

Comune

ALESSANDRIA

Provincia

ALESSANDRIA



Salvetti Graneroli
engineering

IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO "SPINETTA MARENGO SOLAR 1"

Progetto

IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA SITO NEL COMUNE DI ALESSANDRIA (AL)

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione
e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica
alimentati da fonti rinnovabili ai sensi degli artt. 23, 24-24bis e
25 del D.Lgs.152/2006

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

A - RELAZIONI

Relazione tecnica agronomica

Aggiornamenti

Rev.	Data	Descrizione
0	02/12/2022	Emissione

Committente

ELLOMAY SOLAR ITALY THIRTEEN S.r.l
Via Sebastian Altmann, 9 - Bolzano (BZ)



Consulenza



Data	Scala	Tavola
02/12/2022	-	A.15_00

STUDIO TECNICO AGRARIO

Giovanni Cattaruzzi

Via Gemona, 15 - 33100 Udine
Tel/Fax +39 0432.21255
E-mail: info@studiocattaruzzi.it

INDICE

1.0 Il progetto fotovoltaico.....	3
2.0 Contesto agroambientale.....	3
3.0 Caratteristiche del progetto agri-fotovoltaico.....	6
4.0 Orientamento delle politiche agro-ambientali dell'Unione Europea.....	6
4.1 Il Green Deal europeo.....	6
4.2 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.....	10
4.3 Il Programma di Sviluppo Rurale 2021/2028.....	10
4.4 - PAC - Politica Agricola Comune - UE.....	11
5.0 Cenni sulla situazione socio-economica del settore primario nella regione Piemonte.....	11
6.1 Modalità di attuazione delle politiche agroambientali nel parco fotovoltaico.....	15
6.2 Integrazione delle attività agricole nel campo fotovoltaico a terra.....	16
6.2.1 L'impianto.....	16
6.2.2 I parametri climatici.....	17
6.2.3 La meccanizzazione.....	18
6.2.4 Sintesi delle modalità di integrazione.....	20
6.2.5 Scelta delle colture e delle attività agricole.....	20
7.0 La coltivazione dei prati, la fertilità dei suoli agrari e il ruolo di habitat.....	21
7.4 Computo metrico estimativo dei costi di realizzazione e manutenzione.....	27
8.0 La funzione dell'apicoltura in agricoltura e nell'ecosistema.....	28
9.0 Calcolo degli input evitati.....	29
10.0 Monitoraggio agro-ambientale tramite sistemi IOT agritech 4.0.....	33
10.2 Agritech 4.0 applicata al monitoraggio dell'attività foraggera e del microclima.....	34
10.3 Computo metrico estimativo della sensoristica IOT Agritech 4.0.....	34
11.0 Monitoraggio e requisiti minimi ai fini dell'attività "agrivoltaica".....	35
12.0 Compatibilità dell'impianto rispetto al PEAR in materia di Denominazioni di Origine.....	36
13.0 Cronoprogramma dei lavori.....	37
14.0 Quadro economico riassuntivo delle opere agrarie.....	37

1.0 Il progetto fotovoltaico

L'ipotesi progettuale verte sulla realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra situato in Comune di Alessandria, frazione di Spinetta Marengo in adiacenza a Cascina Valmagra che occupa una superficie totale di ha 21,66, una superficie agricola di ha 16,06 e raggiunge una potenza di picco di MW 21,25. L'obiettivo del progetto è quello di generare energia elettrica da fonte solare ovvero dalla principale e più importante fonte rinnovabile disponibile in natura, integrandolo con la conduzione di attività agro-ambientali significative dal punto di vista ecologico, paesaggistico ed economico produttivo.



 *Area interessata dall'impianto agrivoltaico*

2.0 Contesto agroambientale

L'area oggetto di interesse è situata a nord-est del centro abitato di Spinetta Marengo ed è adiacente all'Autostrada A21. E' facilmente accessibile da viabilità comunale (da Via Doria e Via Guazzone) e possiede una giacitura sostanzialmente pianeggiante.

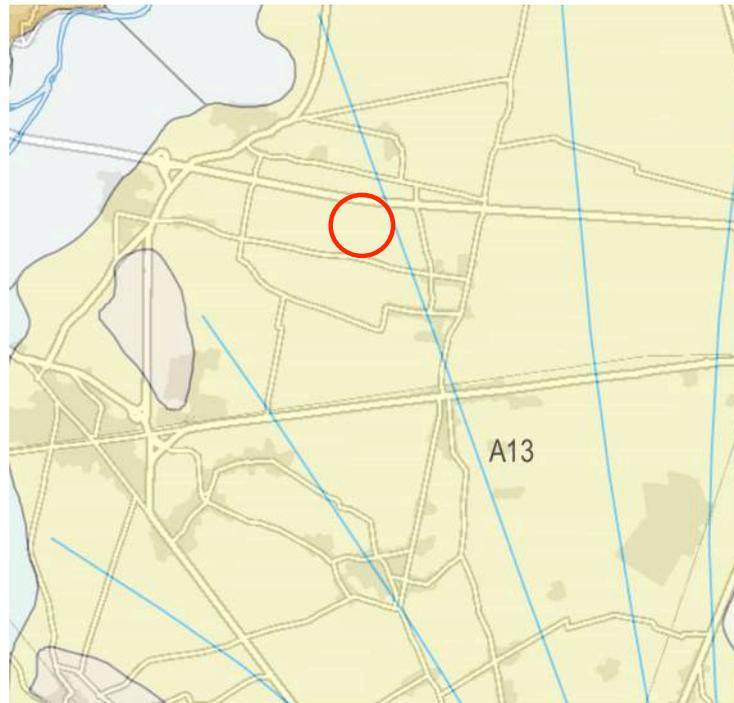


Panoramica dell'area destinata all'impianto agrivoltaico: lotto sud



Panoramica dell'area destinata all'impianto agrivoltaico: lotto nord

E' caratterizzata da terreni agricoli coltivati, privi di sistemazioni superficiali, irrigabili per scorrimento (con presenza di un pozzo artesiano), collocati ad una quota altimetrica di 97 metri sul livello del mare e ricadono nel bacino imbrifero del Fiume Tanaro situato a 5 km a nord-ovest del sito; attualmente coltivati a cereali (frumento e mais) sono caratterizzati da un suolo agrario di discreta fertilità, dalla tessitura franco-limosa (sabbia 25%, limo 63% e argilla 12%; scheletro 19%*) la cui origine è alluvionale in superficie e fluviale oltre il metro di profondità risalente al Pleistocene Superiore. Dai rilievi effettuati in situ il terreno risulta compatto in superficie (nei primi 20 cm) e più sciolto in profondità; tale caratteristica può essere correlata con la limitata dotazione di sostanza organica come emerso dall'analisi pedologica effettuata su un campione di suolo da cui risulta un contenuto di sostanza organica pari al 2,26% (medio), ma un rapporto C/N di 7,3* (basso) a significare una fase di impoverimento di humus in atto. Dal punto di vista idrologico infine, la falda acquifera principale è superficiale collocandosi ad una profondità variabile fra 7 e 10 metri dal piano campagna.



A13 **Alluvial and megafan deposits** (*Upper Pleistocene*)
Depositi fluviali e di megaconoide

(*Carta Geologica del Piemonte*)

La piovosità media annua è di circa 593 mm in sensibile calo nell'ultimo quindicennio, con allungamento dei periodi di siccità, mentre la temperatura media annua è di 12,7 °C in aumento di 1°C negli ultimi 50 anni (CREST e ARPA Piemonte); la ventosità è contenuta (3/4 m/s) e generalmente proveniente fra nord e nord-est (ARPA Piemonte). Dal punto di vista agroambientale, l'area interessata dall'impianto si colloca in un contesto tipicamente rurale, in aperta campagna in adiacenza alla Cascina Valmagra, ad una distanza di circa 300 metri dalle prime abitazioni sparse e di circa 1 chilometro dai primi centri abitati frazionali; l'uso del suolo del territorio circostante è dedicato alla coltivazione di seminativi (prevalentemente cereali autunno vernini e mais), orticole specializzate (pomodoro), foraggere e di qualche pioppeto; i corpi fondiari sono discretamente ampi, talvolta delimitati da scoline e canalette irrigue con rara presenza, lungo i limiti confinari e a margine della viabilità interpodereale di formazioni boschive lineari di acacia, olmo e pioppo nero. Nonostante la tradizione storica legata alla bachicoltura ed al paesaggio rurale, risulta residuale la presenza del gelso sempre lungo i confini o nei punti di incrocio degli stessi. Dal punto di vista zootecnico, sono diffusi gli allevamenti di bovini da latte e da carne di razza Piemontese.

L'evoluzione di questo contesto territoriale ha portato nel tempo ad una semplificazione delle componenti vegetazionali (sia erbacee che arboree ed arbustive) e del livello di biodiversità. E' sostanzialmente assente la presenza di formazioni boschive naturali e la presenza di piante arboree è limitata a qualche filare lungo fossi, linee di confine fra i poderi o alla presenza di piante isolate ai crocicchi confinari. Le prime formazioni boschive di una certa consistenza si possono incontrare lungo le sponde del Torrente

Bormida di Spigno, del Fiume Tanaro e del Torrente Scrivia distanti rispettivamente fra i 5 e gli 8 verso ovest e verso est.

La fascia fitoclimatica (Pavari) nella quale è compresa la superficie considerata è quella del Castanetum caratterizzata dalla presenza, maggiormente rappresentativa, delle seguenti specie: castagno (*Castanea sativa* Mill.), roverella (*Quercus pubescens* Willd.), farnia (*Quercus robur* L.), rovere (*Quercus petraea* Matt.), cerro (*Quercus cerris* L.), frassino ornaiello (*Fraxinus ornus* L.), acero campestre (*Acer campestre* L.) e pioppo (*Populus* spp.). Per quanto riguarda le specie arboree, attualmente si riscontra sul terreno un'effettiva e netta prevalenza di acacia (*Robinia pseudoacacia* L.), raramente si riscontra il pioppo nero (*Populus nigra* L.) mentre fra le arbustive sono presenti il corniolo (*Cornus mas* L.) ed il rovo (*Rubus ulmifolius* Schott). Si tratta di un comprensorio intaccato nell'arco del tempo dalle attività antropiche dove quella agricola (anche osservando un'area più vasta) occupa gli spazi liberi compresi fra consistenti aree urbanizzate ed è necessariamente organizzata per ricercare la miglior resa produttiva possibile al fine di ottenere una redditività accettabile.

(*Laboratorio chimico agrario - ERSa FVG – agosto 2022)

3.0 Caratteristiche del progetto agri-fotovoltaico

Il progetto agri-fotovoltaico oggetto di interesse promuove l'integrazione fra la produzione di energia elettrica ottenuta da fonte rinnovabile (luce solare) tramite pannelli fotovoltaici e l'uso del sedime del medesimo impianto per lo svolgimento di attività agricole complementari volte a valorizzare il ruolo ecologico dell'area interessata dall'intervento. Va detto che queste tipologie impiantistiche realizzate mediante costruzione di pannelli montati su supporti metallici infissi nel terreno nudo, secondo una disposizione in filare, consente l'utilizzo delle corsie interfilari per attuare colture da reddito previa valutazione degli spazi disponibili e la necessità di mantenere indenni da danneggiamenti i pannelli fotovoltaici. A valle delle considerazioni fatte si è scelto di proporre nella fase di avviamento del progetto un modello agro-fotovoltaico volto a rilanciare il sito innanzitutto dal punto di vista ecologico sfruttando la riduzione dell'insistenza antropica generate dalla realizzazione dell'impianto e dall'attuazione di attività agricole appartenenti a filiere ritenute economicamente minori, ma sicuramente più ricche di significato dal punto di vista agronomico e ecosistemico. Un piccolo modello di agricoltura contenente il germe della sostenibilità economica strettamente legata con quella ambientale. L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto costituisce un elemento ambientale significativo in termini di estensione che nel medio lungo periodo (25/30 anni) potrà portare a ottenere risultati decisamente apprezzabili equivalenti, di fatto, alla progressiva rinaturalizzazione di luoghi ecologicamente semplificati.

4.0 Orientamento delle politiche agro-ambientali dell'Unione Europea

4.1 Il Green Deal europeo

Nel dicembre 2019 la Commissione Europea ha dato avvio all'attuazione di una serie di misure finalizzate a raggiungere obiettivi estremamente importanti per portare l'UE a diventare il primo continente ad impatto climatico zero.

"I cambiamenti climatici e il degrado ambientale sono una minaccia enorme per l'Europa e il mondo. Per superare queste sfide, il Green Deal europeo trasformerà l'UE in un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva, garantendo che:

- *nel 2050 non siano più generate emissioni nette di gas a effetto serra*
- *la crescita economica sia dissociata dall'uso delle risorse*
- *nessuna persona e nessun luogo siano trascurati.*

Per questi scopi e a seguito degli effetti dovuti alla pandemia da COVID-19 un terzo delle risorse economiche riferibili al piano per la ripresa NextGenerationEU e al bilancio settennale dell'UE finanzieranno il Green Deal europeo.

Forti e soprattutto vincolanti obiettivi che verranno tradotti in pratica attraverso un piano d'azione volto a:

- promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare
- ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento
- sostenere l'innovazione
- decarbonizzare il settore energetico

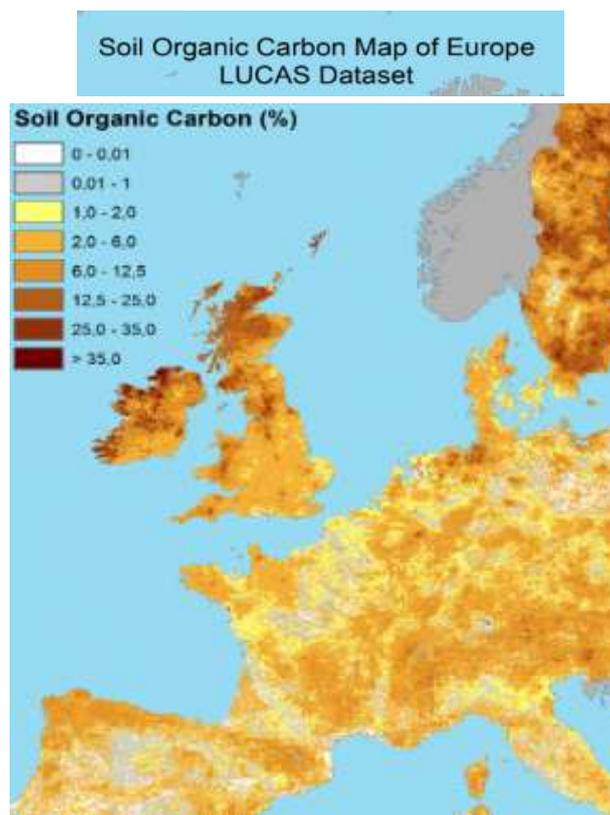
Nell'ambito del Green Deal europeo sono inoltre previste misure destinate specificamente all'agricoltura in quanto attività fortemente legata alla gestione dell'ambiente e del territorio (cfr. Biodiversity Strategy 2030, Farm to Fork).

Uno degli obiettivi primari dell'intera strategia riguarda la salvaguardia dei suoli e della sostanza organica in essi contenuta.

La sostanza organica del suolo, composta per il 58 per cento da carbonio organico, è una componente essenziale del suolo e del ciclo globale del carbonio. Nonostante rappresenti in percentuale solo una piccola parte del suolo (costituisce generalmente una percentuale compresa tra l'1 e il 5 per cento), controlla molte delle proprietà chimico-fisiche-biologiche del suolo e risulta l'indicatore chiave del suo stato di qualità.

La sostanza organica, infatti, favorisce l'aggregazione e la stabilità delle particelle del terreno, entrambe importanti ai fini della riduzione dell'erosione, del compattamento e della formazione di croste superficiali nei suoli. Inoltre, la presenza di sostanza organica nel suolo contribuisce a immobilizzare la CO₂, oltre a migliorare la fertilità del suolo e l'attività microbica che contribuisce alla disponibilità di elementi come azoto, carbonio, potassio e fosforo per le piante.

In generale, il contenuto di carbonio organico dovrebbe essere superiore all'1 per cento nei suoli agrari per favorire l'assorbimento di elementi nutritivi da parte delle piante. Il 2% di Carbonio organico nel suolo viene considerato dall'UE il target minimo a cui puntare per assicurare fertilità ottimale dei suoli ed efficacia della strategia di riduzione della CO₂ nell'atmosfera tramite il trasferimento progressivo del carbonio nel suolo mediante adeguate pratiche agronomiche e l'attuazione di colture o piantagioni virtuose (es.: prati e boschi) definite "pozzi" di assorbimento del carbonio.



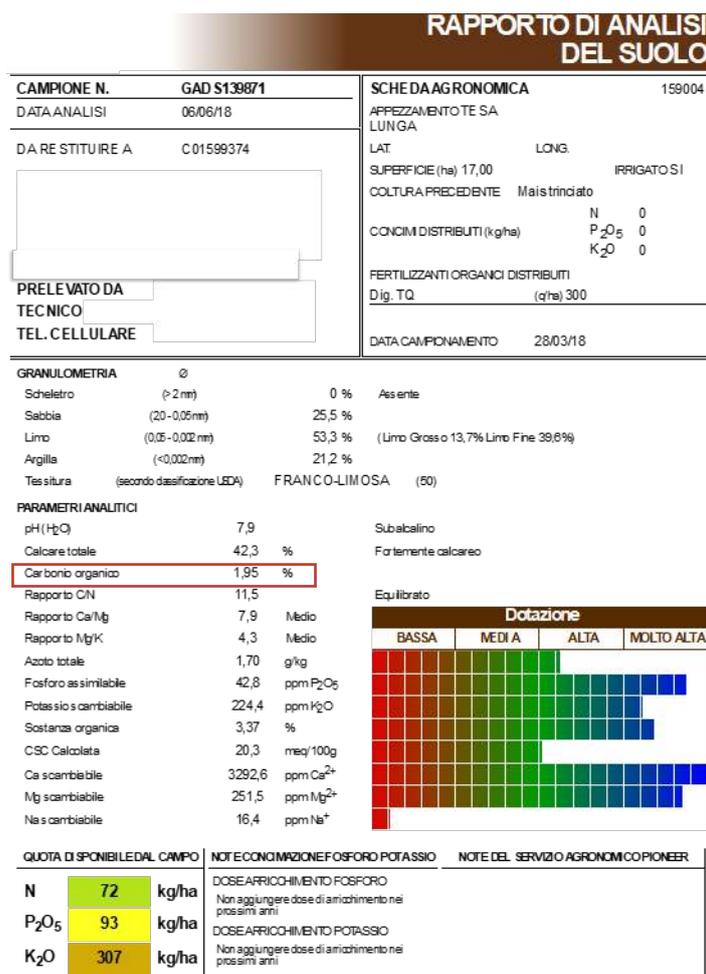
Da questo punto di vista, secondo la mappa europea della concentrazione di carbonio organico (fonte LUCAS Dataset - European Soil Data Centre) ovvero di sostanza organica nel suolo, la regione Piemonte appare caratterizzata da concentrazioni prevalenti comprese fra 0,01 e 2,0% in pianura e 2-6 % in collina/montagna.

TASSO DI CARBONIO ORGANICO E SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO AGRARIO

	% C.O.	% S.O.	Classificazione
			<i>(N. Mori-G. Barbieri)</i>
Pianura piemontese (secondo LUCA Dataset)	0,01-2,0	0,017-3,4	Terreno povero di SO
Suolo dell'area dedicata all'impianto (secondo analisi di laboratorio ERSA FVG)	1,62	2,79	Terreno mediamente dotato di SO

Il territorio più utilizzato dalle attività agricole risulta pertanto sofferente di sostanza organica in conseguenza della progressiva ossidazione dovuta alle tecniche agronomiche tradizionali (fatte di ripetute lavorazioni meccaniche con rimescolamento del suolo), alla coltivazione di colture esigenti in termini nutrizionali, che depauperano progressivamente il suolo stesso, al dilavamento conseguente alla carenza di copertura permanente del terreno. Un sistema produttivo che porta ad impiegare una quantità di input

(specie fertilizzanti di sintesi chimica) sempre maggiore e palesemente sempre meno sostenibile. Per fornire un utile elemento di valutazione per capire quale metodo produttivo consenta di mantenere un buon equilibrio nutritivo nel suolo (in termini di sostanza organica, macro e micro nutrienti) si riporta un caso concreto attraverso il report dell'analisi del suolo effettuata in un'azienda cerealicola zootecnica (con un allevamento di 300 capi di bovini da latte e 325 ettari di superficie coltivata) dove la rotazione agraria, cioè l'avvicendamento periodico delle colture e la concimazione organica sono di regola fin dal 1942, anno della fondazione della stessa. Dal documento si può evincere che il tasso di carbonio organico è ottimale al 1,95% e di sostanza organica al 3,37% (dotazione ricca secondo N. Mori e G. Barbieri) e inoltre la dotazione di fosforo assimilabile e potassio scambiabile sono abbondanti, come il magnesio (fondamentale per ottimizzare la fotosintesi clorofilliana) ed il calcio scambiabile. Va ricordato che l'accumulo di sostanza organica nel suolo (ed il mantenimento di un adeguato livello di fertilità) è un processo estremamente lento che si svolge nell'arco di decenni.



Questo assetto permette di evitare ogni anno a quest'azienda l'impiego di input chimici pari a 90 t di concimi chimici azotati e concimi fosfo-potassici per un valore economico complessivo di circa 40.000 Euro/anno. L'azienda agraria cerealicolo zootecnica (correttamente dimensionata e gestita) rappresenta un esempio di virtuosità ambientale, legata da sempre al concetto di circolarità ecologica: tanto viene raccolto in campo (foraggi e granelle) e tanto viene restituito al medesimo sotto forma di sostanza organica. Purtroppo però, le aziende agricole cerealicolo-zootecniche sono ormai una rarità e l'equilibrio del contenuto di sostanza organica e nutrienti naturali non è possibile mantenerlo come accade probabilmente anche nei suoli del sito oggetto di interesse.

Il Green Deal europeo per l'agricoltura si pone inoltre il raggiungimento entro il 2030 di ulteriori e significativi obiettivi come:

- la riduzione del 50% dell'uso di fitofarmaci
- la riduzione del 20% dei fertilizzanti chimici
- l'attuazione di pratiche agronomiche sostenibili (lavorazioni poco profonde, la conversione della terra arabile in colture di copertura mediante creazione di ampi prati e l'attuazione del sovescio)
- l'utilizzo di ammendanti organici di origine ligno-cellulosica (es: letame o digestato da biogas agricolo, S.O. pellettata)
- creazione di "pozzi" di assorbimento del carbonio grazie alla realizzazione di ampie e superfici prative e alla piantagione intensiva di piante arboree nell'ambito delle fasce dedicate alla mitigazione.

4.2 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il PNRR - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza rappresenta il progetto per il rilancio dell'economia italiana varato per superare la crisi economica causata dalla pandemia di Covid-19. La Missione 2 del PNRR è intitolata "Rivoluzione verde e transizione ecologica" che riguarderà anche il settore primario attraverso azioni finalizzate allo sviluppo di filiere agroalimentari sostenibili, l'incremento della produzione di energie rinnovabili, l'innovazione dei processi produttivi.

4.3 Il Programma di Sviluppo Rurale 2021/2028

Il PSR 2021/2028 è lo strumento normativo mediante il quale vengono concretamente sostenuti sul territorio (attraverso fondi UE, nazionali e regionali) gli investimenti delle imprese agricole orientandole di fatto verso il raggiungimento di obiettivi strategici. Avviata la nuova programmazione settennale 2021/2028, i nuovi obiettivi del PSR convergono verso l'introduzione di cambiamenti strutturali nelle zone rurali, in linea con il Green Deal europeo, per raggiungere gli ambiziosi obiettivi climatici e ambientali della "Strategia sulla Biodiversità" e della "Strategia Farm to fork". Ai fondi del PSR verranno aggiunti quelli addizionali NGEU - Next Generation EU, secondo le strategie del PNRR, finalizzati ad accelerare il superamento della crisi generata dalla pandemia nel settore agricolo secondo la seguente ripartizione:

- 8% per il sostegno di misure esistenti riguardanti i raggiungimenti di requisiti minimi di sostenibilità ambientale;

- 37% sostegno alla transizione ecologica tramite incentivazione della mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dall'agricoltura; conservazione del suolo, compreso l'aumento della fertilità del suolo mediante sequestro del carbonio; miglioramento dell'uso e della gestione delle risorse idriche, incluso il risparmio di acqua; creazione, conservazione e ripristino di habitat favorevoli alla biodiversità; riduzione dei rischi e degli impatti dell'uso di pesticidi e antimicrobici;
- 55% innovazione e transizione digitale mediante l'incentivazione, fra l'altro, di interventi che promuovano lo sviluppo economico e sociale nelle zone rurali e contribuiscano a una ripresa resiliente, sostenibile e digitale, in particolare anche grazie all'innovazione, la produzione di energie rinnovabili, sviluppo di economia circolare e bioeconomia.

In conclusione, pare chiaro che le politiche agro-ambientali dell'Unione Europea e di conseguenza dell'Italia, sia nel breve che nel lungo periodo, saranno fortemente indirizzate verso l'incremento della sostenibilità ambientale e dell'innovazione del settore primario; una spinta decisamente poderosa che vedrà l'avvio di modelli di sviluppo ad oggi inconsueti o non ancora applicati seppure utili all'ambiente e alla comunità.

4.4 - PAC - Politica Agricola Comune - UE

Nella programmazione 2023-2027 della PAC, principale strumento di orientamento dell'agricoltura nell'ambito dell'Unione Europea (tramite contribuzioni "per superficie"), sono in via di definizione nuovi ed accresciuti impegni ambientali a carico degli agricoltori. Le buone prassi agronomiche passeranno infatti da 7 a 9 e verrà sostanzialmente vietato il ricorso alla monosuccessione. Uno degli aspetti più significativi della nuova PAC è però il riconoscimento del ruolo del riposo colturale combinato con attività di valenza ecologica. Verrà infatti istituita la Bcaa n° 8 (Buona condizione agronomica ambientale) volta a destinare il 4% della superficie a seminativo aziendale (escluse le foraggere) alla creazione di aree ecologiche attraverso il ritiro dalla produzione e al mantenimento di elementi caratteristici del paesaggio. A questi fini vengono esentate dall'obbligo quelle aziende che coltivano piante erbacee da foraggio permanenti (es.: erba medica) che già svolgono un importante ruolo nell'ecosistema agrario (*Terra e Vita* - 21/02/2022).

5.0 Cenni sulla situazione socio-economica del settore primario nella regione Piemonte

Il potenziale produttivo del settore agricolo è strettamente correlato con la superficie di terreno utilizzabile ai fini produttivi (SAU - Superficie Agricola Utilizzata). I dati disponibili più recenti indicano che in Piemonte essa ammonta ad ettari 895.826 (in leggero e progressivo aumento) destinata a un'estesa tipologia di colture come rappresentato nella tabella che segue:

Superfici e produzioni delle principali coltivazioni in Piemonte e Italia, 2019

Superficie totale (ha)		Superficie totale (ha)	
Cereali		peperone	227
di cui:		pomodoro	114
mais	138.891	zucchini	87
frumento tenero	66.973	Foraggere temporanee	
orzo	17.185	mais ceroso	20.752
riso	111.632	loietto	27.023
Coltivazioni industriali		erba medica	24.344
colza	2.016	prati avvicinati polifiti	75.752
girasole	5.441	Foraggere permanenti	
soia	14.051	prati permanenti	53.033
Legumi secchi		pascoli poveri	178.936
fava da granella	959	Frutta	
pisello proteico	678	melo	6.170
fagiolo	1.712	pero	1.323
Ortaggi in pieno campo		albicocco	687
patata	1.070	ciliegio	311
pomodoro da industria	1.440	pesco	1.585
fagiolo e fagiolino	820	nettarina	2.090
cipolla	1.712	susino	1.232
peperone	279	nocciolo	23.122
zucchini	1.158	actinidia	3.817
Ortaggi in serra		Uva da vino	40.986
fragola	88		
lattuga	94		

(fonte: *L'agricoltura nel Piemonte in cifre - 2021 - CREA - Centro di Ricerca Politiche e Bioeconomia*)

I dati esposti indicano che le colture di pregio, quelle specializzate, con una redditività più significativa (es.: orticole, vigneti e frutteti) incidono per il 10,56% in quanto gran parte della SAU è dedicata alle colture a seminativo (62,10%). Delle 33.953 imprese agricole operanti in ambito regionale la netta prevalenza è rappresentata da aziende di piccole/medie dimensioni (SAU ha 26,74) costituite da imprese dirette coltivatrici con un'incidenza di manodopera familiare che raggiunge l'81,3% ed un buon livello di meccanizzazione (kW/ha 10,4). Questo tessuto produttivo è in fase di profonda trasformazione grazie al ricambio generazionale e ai giovani neoimprenditori che ricorrono a forme di gestione aziendale di tipo manageriale o comunque in forma aggregata (es.: reti d'impresa o cooperative con +18,1% 2018 su 2019). Un orientamento embrionale seppure positivo che combinato con l'introduzione di nuove tecnologie produttive dovrebbe contribuire al disimpegno progressivo dalla produzione di sole materie prime (specialmente di cereali e semi oleosi) atavicamente legata alle criticità di mercato tipiche delle commodity con alti costi di produzione e prezzi di vendita minimi e molto volatili. Un sistema produttivo sostanzialmente dinamico seppure esposto sulle colture a seminativo che stanno iniziando a scontare in maniera significativa dinamiche di mercato del tutto imprevedibili correlate alla carenza di materie prime e mezzi tecnici nonché all'instabile situazione internazionale. Il quadro descritto sta provocando l'innalzamento dei costi di approvvigionamento e una variabilità del valore delle produzioni sul mercato che generano un'incertezza ed un rischio d'impresa la cui durata ad oggi è del tutto imponderabile. Ciò pone gli imprenditori specializzati nelle produzioni vegetali estensive nella condizione di valutare necessariamente nuove forme di attività economiche in grado di fornire remunerazione certa e nel lungo periodo.

6.0 Politica ecologica del parco agri-fotovoltaico

Il progetto agri-voltaico è stato realizzato in aderenza alle politiche agro-ambientali citate al par. 5.0 intendendo trasformare i parchi fotovoltaici in vere e proprie isole di riequilibrio agro-ecologico nelle quali si svolgono attività antropiche a bassa intensità (pochi interventi agronomici), limitati apporti di input esterni, creazione di valore ecosistemico e di biodiversità (grazie alla coltivazione di essenze prative nettariifere), creazione di valore socio economico attraverso forme di agricoltura di nicchia specializzata (produzione di foraggiere di qualità).

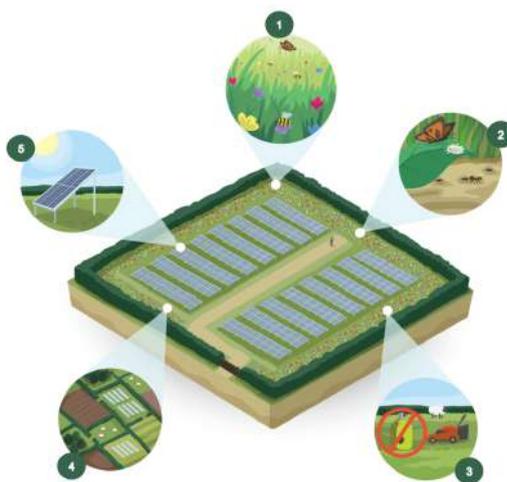
Se da un lato le correnti prevalenti di pensiero, attualmente alla base della progettazione di queste forme di investimento volte alla produzione di energia elettrica rinnovabile da fonte solare, puntano all'integrazione con attività complementari che ne aumentino il potenziale di sostenibilità ambientale complessiva (secondo forme decisamente diversificate) dall'altro sono molte le tracce scientifiche che accreditano la validità del metodo.

Uno spunto in tal senso proviene da un interessante studio di metanalisi intitolato "Opportunità per migliorare la biodiversità degli impollinatori nei parchi fotovoltaici" svolto dall'Università di Lankaster (UK), dal Centro inglese per la ricerca agroambientale ed altri partner (Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks - Blaydes, H., Potts, S.G., Whyatt, J.D. & Armstrong, A. - Nov. 2019). Sono stati analizzati 185 articoli scientifici di provenienza internazionale pubblicati dal 1945 al 2018 con la finalità di studiare gli effetti degli impianti fotovoltaici realizzati a terra in ambiti caratterizzati da diverse tipologie di uso del suolo. Uno studio interessante che, sulla base di quanto già valutato in esperienze del passato, consente di aggregare le informazioni e fornire un'analisi predittiva sugli effetti della diffusione di una tecnologia destinata a diventare la principale fonte di energia rinnovabile nel breve periodo. Se implementati e gestiti in modo strategico, i parchi solari possono offrire opportunità importanti per migliorare l'ambiente locale e favorire la biodiversità, specialmente nei casi in cui la conversione dell'uso del suolo verso il fotovoltaico riguarda le superfici agricole. Gli effetti della conversione vengono di seguito sintetizzati.

- Diversificazione delle fonti di foraggiamento dei pronubi. La ricchezza di essenze floreali (erbacee ed arbustive), la quantità di fiori singoli/infiorescenze disponibili, la presenza diffusa di ricompensa in termini di polline/nettare determinano un positivo impatto sulla presenza e la diffusione degli impollinatori (es... bombi, api, farfalle, sirfidi) nel 93% degli studi analizzati. La variabilità di foraggiamento (erbacea ed arbustiva) influisce inoltre positivamente sulla riproduzione ovvero sulla produzione di nidi e lo sviluppo delle larve durante il ciclo di accrescimento di talune specie. L'attività di gestione delle essenze dedicate al foraggiamento dei pronubi (es.: prati polifiti) a bassa intensità (2-3 sfalci all'anno) favoriscono ulteriormente la diversificazione delle famiglie di impollinatori variando l'habitus vegetativo dei vegetali favorendo di volta in volta gli impollinatori secondo le specifiche abitudini.

- Diversificazione del territorio e rinaturalizzazione. La diversificazione del paesaggio attraverso la ricostituzione di ambiti semi naturali, di ampia dimensione (da un raggio di m 250 a km 5), eterogenei rispetto al contesto (caratterizzato da terreni coltivati), aumenta la disponibilità di risorse critiche di foraggiamento, di habitat adatti per la riproduzione, riduce la distanza per l'approvvigionamento di dette specifiche risorse. In questo senso diventa importantissima la presenza di superficie prative polifite integrate da elementi lineari costituiti da piante arboree, siepi, specialmente al margine delle ampie aree prative per moltiplicare la diversificazione degli habitat favorendo il flusso degli insetti dall'uno all'altro che incide direttamente sul rafforzamento dei comportamenti (minore suscettibilità alle perturbazioni ambientali, riduzione della consanguineità, aumento della variabilità genetica e riduzione del pericolo di estinzione delle colonie).

- Microclima. Gli habitat che offrono variazioni nella struttura della vegetazione o nella topografia forniscono una gamma di condizioni termiche per gli impollinatori che possono essere sfruttate per sopperire ai cambiamenti climatici e quindi una varietà di microclimi potrebbe fungere da rifugio per gli impollinatori dal riscaldamento climatico.



Lo studio conclude con una serie di azioni destinate a gestire correttamente la progettazione e il mantenimento dei parchi fotovoltaici al fine di aumentare la biodiversità e favorire lo sviluppo di una molteplicità di specie di impollinatori utili per svolgere un servizio ecosistemico locale a vantaggio delle specie vegetali agrarie comprese:

- 1) semina estesa di un mix di specie erbacee specifiche (nettarifere) ed eventuale risemina negli anni per assicurare la diversificazione del foraggiamento;
- 1.1) favorire la fioritura scalare e comunque ripetuta delle specie utilizzate per garantire disponibilità nell'arco dell'anno di foraggiamento dei pronubi;

- 2) creazione di habitat diversificati (con specie erbacee, cespugliose ed arboree) per favorire la nidificazione e la riproduzione;
- 3) mantenere limitato il numero degli sfalci delle aree prative per assicurare la disponibilità di foraggiamento e ridurre la presenza antropica;
 - 3.1) sfalciare se possibile in periodi diversi a file alterne per assicurare la variabilità della statura della vegetazione erbacea;
 - 3.2) ridurre al minimo l'uso di prodotti agrochimici;
- 4) creare elementi lineari plurispecifici composti da essenze arboree, cespugliose ed arbustive lungo i margini del campo fotovoltaico;
 - 4.1) inserire preferibilmente i parchi fotovoltaici nell'ambito di contesti utilizzati dall'agricoltura in quanto generatori di aree semi naturali utili quali rifugio per gli insetti impollinatori;
- 5) creare variabilità di habitat per favorire la difesa dalle variazioni microclimatiche.

Seppure lo studio riguardi specificamente l'interazione fra campi fotovoltaici a terra e pronubi, è giusto sottolineare quanto gli effetti di una strategia integrata come quella descritta porti al miglioramento delle interazioni fra l'ambiente semi naturalizzato dei campi fotovoltaici e le ulteriori forme di vita.

6.1 Modalità di attuazione delle politiche agroambientali nel parco fotovoltaico.

Il progetto dell'impianto fotovoltaico oggetto di interesse, prevede l'attuazione di una serie di azioni che puntano innanzitutto a convertire l'attuale uso del suolo (caratterizzato da terreno agrario soggetto a coltivazione intensiva) verso colture che comportino la riduzione degli elementi critici che incidono sull'ambiente promuovendo un nuovo equilibrio ecologico.

Innanzitutto, si prevede la progressiva riduzione della pressione antropica e la riduzione al minimo di ogni input rilevante mediante:

- contenimento della presenza fisica dell'uomo;
- impiego limitato di mezzi agricoli a motore con relative attrezzature e inoltre di dimensioni più contenute;
- distribuzione di input (diserbanti, prodotti fitosanitari, concimi chimici) solo in caso di effettiva necessità dopo una valutazione delle soglie di intervento;
- adozione dei criteri di produzione integrata previsti dallo standard SQNPI “Sistema di Qualità Nazionale Produzione Integrata” di cui al DM 4890/2014 e dai relativi disciplinari.



Si intende inoltre agire sul miglioramento della qualità del suolo mediante le seguenti attività di tipo agronomico:

- recupero della fertilità naturale riavviando il ciclo della sostanza organica volto a migliorarne la dotazione negli orizzonti attivi, la micro/macro porosità, lo scambio gassoso con l'atmosfera, la capacità di ritenzione idrica naturale e l'ecosistema microbiologico (microbiota) del suolo stesso;
- riduzione della compattazione degli orizzonti superficiali;
- metabolizzazione progressiva di eventuali residui di prodotti chimici accumulati nel tempo a seguito della coltivazione intensiva;
- aumento dell'accumulo di sostanza organica e quindi di carbonio nel terreno;
- riduzione dell'uso dell'acqua.

Si prevede infine l'attuazione di colture ed attività produttive che contemperino in maniera ottimale le esigenze finora descritte.

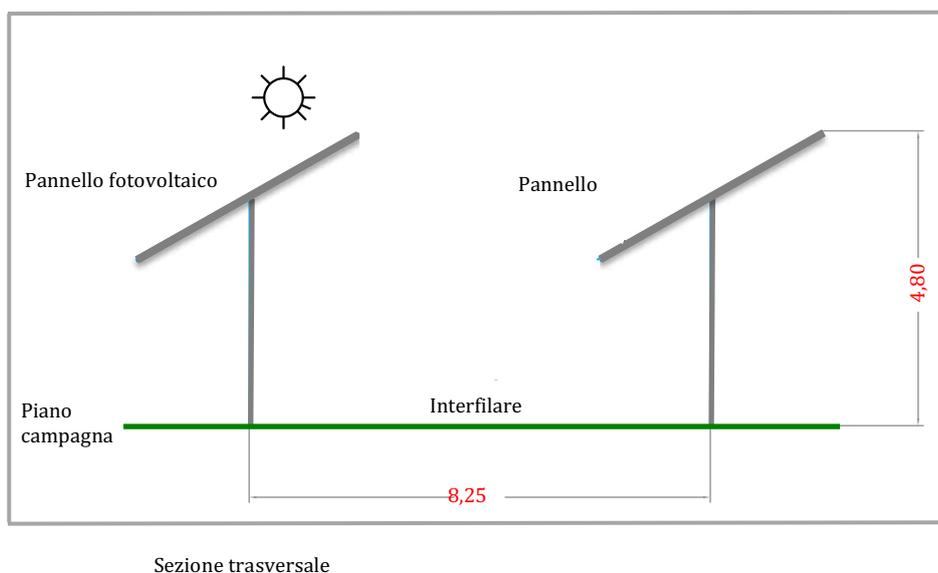
Il modello proposto punta pertanto ad integrare le tecnologie per la generazione energetica da fonti sostenibili, tramite fotovoltaico a terra, con opere di diversificazione ambientale ed attività agricole di nicchia, ma di alta specializzazione e di valore ecologico. A seguito della realizzazione dell'impianto e delle opere correlate si prevede l'avvio di un'attività di monitoraggio al fine di poter valutare gli effetti nel lungo periodo di questa sostanziale rinaturalizzazione di ampie porzioni di territorio agrario rispetto a parametri produttivi ed ambientali.

6.2 Integrazione delle attività agricole nel campo fotovoltaico a terra

La realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra è caratterizzato dall'installazione di inseguitori solari monoassiali ovvero ampi pannelli montati su supporti metallici infissi nel terreno, senza necessità di alcun basamento, posti in filari paralleli con orientamento nord-sud e distribuiti nell'ambito di una determinata superficie. I pannelli, opportunamente comandati tramite specifici software, ruotano progressivamente sull'asse longitudinale seguendo istantaneamente la posizione del sole onde assorbire la massima quantità di energia.

6.2.1 L'impianto.

Nel caso specifico si prevede la posa in opera di pannelli la cui altezza raggiungerà mediamente un massimo di m 4,80 (alla massima inclinazione), un minimo di m 0,40 e una distanza fra supporto e supporto di m 8,25.



L'integrazione di un impianto fotovoltaico con le attività di coltivazione deve essere preliminarmente valutata tenendo conto dei seguenti aspetti: l'incidenza dell'opera sui parametri climatici e le modalità di meccanizzazione delle lavorazioni agronomiche.

6.2.2 I parametri climatici

La luce. Come ampiamente noto le piante (esseri viventi autotrofi) si sviluppano grazie ad un eccezionale processo biochimico costituito dalla fotosintesi clorofilliana attraverso il quale vengono sintetizzati polisaccaridi che vanno a costituire le pareti cellulari dei tessuti vegetali consentendone l'accrescimento. E' l'unico processo biochimico in grado di trasformare materia inorganica (acqua e anidride carbonica) in materia organica (tessuti vegetali, biomassa). E da essa consentire agli organismi eterotrofi (animali) di cibarsene dando struttura decisiva alla catena alimentare.

Alla base della fotosintesi clorofilliana è altrettanto noto che vi è la luce solare ovvero la radiazione solare entro un intervallo ben definito compreso fra 400 e 700 nm (lunghezza d'onda della fotosintesi attiva) che colpisce le pagine fogliari degli organismi vegetali innescando tale processo. Lo spettro luminoso utile diretto è pari al 40% della radiazione globale tenuto conto che un 25% di esso viene comunque riflesso. Inoltre la radiazione diretta rappresenta il 50% del totale che raggiunge il suolo mentre il rimanente 50% è rappresentato da radiazione diffusa ovvero priva di una direzione prevalente.

Questa premessa giova a dimostrare che le colture agrarie si sviluppano normalmente in un contesto ove la luce è sia diretta che diffusa. Un tanto perchè alla base della possibilità di integrare coltivazioni agrarie erbacee ed impianti fotovoltaici a terra vi è proprio la tipologia di "ambiente luminoso" che si viene a creare al di sotto delle attrezzature fotovoltaiche, dei "pannelli".

I filari di pannelli incidono sulla quantità di radiazione diretta riducendola in funzione della distanza fra i filari stessi, dell'orientamento longitudinale, della stagione e dell'ora diurna. Aumenta invece la luce diffusa ovvero riflessa dagli stessi pannelli. L'orientamento longitudinale dei filari di pannelli e l'applicazione della tecnologia ad inseguimento (che consente la rotazione dei medesimi per raccogliere il

massimo di energia dal sole durante l'intero arco del giorno) massimizzano la penetrazione della luce al suolo durante il periodo primaverile estivo.

Le specie vegetali che giungono al picco produttivo in questo periodo vi sono sicuramente le grandi colture a seminativo eliofile, con un elevato fabbisogno di luce, come i cereali (il mais in particolare), le proteaginose (la soia), le piante da frutto (es.: melo, pero, pesco), l'olivo e la vite. Mentre nella stessa epoca trovano uno stato produttivo ottimale anche le importantissime specie sciafile (con minore fabbisogno luminoso) come le piante da fibra ovvero le foraggere. Grazie alle tecniche agronomiche, le foraggere vengono in genere seminate con un'elevata densità per creare artificialmente un ambiente luminoso sub-ottimale tale da favorire (grazie alla maggior produzione di auxine - ormoni della crescita) la distensione degli steli e quindi una maggior quantità di biomassa prodotta.

La temperatura. Uno dei problemi climatici più evidenti, percepiti nettamente da chiunque negli ultimi 30 anni, è dato dalle variazioni climatiche con particolare evidenza nelle temperature medie che hanno segnato, a livello globale, un innalzamento di 1,5 °C (GISS NASA) che si traduce in inverni miti e soprattutto estati molto calde con frequenza di colpi di calore. Questi ultimi, abbinati a prolungate siccità, ma non solo e non sempre, stanno mettendo a repentaglio l'intera flora endemica nostrana. Osservando con attenzione le specie arboree si nota ormai in maniera ricorrente il disseccamento, in piena estate, dei ciliegi selvatici, delle roverelle, degli olmi e il deperimento addirittura delle acacie. Sta venendo progressivamente meno un vero e proprio patrimonio vegetazionale.

Al di sotto di un impianto fotovoltaico a terra è prevedibile una riduzione della T di circa 3-4°C dovuto all'ombreggiamento generato dai pannelli a cui si aggiunge una probabile modificazione del tasso di umidità relativa specie la mattina (maggiore) e verso sera (minore). Questa condizione microclimatica consente di rendere favorevole la coltivazione sia di specie microterme (colture autunno vernine come frumento, orzo e foraggere graminacee) sia quelle macroterme (colture primaverile estive come mais, soia, erba medica e trifoglio) che sfrutterebbero un ambiente più riparato dagli effetti dei colpi di calore e comunque delle temperature più elevate.

L'ombreggiamento prodotto dai pannelli fotovoltaici rappresenta un utile ausilio per la difesa delle colture sottostanti dagli eccessi termici e allo stesso tempo uno strumento per valutare nel lungo periodo il grado di contenimento dei danni da eccesso di calore sulle colture agrarie praticabili nei campi fotovoltaici.

6.2.3 La meccanizzazione

Come già accennato il livello di meccanizzazione delle colture agrarie attuate nell'ambito di un impianto fotovoltaico a terra è variabile secondo le caratteristiche della coltura. La dimensione degli spazi disponibili nell'interfilare generata dall'altezza dei pannelli, dalla distanza fra i sostegni combinata con la necessità di evitare l'urto delle infrastrutture, impone scelte diverse.

Le lavorazioni agromeccaniche normalmente necessarie per la coltivazione di seminativi possono essere sommariamente così sintetizzate:

- concimazione chimica o organica del terreno (1)

- aratura o ripuntatura per il dissodamento del suolo e l'interramento del concime (2)
- frangizollatura (1)
- semina (1)
- trattamenti fitosanitari (1)
- raccolta con mietitrebbiatura (3)

oppure nel caso delle foraggere:

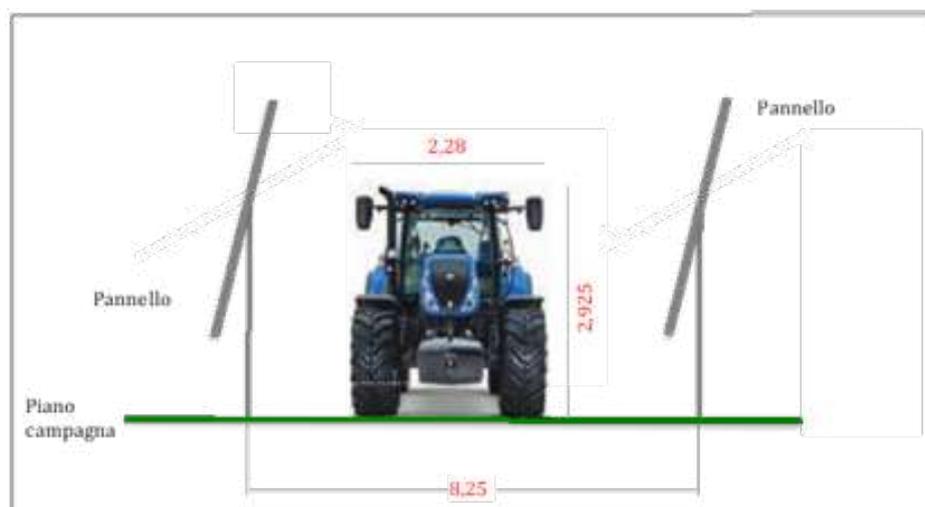
- sfalcio con fanciaccondizionatrice (1)
- ranghianatura per il rivoltamento e l'essiccazione naturale del fieno, andanatura (1)
- imballaggio (2)
- raccolta (1)

Nel caso infine delle colture legnose (frutta, olivo e vite) le operazioni colturali salienti sono:

- concimazioni (1)
- trattamenti fitosanitari (2)
- raccolta meccanica (nel caso della vite e dell'olivo) (3)

Gli interventi di tipo (1) possono essere effettuati con trattrici di limitata potenza e dimensioni in quanto destinate al traino di attrezzature relativamente ingombranti e pesanti. Nel caso delle attività di tipo (2) la trattrice deve possedere potenza e dimensioni maggiori in quanto soggetta a maggior sforzo dovendo trainare attrezzature più impegnative. Infine le attività di tipo (3) dedicate alla raccolta meccanica dei prodotti, devono essere realizzate con macchine di dimensioni ben maggiori e certamente incompatibili con gli spazi disponibili negli interfilari dell'impianto fotovoltaico.

Pertanto il modello di meccanizzazione delle attività di coltivazione all'interno di un impianto fotovoltaico si ritiene compatibile con quello applicabile alle colture a seminativo in primis ed alla fienagione in particolare.



Ingombro di una trattrice di media/elevata potenza (125/180 CV)

6.2.4 Sintesi delle modalità di integrazione

Dall'analisi svolta, emerge che la coltivazione del suolo impegnato da un impianto fotovoltaico e l'impianto stesso sono integrabili seppure con alcune limitazioni dovute agli spazi disponibili fra i pannelli e per le condizioni microclimatiche che si creano al di sotto dei medesimi. In particolare si ritiene decisamente disagiata la coltivazione di piante legnose come la vite e i fruttiferi in genere da un lato per la ristrettezza degli spazi disponibili (insufficienti per l'attuazione di un ottimale sistema di allevamento delle piante e per manovrare in maniera razionale con mezzi dedicati come atomizzatori a recupero, vendemmiatrici, scuotitrici meccaniche) e dall'altro per l'effetto di ombreggiamento indotto dall'impianto che provocherebbe ritardi di maturazione, parametri di qualità meno performanti come grado zuccherino e colorazione dei frutti. Inoltre, certi fruttiferi non potrebbero essere protetti dalla grandine con reti impossibili da montare. Non si considera peraltro praticabile neppure la coltivazione di certe colture a seminativo come il grano o il mais in quanto, seppure di facile meccanizzazione, non consentirebbero l'ottimizzazione dei costi di produzione causa probabile rilevanza dei tempi morti dovuti alla necessità di rallentare i ritmi di lavoro per evitare danneggiamenti ai pannelli moltiplicati dalla numerosità di operazioni colturali da effettuare nell'arco della stagione produttiva. Soprattutto, le macchine per la raccolta (le mietitrebbie) non disporrebbero di spazi sufficienti per effettuare la raccolta. Inoltre, nel caso del mais, l'ombreggiamento ne ridurrebbe considerevolmente la capacità vegetativa e la produttività.

Diversa conclusione si può trarre nel caso in cui si ricorra alla coltivazione di foraggere di specie annuali e poliennali i cui vantaggi vengono di seguito elencati:

- l'accrescimento e la produttività vengono favoriti dall'ombreggiamento dei pannelli;
- la gestione meccanica risulta molto più semplice, realizzabile con macchine di dimensioni più contenute e da impiegare con frequenza più limitata;
- consentono un'accessibilità continua al fondo di persone e mezzi, durante tutto l'arco dell'anno, per assicurare la manutenzione e la pulizia dei pannelli nonché l'intervento rapido in caso di guasti o di emergenze in tutti i punti del medesimo grazie al consolidamento del terreno svolto dal tappeto di profondi ed intrecciati apparati radicali.

Inoltre le specie utilizzate, scelte fra quelle maggiormente nettariifere, possono svolgere un ruolo essenziale nell'ambito della filiera del miele e dei prodotti complementari ottenibili dall'attività apistica.

6.2.5 Scelta delle colture e delle attività agricole

In questo contesto e tenuto conto che uno degli obiettivi di questo progetto è anche quello di consentire all'interno dell'impianto fotovoltaico lo svolgimento di attività agricole di valore ecosistemico è stata individuata un'attività agricola in linea con le politiche agro-ambientali del Green Deal europeo e delle strategie di sostenibilità alla base della realizzazione dei parchi fotovoltaici in quanto ecologicamente miglioratrice, economicamente significativa e promotrice di un modello di sviluppo a basso fabbisogno di input basato sulla coltivazione estensiva di diverse essenze erbacee foraggere nettariifere sull'intera superficie dell'impianto.



 *Superficie coltivata a foraggiare*

 *Pannelli fotovoltaici*

7.0 La coltivazione dei prati, la fertilità dei suoli agrari e il ruolo di habitat

Negli ultimi 60/70 anni, la fertilità dei suoli è stata accostata alla produttività. Tanto più produce tanto più è fertile. Tanto più è reattivo all'integrazione fatta con i concimi chimici (principalmente a base di azoto, fosforo e potassio) e più risponde alle esigenze di accelerare la risposta produttiva necessaria per assecondare le richieste del mercato. In realtà il suolo agrario è l'habitat di microrganismi, alghe, funghi, insetti, acqua, che assieme alle caratteristiche pedologiche del medesimo (la tessitura, la granulometria, la porosità) interagisce con gli agenti climatici crea un equilibrio unico la cui stabilità nel tempo genera la fertilità. In un suolo fertile gli organismi trasformano con efficienza le sostanze nutritive e la sostanza organica rendendoli disponibili alle piante, proteggono queste da malattie e danno struttura al terreno. Un terreno fertile può essere coltivato facilmente, assorbe meglio la pioggia, preserva la porosità riducendo la migrazione delle particelle fini e resiste all'erosione. Filtra e neutralizza gli acidi che vi ricadono dall'atmosfera, degrada i fitofarmaci. La fertilità del suolo è il risultato di processi biologici complessi rendendolo capace di rigenerarsi nel tempo.

L'agricoltura "moderna", intensiva, prevalentemente monocolturale, senza rotazioni periodiche significative, priva di sovesci, senza l'interramento periodico di sostanza organica vegetale, ha portato a semplificare questa complessità riducendo certamente le rese produttive, aumentando i fenomeni di *stanchezza* del terreno. La rigenerazione della fertilità attraverso la coltivazione prativa prolungata nel tempo contribuisce ad arricchire il suolo di sostanza organica e a rigenerarlo; ne aumenta il contenuto di azoto fissandolo dall'atmosfera (grazie alla presenza di essenze leguminose), ne migliora la struttura glomerulare e colonizza il suolo contrastando la diffusione delle erbe infestanti.

Questa scelta agronomica si ritiene adatta al sito proprio per contribuire a ridurre ricorrenti prassi caratterizzate da ripetuta monocoltura o rotazioni molto limitate fra cereali e oleaginose con limitate intercalazione con prati avvicendati (es.: trifogli o erba medica) stabili sul suolo per almeno 3/4 anni. Infine, le colture prative, contribuiscono a trasferire il carbonio nel suolo in quantità significativa. Tale positivo effetto diviene apprezzabile specialmente se misurato in funzione della variazione dell'uso del suolo ovvero quando una coltura prevalente viene sostituita da un'altra. In particolare l'avvicendamento di colture a seminativo o permanenti con prati stabili porta ad accumulare nei primi 30 cm di suolo, nel lungo periodo, una maggior quantità di CO fino a 12,2 t/ha rendendolo il più virtuoso.

Variazioni di STOCK CO per variazioni di uso suolo (t/ha) - primi 30 cm di suolo				PIANURA
DA				
Seminativi \ colture permanenti	0	12,2	5,3	- 55,7
Prati stabili	-12,2	0	-6,9	- 67,9
Boschi di latifoglie \ boschi misti	-5,3	6,9	0	- 61,0
A	Seminativi \ colture permanenti	Prati stabili	Boschi di latifoglie \ boschi misti	Aree urbane

Tabella 2.5 – Stock di carbonio organico nei primi 30 cm suddiviso per categorie di uso del suolo. Regione pedologica: Pianura (variazioni positive rappresentate con gradazioni di colore verde, negative con gradazioni di colore arancio).

(ERSAF - Regione Lombardia - Il ruolo dell'agricoltura conservativa nel bilancio del carbonio - 2013)

Stima dello stock di Carbonio Organico accumulato nei primi 30 cm di suolo prativo nell'arco di 30 anni sulla superficie a FV	Superficie ha 10,60	Accumulo annuale t/ha 12,2	Accumulo in 30 anni t 129,32
---	---------------------	----------------------------	------------------------------

La realizzazione di un'ampia superficie prativa dedicata a essenze erbacee poliennali, polifite e nettariifere (in luogo del normale seminativo) consente inoltre di creare un elemento di diversificazione del territorio agrario tipico con l'inserimento di specie floristicamente importanti per l'insediamento e la riproduzione di insetti pronubi (sia api che altre specie) costituendo una fonte di foraggiamento ricca di varietà di fiori, di tipi di fiori ed infiorescenze, di pollini e nettare, di habitat adatti a creare microclimi ottimali e ponti ecologici verso ulteriori tipologie di habitat costituiti dalle formazioni arboree e cespugliose allignanti sui perimetri del sito realizzate a fini di mitigazione ambientale.

7.1 Realizzazione della coltura prativa

Le attività agronomiche per la semina del prato verranno avviate dopo la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, nel periodo autunnale e si svolgeranno secondo la seguente sequenza:

a) concimazione di fondo di origine organica (preferibilmente liquiletame bovino o digestato da biogas ottenuto esclusivamente da impianti agricoli da interrare con ancorette oppure ancora S.O. pellettata) in ragione di 30 ton/ha;

b) preparazione del terreno mediante aratura poco profonda (max cm 20) oppure utilizzo di ripper con l'attenzione di evitare eventuali condotte elettriche interrate, frangizollatura ed erpicatura per l'affinamento della zollosità e la preparazione ottimale del terreno alla semina;

c) acquisto di semente di essenze erbacee nettarifere (in via esemplificativa e non esaustiva: 6% trifoglio bianco - *Trifolium repens*, 6% facelia - *Phacelia tanacetifolia*, 1% tarassaco - *Taraxacum officinale*, 6% meliloto - *Melilotus officinalis*, 81% erba medica - *Medicago sativa*) in ragione di kg/ha 40, adatte a colonizzare rapidamente il suolo e mantenere il medesimo coperto da vegetazione fitta e rigogliosa per contrastare in maniera naturale le erbe infestanti; le abbondanti fioriture scalari contribuiranno nel tempo a costituire un pascolo interessante per le api ed altri pronubi e contribuiranno a rendere gradevole il paesaggio locale; la scelta di puntare principalmente sull'erba medica è supportata dal fatto che essa rappresenta la più virtuosa fra le specie erbacee foraggere in quanto costituisce un importante apporto di fibra e di valore nutritivo nell'alimentazione zootecnica; possiede infatti un titolo proteico elevato (produce la quantità più elevata di proteine per unità di superficie coltivata), fissa l'azoto atmosferico nel terreno, migliora la struttura del terreno grazie alle radici fittonanti e profonde, richiede una ridotta quantità di input, favorisce il sequestro del carbonio nel suolo ed incide quindi favorevolmente sulla qualità ecologica dell'ambiente; dal punto di vista economico la coltivazione della medica genera inoltre una PLV (Produzione Lorda Vendibile) di circa €/ha 1.732,00 a fronte di costi per €/ha 1.283,00 ed un utile di circa €/ha 449,00 totalizzando, sulla SAU dell'impianto di ha 16,06, un utile complessivo di € 7.210,94.

d) semina delle specie erbacee foraggere a fasce o in miscuglio con idonei mezzi agricoli;

e) effettuazione di una rullatura per il compattamento della superficie del suolo finalizzato a garantire il rapido attecchimento del prato appena seminato.



Trifoglio

Tarassaco

Facelia

Meliloto

Erba Medica

7.2 Manutenzione del prato successivamente alla semina

Successivamente alla semina seguirà l'effettuazione di opportune attività agronomiche necessarie a garantire il corretto sviluppo e mantenimento del prato così rappresentate:

- a) sfalcio periodico del cotico erboso (2-3 volte l'anno) da eseguire dopo la piena fioritura (per favorire l'utilizzo mellifero dei fiori da parte dei pronubi) e ad un'altezza di cm 15; l'operazione, facilmente meccanizzabile, verrà svolta preferibilmente con falciacondizionatrici laterali o frontali (per favorire il pre-appassimento e la qualità del fieno) portate con trattrici di media potenza;
- b) essiccazione all'aria tramite rivoltamento con ranghinatore nella parte centrale dell'interfilare fra i pannelli per sfruttare la disponibilità di radiazione solare nell'interfilare dell'impianto fotovoltaico, andanatura, imballaggio, caricamento su carro porta balloni autocaricante ed avvio a mercato della biomassa prodotta.

Ogni 4 anni, qualora il prato tenda a ridurre la capacità vegetativa, si prevede la possibilità di attuare le seguenti diverse soluzioni alternative:

- ripuntatura superficiale del terreno per l'arieggiamento del cotico erboso;
- sovescio mediante aratura con interrimento della biomassa vegetale per l'arricchimento del suolo di sostanza organica con successiva risemina di un miscuglio di essenze foraggere nettarifere;
- risemina su sodo oppure ancora trasemina di un miscuglio di essenze foraggere nettarifere.

7.3 Macchine e attrezzature necessarie per la gestione della coltura

La coltivazione delle foraggere necessiterà dell'impiego di una serie di mezzi ed attrezzature meccaniche normalmente reperibili presso un'azienda agricola specializzata (es.: zootecnica) oppure tramite ricorso a contoterzisti. Nella seguente tabella si riportano i fabbisogni di meccanizzazione la periodicità in cui se ne verifica la necessità e le criticità che possono verificarsi rispetto l'infrastruttura realizzata.

	Lavorazione agronomica	Mezzi da impiegare	Periodicità	Frequenza	Criticità	Reperibilità servizio
	Realizzazione della coltura prativa					
1	Concimazione di fondo con liquiletame di origine zootecnica o digestato	Trattrice di potenza elevata e botte con interratori	1° anno	1 intervento	Danneggiamento pannelli	Contoterzista
2	Aratura (profondità cm 20)	Trattrice di potenza elevata con aratro polivomere	1° anno	1 intervento	Danneggiamento pannelli Intercettazione cavi interrati	Contoterzista
3	Frangizollatura per l'affinamento del terreno	Trattrice di media potenza con frangizolle	1° anno	1 intervento	Danneggiamento pannelli	Contoterzista
4	Erpicazione per la preparazione del letto di semina	Trattrice di media potenza con frangizolle	1° anno	1 intervento	Danneggiamento pannelli	Contoterzista
5	Semina delle essenze foraggere	Trattrice di media potenza con seminatrice	1° anno	1 intervento	Danneggiamento pannelli	Contoterzista
6	Rullatura	Trattrice di media potenza con rullo	1° anno	1 intervento	Danneggiamento pannelli	Contoterzista

Manutenzione annuale						
1	Sfalcio periodico	Trattrice di media potenza con falciacondizionatrice preferibilmente anteriore	Ogni anno	3 interventi	Danneggiamento pannelli	Contoterzista
2	Rivoltamento per l'essiccazione e successiva andanatura per la raccolta	Trattrice di media potenza con voltafieno e andanatore	Ogni anno	3 interventi	Danneggiamento pannelli	Contoterzista
3	Imballaggio	Trattrice di media potenza con rotoimballatrice	Ogni anno	3 interventi	Danneggiamento pannelli	Contoterzista
4	Caricamento e trasporto a mercato	Trattrice di potenza elevata con carrello portaballoni autocaricante	Ogni anno	3 interventi	Danneggiamento pannelli	Contoterzista

Manutenzione poliennale						
1	Ripuntatura o aratura per sovescio	Trattrice di potenza elevata con ripuntatore o aratro polivomere	Ogni 4 anni*	1 intervento	Danneggiamento pannelli Intercettazione cavi interrati	Contoterzista
2	Trasemina su sodo o semina su terreno arato di foraggere nettarifere	Trattrice di media potenza con seminatrice	Ogni 4 anni*	1 intervento	Danneggiamento pannelli	Contoterzista

*: la periodicità è prevedibilmente di 4 anni, ma potrà essere modificata sulla base di valutazioni agronomiche puntuali dello stato vegetativo del manto erboso

Di seguito invece si espone, in via del tutto esemplificativa, la tipologia di macchine ed attrezzature necessarie per la realizzazione della coltivazione foraggiera.



Botte per liquami con interratori



Aratro polivomere



Erpice rotante per frangizollatura



Seminatrice di precisione



Seminatrice per terreno sodo



Falciacondizionatrice



Voltafieno



Andanatore



Rotoimballatrice



Carrello porta balloni autocaricante



Ripuntatore multiplo

7.4 Computo metrico estimativo dei costi di realizzazione e manutenzione

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DELLE OPERE AGRARIE					
N.	Descrizione dei lavori	U.M.	Quantità	Prezzo unit. €	Totale €
A) Realizzazione di un prato di essenze prative nectarifere sull'intera superficie destinata alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.					
1	Concimazione di fondo con sostanza organica (letame bovino o digestato ottenuto esclusivamente da impianti a biogas agricoli o S.O. pellettata); comprensivamente dell'approvvigionamento della s.o. e della distribuzione con idonei mezzi agricoli. t/ha 30 x ha 16,06 = t 481,80				
	Totale	ton	481,80	4,50	2.168,10
2	Effettuazione di un'aratura della profondità di cm 20.				
	Totale	ha	16,06	140,00	2.248,40
3	Effettuazione di una frangizollatura per l'affinamento della zollosità del terreno.				
	Totale	ha	16,06	85,00	1.365,10
4	Effettuazione di un'epicuratura volta all'ulteriore affinamento e pareggiamento del terreno e la preparazione del letto di semina.				
	Totale	ha	16,06	85,00	1.365,10
5	Acquisto di semente di essenze erbacee nectarifere (es.: 6% trifoglio bianco - Trifolium repens, 6% facelia - Phacelia tanacetifolia Benth., 1% tarassaco - Taraxacum officinale Weber, 6% meliloto Melilotus officinalis L., 81% di erba medica - Medicago sativa L.) per creare un tappeto erboso volto a garantire una rapida e fitta copertura del suolo (dose di semente di 40 kg/ha) ad evitare da subito la proliferazione di infestanti e favorire l'attrazione delle api durante le fioriture, la suzione del nettare e la produzione di miele. Erba medica seminata in purezza, le altre in purezza o miscuglio. kg/ha 40 x ha 16,06 = kg 642,40				
	Totale	kg	642,40	2,50	1.606,00
6	Semina con idonea seminatrice per semi di piccole dimensioni portata da trattrice agricola.				
	Totale	ha	16,06	65,00	1.043,90
7	Effettuazione di una rullatura per il compattamento superficiale del suolo volto finalizzato a garantire il rapido attecchimento del prato appena seminato.				
	Totale	ha	16,06	42,00	674,52
TOTALE A)					10.471,12

	B) Spese di gestione durante il 1° anno successivo alla realizzazione				
8	Effettuazione di 4 interventi di sfalcio e raccolta della biomassa con adeguati mezzi agricoli sull'intera superficie impegnata dall'impianto fotovoltaico.				
	ha 16,06 x 4 = ha 64,24				
	Totale	ha	64,24	373,33	23.982,93
	TOTALE B)				23.982,93
	TOTALE GENERALE (A+B)				34.454,05

8.0 La funzione dell'apicoltura in agricoltura e nell'ecosistema

L'attività apistica, regolata dalla L 313/2004, è attività agricola a tutti gli effetti ed è inoltre considerata un'attività di "*interesse pubblico*".

Trattasi di un primato riconosciuto dalla legge e noto a pochi, che merita un approfondimento sulle motivazioni ecologiche e ed economiche. In Europa la produzione di miele è in costante aumento (23% negli ultimi 10 anni) e l'Italia è il 4° produttore con 1.678.487 alveari e 18,5 mila tonnellate di prodotto annuo per un fatturato che supera i 200 milioni di Euro (*fonte: Anuario dell'Agricoltura italiana - CREA - 2020*). Il Piemonte è leader nell'attività apistica con 6.821 apicoltori e 195.191 alveari tanto da essere al centro di progetti pubblico-privati di valorizzazione di rilevanza regionale e nazionale (Fonte: Regione Piemonte). Al 2019 (ultima rilevazione completa del CREA) si contavano 2.135 apicoltori professionali e 4.027 per autoconsumo operanti con i seguenti metodi produttivi: nomade (27%), stanziale (73%), convenzionale (83%) e biologico (17%); producono miele e derivati di pregio (es.: propoli e cere) e sempre più affiancano alla propria attività il servizio di impollinazione specie nelle zone vocate alla frutticoltura o per il monitoraggio dello stato della biodiversità e degli indicatori ambientali nelle zone dedicate a vigneto intensivo. Dal punto di vista storico l'apicoltura affonda le proprie origini nella storia più lontana. Nell'antico Egitto l'apicoltura, raffigurata in numerosi bassorilievi rinvenuti nelle tombe dei faraoni (XVIII° e XXVI° dinastia), era molto sviluppata ed era praticata anche la transumanza degli alveari. Infatti gli antichi apicoltori spostavano i favi per mezzo di barche che sul Nilo seguivano le fioriture dall'Alto Egitto fino al Basso Egitto, percorrendo la moderna concezione dell'allevamento "nomade" delle api. Un altissimo grado di specializzazione, raggiunto in secoli di adattamento, fa delle api il migliore agente impollinatore esistente, impareggiabile per efficienza e scrupolosità nel lavoro svolto quotidianamente: possiamo affermare, senza timore di smentita, che le api sono il principale fattore per la conservazione della biodiversità.

La graduale scomparsa degli altri insetti pronubi che vivono allo stato selvatico causa l'invadenza delle pratiche agricole e dell'uso di fitofarmaci hanno reso le api allevate, largamente distribuite e protette dall'uomo, il principale insetto impollinatore e un vero e proprio strumento di produzione agricola; sono infatti moltissime le specie vegetali che non possono dare frutti in assenza di impollinazione incrociata entomofila (melo, pero, pesco, ciliegio, numerose orticole, ecc.).



Apis Mellifera Ligustica su melo (Foto G.C. - 2006)

A differenza di tutti gli altri insetti le api, essendo fedeli al tipo di fiore prescelto, consentono la fecondazione tra stesse specie vegetali, questo è molto importante perché, ad esempio, il polline di un fiore di melo non potrebbe mai fecondare un fiore di pero.

L'ape (*Apis Mellifera Ligustica Spinola*) è una specie animale non addomesticabile, che non si può confinare in un recinto o in una stalla. Alle api non si può imporre niente, si può solo proporre ovvero si possono creare le condizioni perché abbiano un pascolo abbondante per le loro esigenze. Un apiario copre un'estensione fino a tremila ettari (enorme rispetto ad altri allevamenti zootecnici) in maniera che possano produrre il "surplus" di miele che verrà raccolto dall'apicoltore senza condizionare in nessun modo il normale sviluppo della famiglia. L'apicoltura è una delle rare forme di allevamento il cui frutto non contempla né la sofferenza né il sacrificio animale e che ha una ricaduta molto positiva sull'ambiente e sulle produzioni agricole e forestali.

La realizzazione di un vasto pascolo ricco di essenze prative nettariifere all'interno dell'impianto agrivoltaico contribuisce a sostenere l'apicoltura che riveste un ruolo di primo piano nel processo produttivo agricolo e costituisce fonte di reddito per gli apicoltori.

9.0 Calcolo degli input evitati.

Il disimpegno dell'area oggetto di interesse dall'attività agricola intensiva comporterà diversi effetti fra cui un'importante riduzione degli "input" (es.: concimi chimici, prodotti fitosanitari, acqua irrigua, carburanti agricoli) che, si badi bene, sono necessari per garantire l'ottenimento delle produzioni agricole tradizionali (diversamente non si otterrebbero i raccolti), ma non necessari per condurre foraggiere sui suoli sui quali viene installato un impianto fotovoltaico a terra contribuendo in questo modo alla riduzione degli impatti sull'ambiente locale. Indubbiamente un vantaggio in più se il punto di osservazione diventa quello legato alla creazione di un ambito nel quale promuovere una sostanziale rinaturalizzazione del territorio.

In questa ottica sono state individuate le colture più ricorrenti del territorio circostante il sito di interesse e, per quelle maggiormente rappresentative (mais e frumento a cui è stato aggiunto il vigneto), sono stati analizzati l'insieme delle attività agronomiche necessarie per la coltivazione, la quantità di mezzi tecnici

impiegati, le risorse impiegate e le emissioni di gas ad effetto serra (come la CO₂) sulla base di dati caratteristici medi. Inoltre sono stati effettuati analoghi conteggi sulle colture foraggere che caratterizzeranno l'uso del suolo durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico. In particolare sono state individuate le principali lavorazioni agronomiche che comportano l'uso di macchine a motore (es.: distribuzione di concimi granulari, operazioni per la fienagione, raccolta, trattamenti fitosanitari, sfalcio degli interfilari, potature meccanizzate, trinciatura di sarmenti) di cui è stato stimato il consumo di carburante di fonte fossile; è stato stimato ulteriormente il consumo di mezzi tecnici (diserbanti, anticrittogamici e insetticidi per la difesa delle produzioni, concimi), di risorse come l'acqua irrigua ed infine la produzione di gas ad effetto serra come la CO₂ derivata dall'impiego delle trattrici con motore endotermico. I dati calcolati per unità di superficie sono stati poi moltiplicati per 25 ovvero il numero di anni pari alla durata minima prevedibile dell'impianto fotovoltaico.

Di seguito vengono riassunte le risultanze.

FRUMENTO					
Input	Caratteristiche	Principi attivi usati	U.M.	Quantità media annua/ha	Quantità in 25 anni
Prodotti fitosanitari	Diserbante (solo principio attivo)	2	kg	0,268	7
Prodotti fitosanitari	Anticrittogamico (solo principio attivo)	1	kg	0,248	6
Concimi chimici	Azoto/fosforo/potassio	3	kg	233	5.825
Carburante agricolo*	5 tipi di lavorazioni e 5 interventi		kg	160	4.000
* CO2 prodotta	1 Kg gasolio = 2,64 kg CO2		kg	422,40	10.560

MAIS					
Input	Caratteristiche	Principi attivi usati	U.M.	Quantità media annua/ha	Quantità in 25 anni
Prodotti fitosanitari	Diserbante (solo principio attivo)	14	kg	2,83	71
Prodotti fitosanitari	Anticrittogamico/Insetticida (solo principio attivo)	4	kg	0,25	6
Concimi chimici	Azoto/fosforo/potassio	3	kg	300	7.500
Acqua ad uso irriguo	20 mm x 4 interventi di soccorso estivo		hl	8.000	200.000
Carburante agricolo*	7 tipi di lavorazioni e 10 interventi		kg	172	4.300
* CO2 prodotta	1 Kg gasolio = 2,64 kg CO2		kg	455,4	11.385

VIGNETO					
Input	Caratteristiche	Principi attivi usati	U.M.	Quantità media annua/ha	Quantità in 25 anni
Prodotti fitosanitari	Diserbante (solo principio attivo)	1	kg	0,32	8
Prodotti fitosanitari	Anticrittogamico (solo principio attivo)	20	kg	7,45	186
Prodotti fitosanitari	Insetticida (solo principio attivo)	2	kg	0,07	2
Concimi chimici	Azoto/fosforo/potassio	3	kg	165	4.125
Acqua ad uso irriguo	20 mm x 4 interventi di soccorso estivo		hl	8.000	200.000
Carburante agricolo*	6 tipi di lavorazioni e 24 interventi		kg	240	6.000
* CO2 prodotta	1 Kg gasolio = 2,64 kg CO2		kg	634	15.840

FORAGGERE					
Input	Caratteristiche	Principi attivi usati	U.M.	Quantità media annua/ha	Quantità in 25 anni
Prodotti fitosanitari	Diserbante (solo principio attivo)	0	kg	0	0
Prodotti fitosanitari	Anticrittogamico (solo principio attivo)	0	kg	0,00	0
Prodotti fitosanitari	Insetticida (solo principio attivo)	0	kg	0,00	0
Concimi chimici	Fosforo/potassio	2	kg	210	5.250
Acqua ad uso irriguo	20 mm x 4 interventi di soccorso estivo		hl	0	0
Carburante agricolo*	1 concimaz. + 4 sfalci e imball.		kg	100	2.500
* CO2 prodotta	1 Kg gasolio = 2,64 kg CO2		kg	264	6.600

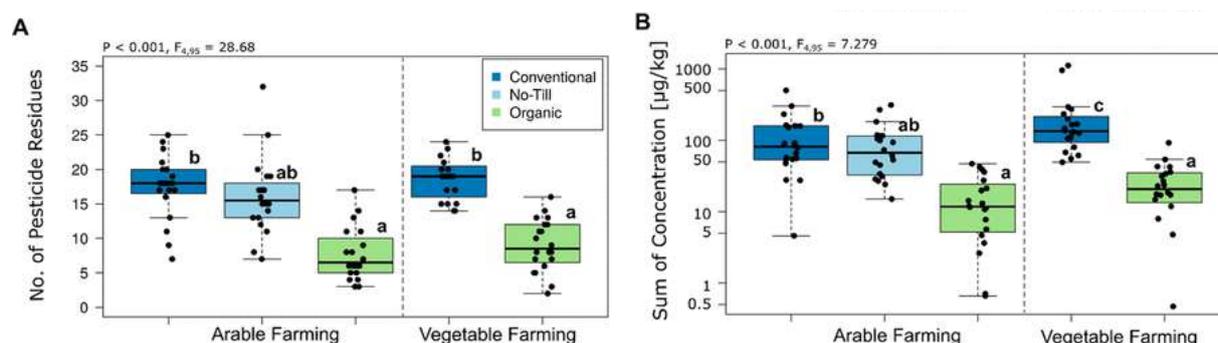
E' stata poi calcolata la quantificazione degli input in relazione alle diverse opzioni di destinazione d'uso agricolo del suolo raffrontate con la coltura di foraggere integrate nell'impianto fotovoltaico. Le stime sono commisurate alla superficie occupata dall'impianto (16,06 ettari di SAU) sempre nell'arco di 25 anni.

RAFFRONTO INPUT FRA USI DEL SUOLO DIVERSI SU ha 16,06 NELL'ARCO DI 25 ANNI

Input	U.M.	FRUMENTO	MAIS	VIGNETO	FORAGGERE
Diserbanti	kg	112	1.140	128	0
Anticrittogamici	kg	96	96	2.987	0
Insetticidi	kg	0	0	32	0
Concimi chimici	kg	93.550	120.450	66.248	84.315
Acqua ad uso irriguo	hl	0	3.212.000	3.212.000	0
Carburante agricolo*	kg	64.240	69.058	96.360	40.150
* CO2 prodotta	kg	169.594	182.843	254.390	105.996

Visti i volumi utilizzati nelle colture sopra citate vale la pena soffermarsi sul tema relativo all'accumulo di fitofarmaci nel suolo. Vi è da dire che non tutti vi residuano in quanto vengono metabolizzati e scomposti in molecole più semplici e degradabili e la scelta progettuale di coltivare foraggiere con metodo SQNPI va proprio nella direzione di limitarne al minimo l'impiego per evitare che ciò avvenga.

A questo proposito risulta di notevole interesse un recentissimo studio americano (Widespread Occurrence of Pesticides in Organically Managed Agricultural Soils—the Ghost of a Conventional Agricultural Past? - American Chemical Society - 2021) che ha misurato la concentrazione di sostanze fitosanitarie nel terreno di 100 siti coltivati (su diversi suoli, tipologie di colture e tecniche colturali) con metodo sia convenzionale che biologico. Dalle risultanze emerge che sono stati riscontrati residui di prodotti fitosanitari in tutti i 100 siti anche dopo 20 anni di conduzione biologica; nei terreni coltivati con metodo convenzionale la concentrazione di sostanze fitosanitarie era 9 volte superiore rispetto ai terreni condotti con metodo biologico ed in questi sono stati comunque riscontrati residui di 16 sostanze.



La permanenza di tali sostanze nel suolo influiscono sulla vitalità biologica del medesimo ovvero sulla flora batterica che costituisce un elemento essenziale per la rigenerazione naturale del suolo e sul mantenimento/accrescimento della sua fertilità. In buona sostanza la riduzione degli effetti della coltivazione intensiva sul suolo si ottiene riducendo l'apporto di sostanze vuoi attraverso metodi di

produzione almeno integrata o biologica se non mettendo di fatto a riposo significative superfici come si intende fare in abbinamento alla creazione degli impianti fotovoltaici a terra.

Non meno importante è la riduzione di ulteriori input inevitabili ed importanti per la produzione agraria tradizionale come: i concimi di sintesi chimica, l'acqua irrigua (i cui quantitativi utilizzati sono decisamente rilevanti) ed i carburanti impiegati per il funzionamento delle macchine agricole il cui consumo favorisce il perpetuarsi del fabbisogno di combustibili di origine fossile e dall'altro generano gas ad effetto serra fra i quali è facile calcolare la quantità della CO₂.

Da quanto esposto si può evincere la limitata quantità di input richiesti dalle colture foraggere rispetto ai cereali e ad una coltura arborea come la vite. Con buona probabilità, la scelta colturale delle foraggere, oltre a possedere una valenza economica significativa, concorre decisamente al riequilibrio ecosistemico del comprensorio.

10.0 Monitoraggio agro-ambientale tramite sistemi IOT agritech 4.0

Le attività agricole svolte all'interno del campo fotovoltaico avranno un ruolo sia produttivo che ecosistemico grazie ad un'adeguata gestione delle stesse nel lungo periodo. Data la complessità del progetto e l'interazione fra diversi soggetti nell'ambito della conduzione dell'impianto (fra i quali i manutentori delle attrezzature fotovoltaiche ed i partner agricoli) si ravvisa l'utilità di favorire in modo innovativo la raccolta e l'elaborazione di informazioni provenienti "dal campo". Ciò al fine di facilitare la formulazione di decisioni funzionali all'organizzazione del lavoro e della produzione nonché al monitoraggio di parametri ambientali. A questo proposito si intende ricorrere ai sistemi IOT (Internet of things) applicati attraverso tecnologie 4.0 ovvero installazione di sensoristica a controllo remoto.

Nel settore agricolo sono ormai molteplici le cosiddette applicazioni "agritech 4.0" che concorrono all'ottimizzazione dei processi produttivi mediante il rilevamento di informazioni con tecnologie elettroniche, la trasmissione a distanza attraverso la rete informatica e la produzione di reportistica decisiva per avviare/modificare/migliorare l'operatività lungo le filiere. Basti pensare ai processori installati su trattori agricoli o macchine da esse portate o trainate con cui è possibile effettuare lavorazioni del terreno o distribuzione di concimi e fitofarmaci con una precisione puntuale secondo i fabbisogni dei diversi tipi di terreno o delle colture.

Nel caso specifico l'attività produttiva da monitorare è quella foraggera. Ad essa va aggiunto il monitoraggio di taluni parametri ambientali utili per acquisire esperienza nell'evoluzione microclimatica che interviene in un campo fotovoltaico a terra nel lungo periodo. La si ritiene un'opportunità decisamente interessante vista l'attuale carenza di dati in tal senso ed utile per selezionare sempre meglio le colture più adatte alle nuove condizioni di climax.

10.2 Agritech 4.0 applicata al monitoraggio dell'attività foraggera e del microclima

L'attività di produzione foraggera può essere monitorata con tecnologia hardware e software ormai consolidata attraverso centraline IOT agrometeorologiche. Esse consentono il monitoraggio delle condizioni climatiche funzionali all'ottimizzazione della produzione foraggera. Quelle più evolute consentono di misurare ed archiviare dati relativi a precipitazioni piovose, umidità e temperatura dell'aria, pressione atmosferica, radiazione solare, bagnatura fogliare, temperatura e umidità del suolo. Ad esempio la misurazione della bagnatura fogliare abbinata all'umidità dell'aria, applicata al caso specifico, consente di poter valutare a distanza il preciso momento in cui effettuare lo sfalcio o la ranghiantura per voltare il fieno durante l'essiccazione; una fase importantissima della fienagione che, se svolta al momento giusto, evita il distacco delle foglioline dagli steli e la relativa dispersione; esse infatti rappresentano la parte più ricca di nutrienti per il bestiame a cui verrà destinato il foraggio. Le centraline dedicate a questo genere di monitoraggio dovranno essere installate sia in campo aperto, libero dall'ombreggiamento generato dai pannelli fotovoltaici sia in luoghi ombreggiati con lo scopo di valutare gli effetti sulle specie coltivate (velocità di accrescimento e produttività per unità di superficie). Risulta di notevole interesse capire in quale modo incida l'ombreggiamento dei pannelli sul suolo e sulle colture specialmente per mitigare l'intenso irraggiamento e l'aumento delle temperature medie indotte dai cambiamenti climatici ormai abbondantemente dimostrati. Attraverso l'uso dei droni e di specifiche telecamere sarà inoltre possibile il telerilevamento dall'alto dello stato vegetativo, la raccolta di dati per la mappatura della fertilità del suolo, la stima di resa georeferenziata delle colture foraggere, con la possibilità di produrre mappe multispettrali utili per l'elaborazione di modelli statistici e decisionali.

10.3 Computo metrico estimativo della sensoristica IOT Agritech 4.0

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO - SENSORISTICA IOT AGRITECH 4.0					
N.	Descrizione dei lavori	U.M.	Quantità	Prezzo unit.	Totale
IOT - Agritech 4.0 - Monitoraggio foraggere e microclima					
2	Fornitura e posa in opera di stazione agrometeorologica per il rilevamento di: umidità, temperatura, pioggia, punto di rugiada, pressione atmosferica; radiazione solare, umidità e temperatura del suolo; da installare una in campo aperto ed una in zona ombreggiata dai pannelli fotovoltaici; rilevamento almeno 1 volta all'ora; completa di asta di supporto, GPS per il posizionamento georeferenziato, SIM per l'invio dei dati, hardware e software specifico per la produzione di reportistica di sintesi.	n°	2	9.500,00	19.000,00
	Fornitura di drone munito di videocamera multispettrale per il monitoraggio della produzione vegetale.	n°	1	25.000,00	25.000,00
TOTALE ATTREZZATURE IOT AGRITECH 4.0					44.000,00

11.0 Monitoraggio e requisiti minimi ai fini dell'attività "agrivoltaica"

Con la pubblicazione delle Linee Guida redatte dal Ministero della Transizione Ecologica in data 27 giugno 2022 sono stati definite le caratteristiche ed i requisiti minimi che un impianto deve possedere per essere definito "agrivoltaico" ovvero una forma standardizzata di integrazione fra l'attività di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e quella di produzione agricola. Ciò al fine di consentire semplificazioni dal punto di vista autorizzativo e/o concorrere al percepimento di contributi ed incentivi pubblici sulla realizzazione e l'esercizio dell'impianto:

- Requisito B.1 Continuità dell'attività agricola (Paragrafo 2.4 delle LLGG): prevede la verifica della continuità dello svolgimento dell'attività agricola nel sito fotovoltaico e si suddivide in due punti controllo:

a) esistenza e resa della coltivazione; vengono verificati a fini statistici gli effetti dell'attività fotovoltaica sulla produttività agricola; *"tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo"*.

Tenendo conto che le Linee Guida sono tutt'oggi oggetto di approfondimento interpretativo si propone di seguito una simulazione riguardante il caso di interesse:

- coltura ante operam: seminativo a cereali;
calcolo della PLV/ettaro: applicabile mediante stima
- colture post operam: coltivazione foraggere con prevalenza di erba medica
calcolo della PLV/ettaro: applicabile mediante stima

b) mantenimento dell'indirizzo produttivo; *"Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate."*

Di difficile applicazione in quanto viene richiesto che il calcolo venga attuato sull'intera azienda che coltiverà la superficie interessata dall'impianto confrontando lo stato (valore della produzione aziendale) ante e post operam; il rischio è quello di diluire il valore della produzione di quel segmento di attività ancorchè di un possibile aumento della stessa, nelle pieghe della dinamica economica dell'impresa agricola; in ogni caso si propone una simulazione riguardante il caso di interesse:

- coltura ante operam: seminativo a cereali (frumento e mais);

valore della produzione (PLV/ettaro secondo parametri RICA): €/ha 1.330,50

- coltura post operam: coltivazione foraggere con prevalenza di erba medica
valore della produzione (PLV/ettaro secondo parametri RICA): €/ha 496,00

Esito della verifica: non cambia l'indirizzo produttivo che rimane la coltivazione di seminativi e nello specifico di foraggere; inoltre il valore della produzione è apprezzabile. Pertanto si ritiene che, in linea di principio, il requisito possa essere rispettato. In quanto all'esistenza sul sito di colture destinate alle filiere soggette a certificazioni comunitarie (DOP e IGP) non vi è evidenza di ciò.

- Requisito D ed E (Paragrafo 2.6 delle LLGG): i sistemi di monitoraggio; le Linee Guida stabiliscono inoltre la verifica periodica dell'effettiva sussistenza dei citati requisiti nell'arco del tempo.

D.1 – Il risparmio idrico; i sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo; sono previste pertanto attività di misurazione diretta o indiretta volte a monitorare l'andamento dell'impiego della risorsa idrica che potrà essere riassunta in una relazione triennale a cura del proponente.

D.2 – Monitoraggio della continuità dell'attività agricola; come già descritto nei paragrafi precedenti, l'attività di monitoraggio dovrà riguardare anche i parametri riguardanti la resa e il mantenimento dell'indirizzo produttivo; in questo caso, sulla base dei dati contenuti nel fascicolo aziendale, dell'analisi del piano colturale annuale e dei dati tecnico economici provenienti dalla rilevazione secondo metodologia RICA e l'elaborazione degli stessi da parte del CREA, verrà redatta una relazione di sintesi a firma di un agronomo con requisiti di terzietà.

E.1 – Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo; riguarda il recupero dei terreni non coltivati che vengono restituiti all'attività agricola grazie alla conversione a sistemi agrivoltaici; nel caso di specie non è applicabile in quanto il caso non rientra nella fattispecie.

E.2 – Monitoraggio del microclima; l'interazione fra la struttura tecnologica dell'impianto fotovoltaico, il suolo e le piante coltivate può conseguire modificazioni del microclima puntuale dovuto all'ombreggiamento generato dai pannelli che possono così concorrere alla riduzione della temperatura e dell'umidità dell'aria e la modificazione della ventosità; detti parametri opportunamente misurati all'esterno dei moduli e sul retro degli stessi consentono di ricostruire tale dinamica e di poterla studiare. Questo progetto prevede l'installazione di sistemi di rilevazione basati su sensoristica e software di memorizzazione ed elaborazione di dati. Anche in questo caso l'attività di monitoraggio sarà oggetto di sintesi in una relazione triennale redatta dal proponente.

12.0 Compatibilità dell'impianto rispetto al PEAR in materia di Denominazioni di Origine

Il PEAR - Piano Energetico Ambientale Regionale del Piemonte stabilisce che i terreni su cui si intende realizzare un impianto fotovoltaico, nel caso in cui rientrino nell'area geografica di produzione di prodotti

a Denominazione di Origine (DOP/IGP/STG di cui al Reg. (UE) n. 1151/2012) e se sono destinati a coltivazioni correlate a prodotti a Denominazione di Origine o di Prodotti Agroalimentari Tradizionali (PAT di cui alla D.G.R. n. 16-3169 del 18.04.2016) vanno considerati inadatti per tale realizzazione. Più precisamente, nel caso in cui i disciplinari di produzione dei prodotti trasformati (es. carni, formaggi) vincolino all'utilizzo di materie prime (es. foraggi) coltivate nell'area geografica di riferimento, la verifica della sussistenza dell'idoneità dei terreni deve essere eseguita in relazione a tali materie prime. In questo modo si è provveduto a controllare l'estensione delle zone geograficamente delimitate dai disciplinari dei 24 prodotti certificati con DOP, IGP ed STG e dei 50 PAT piemontesi ed entro le quali devono essere ottenuti i prodotti oggetto di protezione incluse le materie prime alla base del relativo ciclo produttivo. Sono stati così individuati 7 prodotti DOP/IGP e 2 PAT la cui zona geografica di origine interessa il territorio del comune di Alessandria. Si è pertanto provveduto a controllare presso il conduttore dei terreni oggetto di interesse l'eventuale iscrizione a consorzi di tutela o l'assoggettamento ai sistemi di controllo a tutela di prodotti a marchio senza che emergessero risultanze in tal senso.

13.0 Cronoprogramma dei lavori

Le numerose attività agronomiche previste per la realizzazione del progetto dovranno rispettare la cadenza stagionale essendo legate alla necessità di effettuare le lavorazioni del suolo in condizioni di tempera e nel rispetto del ritmo biologico delle essenze vegetali da seminare o trapiantare. La cura e l'attenzione alla giusta calendarizzazione dei lavori, consentiranno di ottenere risultati efficaci e duraturi.

Descrizione dei lavori	annata 1				annata 2 e successive			
	autunno	inverno	primavera	estate	autunno	inverno	primavera	estate
Concimazioni	x							
Preparazione del terreno	x							
Semina essenze erbacee	x							
Irrigazioni di soccorso			x	x				x
Sfalcio del prato			x	x			x	x

14.0 Quadro economico riassuntivo delle opere agrarie

Di seguito i valori economici riguardanti i costi comprensivi della realizzazione e della manutenzione al 1° anno.

Descrizione dei lavori	Importo Euro
Realizzazione dei prati di foraggiere	34.454,05
Sensoristica IOT Agritech 4.0	44.000,00
TOTALE DI PROGETTO	78.454,05

Udine, dicembre 2022

Il Tecnico
Per. Agr. Giovanni Cattaruzzi