori per il rilevamento della radiazione solare globale/ evapotraspirazione. Nel periodo di funzionamento della stessa apparecchiatura potranno essere previste delle operazioni di manutenzione stimabili in circa 250 €/anno (per una durata di circa 25 anni di esercizio).
- Agronomo: nelle diverse fasi di monitoraggio si prevede la figura di un Agronomo valutare la possibilità di rischi termici per i capi utilizzando i dati meteo (1 giorno/anno); valutare la composizione del manto erboso sia per il suo utilizzo come foraggio sia in termini di biodiversità, formulare eventuali indicazioni operative mirate al miglioramento della gestione del manto erboso (trasmene e relativa composizione specifica).
- Per i rilievi vegetazionale sono stati considerati 2 giorni l'anno ad anni alterni e l'impiego di operai specializzati.

**Tabella 10.** Stima preliminare dei principali costi connessi con le attività di monitoraggio.

Agronomo senior	350,00	€/gg
Tecnico specializzato	96,00	€/gg

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 57 di 64

## 11. Conclusioni

Considerata la necessità urgente di produzione da fonti rinnovabili, il progetto agrivoltaico qui proposto si pone l'obiettivo di integrare il nuovo impianto fotovoltaico all'attività agro-pastorale, perseguendo la massimizzazione dei benefici derivanti dalla sinergia delle due attività.

In termini **agro-zootecnici** si è proceduto alla strutturazione di un piano finalizzato a:

- assicurare una continuità all'indirizzo produttivo dell'area di intervento, ovvero la produzione di alimento per l'attività zootecnica, convertendo le superfici attualmente vocate alla produzione di erbai autunno-vernini annuali e graminacee da granella in prato permanente per il pascolo degli ovini. Tale intervento ben si adatta al contesto dell'areale di riferimento, adattando e migliorando le superfici, attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo "agro -energetico" ed è coerente con le misure del PSR (misura 10.1 c);
- migliorare le condizioni di vita e di alimentazione degli animali che attualmente già pascolano la zona oggetto di studio (post raccolta degli erbai e delle graminacee da granella), garantendo loro un aumento della qualità e della quantità di foraggio verde disponibile. Inoltre, al netto di una esigua diminuzione dell'area utile - ovvero quella riferibile all'installazione dei soli pali di sostegno dei moduli fotovoltaici - gli animali potranno giovare dei benefici che l'installazione delle strutture per la produzione di energia fotovoltaica apporteranno (in termini di: ombreggiamento e raffrescamento nelle stagioni più calde, ricovero e protezione dagli agenti atmosferici durante il periodo più freddo);
- recuperare la naturale fertilità del suolo e favorire la degradazione dei residui di prodotti utilizzati per i trattamenti fitosanitari, dopo anni di agricoltura depauperante per la produzione di erbai annuali e cereali da granella, che necessitano del ricorso a tali interventi di concimazione, diserbo e lotta alle fitopatie, garantendo inoltre condizioni idonee all'avvio di un'attività di apicoltura;
- concretizzare il mutuo beneficio tra la componente agrivoltaica e l'ecosistema: le scelte agronomiche previste per il prato permanente (essenze mellifere quali leguminose) e l'inserimento dell'attività apistica favoriranno il mantenimento dell'equilibrio in termini di presenza dell'entomofauna oltre a ripristinare un habitat naturaliforme per il riparo per altre specie animali quali uccelli, roditori, rettili, ecc. (specie arboree ed arbustive delle fasce di mitigazione, nonché i pannelli stessi);
- continuare a percepire il sostegno della PAC, con la possibilità di poter partecipare a nuovi bandi visto l'allineamento del progetto all'Operazione 10.1.c del PSR regionale, come peraltro auspicato dal CREA nelle "Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico" per l'esame del DL 17/2022 prima della conversione in legge (vedere Capitolo 3).

Inoltre, al fine di garantire un pieno allineamento con quanto illustrato nell'ultimo "Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI", sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare (Capitolo 3), si sottolinea che il progetto proposto soddisfa pienamente i tre requisiti minimi per poter classificare un sistema agrivoltaico come tale, e cioè:

- **asseverazione del progetto da parte di un tecnico**: la fattibilità della proposta agronomica e la sua sostenibilità economica nella fase di progettazione ed il successivo monitoraggio nel tempo è stata e

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 58 di 64

sarà compito del soggetto proponente, nonché dei tecnici abilitati che hanno contribuito alla progettazione;

- **monitoraggio dei fattori della produzione:** come illustrato nel Capitolo 9, si adotterà un piano di monitoraggio attraverso l'installazione di una stazione agrometeorologica che consentirà di monitorare che le condizioni ambientali siano adeguate a garantire il benessere animale. Si prevede inoltre il monitoraggio del manto erboso riservandosi l'eventuale ricorso ad operazioni di trasemina per garantire la corretta composizione del prato mantenendolo idonea per l'alimentazione animale e per il mantenimento della biodiversità;
- **riduzione della superficie coltivabile non oltre il 30%:** su una superficie recintata complessiva di 70 l'area netta destinata alla creazione del prato permanente sarà di 67,8 ha, corrispondente al 97% della superficie totale del progetto (area recintata), soddisfacendo quindi ampiamente il requisito.

La soluzione proposta garantirà anche quei requisiti definiti come *plus* quali:

- utilizzo di misure di mitigazione;
- tutela del suolo (conversione dei seminativi in pascoli).

La **componente fotovoltaica** è stata progettata in considerazione della coesistenza dell'attività agro-zootecnica, considerando le c.d. *Best Available Technologies* (BAT) in campo agrivoltaico, al fine di massimizzare la superficie effettivamente coltivabile, impiegando soluzioni agronomiche (quali l'idrosemina e utilizzo di macchinare di piccole dimensioni) per poter sfruttare anche la superficie sottesa ai pannelli, e conseguente ottimizzazione del **Ground Cover Ratio**<sup>45</sup>, per il progetto in questione pari al 27%.

In fase di progettazione si è quindi lavorato sul **binomio agricoltura-energia**, al fine di applicare il c.d. *Sustainable Agriculture Concept*, volto a garantire che la componente fotovoltaica non sia in conflitto con le pratiche agro-pastorali in progetto, atte a contribuire anche al miglioramento della produzione, riducendo al minimo le lavorazioni e monitorando lo stato del manto erboso.

A completamento di quanto descritto, vale la pena richiamare alcuni aspetti trattati nel SIA (al quale si rimanda per tutti gli approfondimenti) relativi alla componente suolo e risorse naturali che vanno ad integrare i benefici sopraesposti quali:

- a livello progettuale-realizzativo le opere sono state concepite senza l'uso di materiali cementizi e/o bituminosi, fatto salvo per i soli basamenti dei trasformatori e delle cabine di consegna e sezionamento che saranno rimossi a fine vita;
- l'impianto non sarà fonte di emissioni significative: né di tipo acustico/luminoso (fatta salva l'illuminazione automatica di emergenza), né di tipo climalterante, inquinante o polveroso;

<sup>45</sup> Il Ground Cover Ratio, ovvero il rapporto di copertura del suolo, viene calcolato con i seguenti dati:

- A. Totale superficie captante: m2 194.660,27
- B. Area recintata: 70 ha - m2 700.000
- C. Ground Cover Ratio (A/B): 0,27 - 27%

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 59 di 64

- l'area di progetto sarà protetta dalle intrusioni involontarie attraverso una ordinaria recinzione perimetrale. Tale recinzione, tuttavia, sarà dotata di varchi per il passaggio della fauna di piccola e media taglia al fine di consentirne la libera circolazione;
- sempre in ottica di favorire la biodiversità, all'interno dell'area del campo, in alcune zone libere dello stesso, si procederà ad adibire piccole superfici a microhabitat speciali interessanti alcune nicchie specifiche;
- il progetto prevede la messa a dimora di fasce di mitigazione perimetrali di tipo arboreo/arbustivo, che contribuiranno all'inserimento armonico del progetto nel paesaggio.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 60 di 64

## 12. Bibliografia

- Adeh H. E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE* 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>
- Agostini A., Colauzzi M., Amaducci S. (2021). Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. *Applied Energy* 281: 116102
- Aizen M.A., Harder L.D. (2009). The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Curr. Biol.* 19, 915–918.
- Amaducci S., Yin X., Colauzzi M. (2018). Agrivoltaic system to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy* 220 (2018) 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
- Amendola, S., Maimone, F., Pelino, V., & Pasini, A. (2019). New records of monthly temperature extremes as a signal of climate change in Italy. *International Journal of Climatology*, 39: 2491-2503.
- Andrew A.C., Bionaz M., Smallman M.A., Hasan D., Graham M., Rosati A., Higgins C. and Ates A. (2022). Seasonal Herbage and Lamb Production from Grass, Herbal Ley and Legume Pastures Established Within Solar Arrays.
- Andrew A.C., Higgins C.W., Bionaz M., Smallman M.A., Ates A. (2021b). Pasture Production and Lamb Growth in Agrivoltaic System. *AIP Conference Proceedings* 2361, 080001 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0055174>
- Andrew A.C., Higgins C.W., Smallman M.A., Graham M. and Ates S. (2021a). Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behavior in Agrivoltaic Production System. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:659175. doi: 10.3389/fsufs.2021.659175.
- Armstrong A., Brown L., Davies G., Whyatt J. D., Potts S. G. (2021). Honeybee pollination benefits could inform solar park business cases, planning decisions and environmental sustainability targets. *Biological Conservation* 263 (2021) 109332, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109332>
- Armstrong A., Ostle N.J., Whitaker J. (2016). Solar Park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ. Res. Lett.* 11 :074016
- Aroca-Delgado, R., Perez-Alonso, J., Jesus Callejon-Ferre, A. & Velazquez-Marti, B. (2018) Compatibility between crops and solar panels: an overview from shading systems. *Sustainability* 10, 743
- Aruffo, E., & Di Carlo, P. (2019). Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). *Climate Research*, 77: 193-204.
- Badami G., Caracci M., Costanzo D. (a cura di) (2017) Le filiere agroalimentari siciliane. Analisi puntuale e tendenze del settore ad uso delle imprese agricole e dell'utenza pubblica, Antipodes, Palermo.
- Baldoni R., Giardini L. (2002). Coltivazioni erbacee – Foraggiere e tappeti erbosi. Patron, Bologna. DISPA.
- Blasi, C., Michiotti, L. (2007). Phytoclimatic map of Italy, 1:1.000.000/1:250.000. In: Blasi, C., Boitani, L., La Posta, S., Manes, F., Marchetti, M., editors. *Biodiversity in Italy*. Rome:Palombi Editori. Pp. 57-66.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 61 di 64

Bolzan A. (2009). "Analisi dei parametri vegetazionali e dei caratteri funzionali di specie guida, come strumenti di studio di comunità prative". Tesi di dottorato in colture erbacee, genetica agraria e sistemi agroterritoriali. XXI Ciclo. Università di Bologna

Bortolotti L., Porrini C., Mutinelli F., Pochi D., Marinelli E., Balconi C., Nazzi F., Lodesani M., Sabatini A.G. (2009) Salute delle api: analisi dei fattori di rischio. Il progetto Apenet. APOidea Vol. 6, 3-22.

Breeze T.D., Bailey A.P., Balcombe K.G., Potts S.G. (2011). Pollination services in the UK: how important are honeybees? *Agric. Ecosyst. Environ.* 142, 137–143.

Brunetti, M., Maugeri, M., & Nanni, T. (2006). Trends of the daily intensity of precipitation in Italy and teleconnections. *Il Nuovo Cimento*, 29 C (1): 105-116.

Cane, J.H. Tepedino, V.J. (2017). Gauging the effect of honey bee pollen collection on native bee communities. *Conserv. Lett.* 10, 205–210.

Daget, P., Poissonet, J., (1969). "Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques." CNRS CEPE, Montpellier, doc. 48, 66 pp.

Di Giuseppe E., Esposito S., Quaresima S., Sorrenti S., Beltramo M.C. (2008) - Caratterizzazione del territorio italiano per il rischio di stress termici per gli allevamenti bovini da latte. 11° Convegno Nazionale di Agrometeorologia AIAM - S.Michele all'Adige (TN)

Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard Y (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy* 36: 2725-2732.

EEA, 2022. Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2020 and inventory report 2022. Submission to the UNFCCC Secretariat. <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-1>.

Fierotti, G., Dazzi, C., Raimondi, S. (1988). Carta dei suoli della Sicilia, Soil map of Sicily, scala 1:250.000. Regione Siciliana Assessorato Territorio ed Ambiente e Università degli Studi di Palermo Facoltà di Agraria Istituto di Agronomia Generale Cattedra di pedologia, Palermo, pp. 5-15.

Fioravanti, G., Piervitali, E. & Desiato, F. (2016). Recent changes of temperature extremes over Italy: an index-based analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 123: 473–486.

Fraunhofer ISE (2020) Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>

Gerland, P., Raftery A.E., Sevčikova, H., Li, N., Gu, D., Spoorenberg T, Alkema L, Fosdick BK, Chunn J., Lalic, N. and Bay, G. (2014). World population stabilization unlikely this century. *Science*, 346(6206),234-237

Goetzberger and Zastrow, 1982. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy* 1:55–69.

Gusmeroli F. e Pozzoli M.L (2003). "Vegetazione dell'Alpe mola e sua relazione con l'attività pastorale (Brescia, Lombardia)". *Natura Bresciana*, Ann. Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia, 33, 37-61.

Hanley N., Breeze T.D., Ellis C., Goulson D. (2015). Measuring the economic value of pollination services: principles, evidence and knowledge gaps. *Ecosyst. Serv.* 14, 124–132.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 62 di 64

Joint Research Centre (2021). <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>

Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 274, 303–313.

Legambiente, 2020. Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare. <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/agrivoltaico.pdf>.

Lowe T. E. , Gregory N.G. , Fisher A.D., Payne S. R. (2002) The effects of temperature elevation and water deprivation on lamb physiology, welfare, and meat quality. *Australian Journal of Agricultural Research* 53, 707-714

Mallinger R.E., Gaines-Day H.R., Gratton C.(2017). Do managed bees have negative effects on wild bees?: a systematic review of the literature. *PLoS One* 12, e0189268.

Marrou H., Guilioni L., Dufour L., Dupraz C., Wery J. (2013) Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?. *Agricultural and Forest Meteorology* 177: 117–132

Molle, G., Decandia, M., (2014) Buone pratiche di pascolamento delle greggi di pecore e capre. [http://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14\\_43\\_20140203163233.pdf](http://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20140203163233.pdf)

Pappalardo S., Naldi G. (2021). Miele- andamento produttivo e di mercato per la stagione 2021 – prime valutazioni. Il Valore della Terra- agricoltura e nuova ruralità - economia e sostenibilità - qualità e consumo consapevole. [www.informamiele.it/wp-content/uploads/2022/03/Report-2021-II-Valore-della-Terra.pdf](http://www.informamiele.it/wp-content/uploads/2022/03/Report-2021-II-Valore-della-Terra.pdf)

Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V., Ngo H.T., Aizen M.A., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., Dicks L.V., Garibaldi L.A., Hill R., Settele J., Vanbergen A.J. (2016a). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540, 220.

Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V.L., Ngo H.T., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., Dicks L.V., Garibaldi L.A., Hill R., Settele J., Vanbergen A.J. (2016 b). In: IPBES (Ed.), *The Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Pollination and Food Production*. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.

Pywell R.F., Bullock J.M., Hopkins A., Walker K.J., Sparks T.H., Burke M.J.W., Peel S. (2002). Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. *J. Appl. Ecol.* 39, 294–309.

Rasmont P., Franzen M., Lecocq T., Harpke A., Roberts S., Biesmeijer K., Castro L., Björn C., Dvořák L., Fitzpatrick Ú., Gonseth Y., Haubruge E., Mahe G., Manino A., Michez D., Neumayer J., Ødegaard F., Paukkunen J., Pawlikowski T., Schweiger O. (2015). Climatic risk and distribution atlas of European bumblebees. *BioRisk* 10, 1–246.

Schindele S., Trommsdorff M., Schlaak A., Obergfell T., Bopp G., Reise C., Braun C., Weselek A., Bauerle A, Petra H., Goetzberger A., Weber E. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications, *Applied Energy*, Volume 265, 114737

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CONTRADA ALBERI"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	20.06.2022	Pagina 63 di 64

SINAB, 2020 – BIO in cifre - Dati Nazionali sul biologico anni 2018 e 2019 Fonte: <https://www.sinab.it/sites/default/files/share/BIO%20IN%20CIFRE%202020.pdf>

Todeschini, S. (2012). Trends in long daily rainfall series of Lombardia (northern Italy) affecting urban storm water control. *International Journal of Climatology*, 32: 900–919.

Toledo C., Scognamilgio A. (2021) Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). *Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns)*. *Sustainability* 13, 6871. <https://doi.org/10.3390/su13126871>.

Unitus (2021) Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia. ISBN 978-88-903361-4-0. <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>

Valle B., Simonneau T., Sourd F., Pechier P., Hamard P., Frisson T., Ryckewaert M., Christophe A. (2017). "Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops," *Applied Energy*, Elsevier, vol. 206(C), pages 1495-1507.

Weselek A., Ehmann A., Zikeli S., Lewandowski I., Schindele S., Högy B. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 39, 35 <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>

Wojcik V.A., Morandin L.A., Davies Adams L., Rourke K.E. (2018). Floral resource competition between honey bees and wild bees: is there clear evidence and can we guide management and conservation? *Environ. Entomol.* 47, 822–833.

Wratten S.D., Gillespie M., Decourtye A., Mader E., Desneux, N. (2012). Pollinator habitat enhancement: benefits to other ecosystem services. *Agric. Ecosyst. Environ.* 159, 112–122.

Yang X., Cox-Foster D.L. (2005). Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *PNAS*, 102: 7470-7475.

Zhang M., Dunshea F.R., Warner R.D., DiGiacomo K., Osei-Amponsah R., Chauhan S.S. (2020). Impacts of heat stress on meat quality and strategies for amelioration: a review. *International Journal of Biometeorology*: <https://doi.org/10.1007/s00484-020-01929-6>