

Indice generale

1.1	Premessa	2
1.1.1	Benefici dell'impianto agrivoltaico (APV).....	2
1.1	Integrazione delle scelte progettuali con soluzioni digitali innovative per un'agricoltura sostenibile	3
1.2	Il progetto integrato di agro-forestazione per la produzione di miele nelle aree esterne al parco fotovoltaico	5
1.3	Realizzazione di siepi perimetrali arboreo-arbustive autoctone e piantumazioni interne all'area	6
1.4	Effetti microclimatici dell'impianto agrivoltaico	8
1.5	Sistemi di monitoraggio adottato per le colture arboree ed erbacee	9
1.6	Sistemi di monitoraggio adottato per l'attività apistica	10
1.7	Conclusioni.....	11

1.1 Premessa

Si premette che l'area oggetto d'intervento risulta essere area idonea, così come meglio specificato nell'elaborato "Tav_MI1_IntegrazioneMIC_Prot_5372-P" e nella nota "OsservazioniParereComuneMartignacco", documenti già trasmessi al MASE e recepiti in data 02.03.2023.

Si osserva anche che, come già indicato nell'elaborato "Tav_SIA1_StudioImpattoAmbientale", il sistema agrario dell'area, alla data dei sopralluoghi, risulta prevalentemente caratterizzato da monoculture cerealicole/orticole, con assenza di vitigni e con la presenza di siepi arboree che dividono le particelle agricole; inoltre sul terreno che ospiterà l'impianto non risultano presenti specie erbaceo/arbustive di interesse conservazionistico ed alberi di rilevante interesse naturalistico, ornamentale o di pregio, ma sono presenti esclusivamente aree a coltivazione cerealicola/orticola di rotazione.

Inoltre il tema delle risorse energetiche è più che mai al centro del dibattito in questo momento. Uno dei possibili sistemi per la produzione di energia elettrica sui quali si punta particolarmente l'attenzione è quello del fotovoltaico che consiste nell'installazione di pannelli fotovoltaici sui terreni destinati alle colture e all'allevamento.

Conciliare l'attività agricola e produzione di energia elettrica con i pannelli solari è possibile grazie all'agrivoltaico, che introduce la produzione fotovoltaica nelle aziende agricole integrandola con quella delle colture e con l'allevamento.

Una forma di "convivenza" particolarmente interessante per la decarbonizzazione del nostro sistema energetico, ma anche per la sostenibilità del sistema agricolo e la redditività a lungo termine di piccole e medie aziende del settore che devono essere protagoniste di questa rivoluzione. O per stimolare il recupero di terreni agricoli abbandonati.

Il presente progetto dunque ha deciso di cogliere questa sfida: conciliare resa agricola e produzione di energia elettrica da solare fotovoltaico integrando questi sistemi in modo vantaggioso e sinergico sia per le aziende agricole che per la sostenibilità del pianeta

Tutto ciò premesso, comunque, l'intervento proposto prevede la continuità agricola dei suoli interessati e le ipotesi progettuali tendono a massimizzare la produttività agricola dei suoli interessati.

1.1.1 Benefici dell'impianto agrivoltaico (APV)

Uno dei maggiori problemi dei classici impianti fotovoltaici a terra è l'uso del suolo, ovvero date le caratteristiche dell'impianto è impossibile la gestione agricola dei terreni. Questi sistemi hanno un grosso impatto in diverse aree del mondo dal punto di vista dello sfruttamento dell'uso dei suoli. Questa problematica riveste un ruolo estremamente importante e attuale dato dal progressivo fenomeno della desertificazione dei terreni, con

conseguente perdita di produttività dei suoli. Per questo motivo il sistema APV offre un'importante e valida alternativa rendendo possibile la coltivazione dei terreni e la produzione di energia.

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

Nello specifico i benefici apportati sono:

- Suddivisione del rischio d'impresa impiegando differenti specie agrarie. Questo sistema consente di suddividere il rischio dato da fattori metereologici e dall'oscillazione dei prezzi delle produzioni agricole, diversamente da quanto può avvenire in un sistema di coltivazione tradizionale locale dove a prevalere è una sola specie colturale, come ad esempio il frumento.
- Impiego di colture facilmente meccanizzabili, con la possibilità dunque di ottimizzazione delle produzioni dal punto di vista qualitativo e quantitativo. Le finestre temporali in cui effettuare la raccolta dei prodotti, in modo da preservare la quantità e la qualità delle produzioni, oggi, a causa dei cambiamenti climatici, si stanno rivelando sempre più ridotte. È per questo motivo che la meccanizzazione delle colture si constata essere sempre più un fattore determinante.
- Contrasto alla desertificazione e alla perdita di fertilità dei suoli grazie all'impiego di cover crops (colture di copertura) e all'ombreggiamento dato dai pannelli. Si attenua così l'impatto negativo dato dalla radiazione solare e dai fenomeni erosivi, determinando una minor perdita di sostanza organica nel terreno.
- Incremento della biodiversità dato dall'impiego di differenti specie agrarie, con conseguente minor pressione da parte dei patogeni.
- Incremento delle produzioni grazie all'azione pronuba delle api. Molte specie agrarie hanno un tipo di impollinazione entomofila.

1.1 Integrazione delle scelte progettuali con soluzioni digitali innovative per un'agricoltura sostenibile

Sostenibilità, conoscenza, efficienza sono i tre elementi e i principali vantaggi, delle scelte progettuali proposte nel presente progetto agrivoltaico per attuare la nuova frontiera dell'Agricoltura 4.0. Con il concetto di Agricoltura 4.0 si intende l'evoluzione dell'agricoltura di precisione, realizzata attraverso la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati provenienti dal campo, come per esempio le caratteristiche fisiche e biochimiche del suolo, tramite sensori e/o qualsiasi altra fonte terza. Tutto questo è abilitato dall'utilizzo di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la creazione di conoscenza e il supporto

all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera.

Lo scopo ultimo è quello di aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell'agricoltura. Di fatto, l'Agricoltura 4.0 rappresenta l'insieme di strumenti e strategie che consentono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanzate con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione.

Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, aumentando l'efficienza produttiva.

Fra le soluzioni digitali innovative per la tracciabilità alimentare offerte sul mercato italiano si assiste al boom della Blockchain, la cui presenza è più che raddoppiata in un anno e che caratterizza il 43% delle soluzioni disponibili, seguita da QR Code (41%), Mobile App (36%), Data Analytics (34%), e l'Internet of Things (30%).

Sulla base di questi concetti fondamentali per la ricerca della sostenibilità ambientale in agricoltura, il presente progetto vede l'adozione di *soluzioni integrate innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola, e adottando al contempo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale, di precisione, controllate tramite la realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture così da permettere la continuità delle attività delle aziende agricole che già oggi gestisce l'area oggetto di impianto.*

Da tutto ciò lo studio del presente impianto agrivoltaico caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione, sullo stesso terreno, di impianti fotovoltaici.

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

I sistemi agrovoltaici sono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (PV) con la produzione agricola e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di Agricoltura 4.0 e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima

generazione, garantirà una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto, sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione.

Il Piano Agro-Solare ha come obiettivi principali l'incremento della produttività dei terreni agricoli coinvolti, attraverso lo sviluppo dell'agricoltura biologica, anche con nuove coltivazioni

accanto a quelle tradizionali, compresi gli aspetti zootecnici e di sicurezza sul lavoro. Il programma mira alla produzione di energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con il territorio, puntando all'impiego di mezzi agricoli elettrici. Il presente Report vuole essere di supporto all'Azienda per comprendere i fattori che agiscono sulla scelta della coltura in funzione del design impiantistico dell'impianto fotovoltaico.

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

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

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

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

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

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

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

1.2 Il progetto integrato di agro-forestazione per la produzione di miele nelle aree esterne al parco fotovoltaico

L'agroforestazione (*agroforestry*) o agroselvicultura è l'insieme dei sistemi agricoli che vedono la coltivazione di specie arboree e/o arbustive perenni, consociate a seminativi e/o pascoli, nella stessa unità di superficie.

Tali sistemi rappresentano la più comune forma di uso del suolo nei paesi della fascia tropicale ed equatoriale. Nei paesi ad agricoltura intensiva, quali quelli dell'UE, a partire dagli anni '50-'60 dello scorso secolo, la meccanizzazione agricola e la tendenza alla monocoltura hanno determinato una drastica riduzione dei sistemi agroforestali che erano invece la norma in passato (es. seminativi arborati, pascoli arborati, ecc.). Sistemi tradizionali sono ancora presenti in vaste aree dei paesi del Mediterraneo, tra cui l'Italia, soprattutto nelle aree più marginali e meno vocate all'agricoltura intensiva.

L'agroforestazione si distingue in diverse tipologie:

- **Sistemi silvoarabili**, in cui si sviluppano specie arboree (da legno, da frutto o altro prodotto), e specie erbacee colturali.
- **Sistemi silvopastorali**, in cui allevamento e arboricoltura (da legno o frutto) convivono nella stessa area;
- **Sistemi lineari**, in cui siepi, frangivento o fasce tampone ai bordi dei campi, svolgono una funzione di tutela per gli agro-ecosistemi e di "difesa" per le superfici agricole);
- **Fasce ripariali**, in cui specie arboree e arbustive si mettono agli argini dei corsi d'acqua, per proteggerli da degrado, erosione ed inquinamento;
- **Coltivazioni in foresta** (coltivazione di funghi, frutti di bosco e prodotti non legnosi in genere, nella foresta).

Poiché l'agro-forestazione si identifica nella realizzazione consociata di attività produttive diverse, la scelta delle tecniche agronomiche da realizzare in tali impianti deve fare in modo che il connubio fra specie arboree e specie erbacee generi vantaggi attesi in termini produttivi, ecologici e di uso efficiente delle risorse naturali.

Le aree sottratte all'attività agricola, unicamente seminativi presentano tutte una forma più o meno regolare, giacitura sub-pianeggiante. Importante evidenziare che le formazioni naturali risultano quasi assenti ed estremamente semplificate. Il progetto fotovoltaico rende disponibili, completata l'installazione, estese superfici coltivabili che nel caso specifico, si è deciso di destinare a essenze a spiccata propensione mellifera.

1.3 Realizzazione di siepi perimetrali arboreo-arbustive autoctone e piantumazioni interne all'area

Come descritto in precedenza l'agro-forestazione è ad oggi una pratica con benefici in termini di "green policy". Al fine anche di mitigare l'impatto paesaggistico, la scelta della tipologia di agro-forestazione da applicare è ricaduta sui "Sistemi lineari" nelle aree perimetrali all'impianto fotovoltaico in proposta, costituiti da siepi ed alberi intervallati a distanza regolare (fascia di larghezza pari a 10 m); inoltre è prevista la piantumazione di essenze erbacee internamente all'area d'impianto.

La scelta delle cultivar da impiantare, sulla base delle caratteristiche dell'area, è stata fatta

in funzione della proposta progettuale di realizzare un apiario. Pertanto, la consapevolezza dell'aumento della biodiversità, lo studio delle essenze autoctone presente nella zona, la normativa in materia di apicoltura e la gestione alimentare dell'entomofauna pronuba, hanno permesso di definire il seguente assetto:

- piantumazione di siepi ed alberi melliferi perimetralmente all'impianto che abbiano una funzione di mascheramento e aumento della biodiversità locale;
- un apiario per la produzione di miele;
- coltivazione di erba medica tra le file dei moduli fotovoltaici, per la produzione di foraggio al termine della loro funzione mellifera.

In particolare:

- Siepe: consociazione mista tra *Crataegus monogyna* Jacq, *Viburnum opulus* L. e *Hedera elix*;
- Arboreo: sesto d'impianto di *Tilia cordata* Mill. a distanza regolare per la produzione mellifera;
- Prato: l'interno del campo fotovoltaico, tra le stringhe delle celle fotovoltaiche, sarà coltivata a *Medicago sativa* L.;
- Aree a disposizione del proponente e non interessate dall'impianto: mantenimento della coltura cerealicola (*Zea mays* L.).

Per i dettagli si rimanda alla "Tav_RP2_RelazioneAgronomicaConApiario" trasmessa in data 07.10.2022.

1.4 Effetti microclimatici dell'impianto agrivoltaico

La presenza dei trackers dell'impianto agrivoltaico determina alcune alterazioni a livello di disponibilità di radiazione, di temperatura e di umidità del suolo, che caratterizzano il microclima delle piante coltivate. L'impatto può essere più o meno incisivo, in funzione delle specifiche esigenze delle specie prese in considerazione per l'impianto.

- La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, regola il processo di fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la loro produttività.

In generale, la presenza di un tracker tende a ridurre la percentuale di radiazione diretta, con intensità variabile in funzione della distanza dal pannello, del momento del giorno e del periodo dell'anno, e tende ad aumentare la quantità di radiazione diffusa. Tuttavia, la moderna tipologia di trackers ad inseguimento mono-assiale e l'ampia distanza tra questi, consentono alle piante coltivate di sfruttare sia la radiazione riflessa che quella diffusa dai pannelli stessi.

- La temperatura dell'aria, essendo in stretta correlazione con la radiazione solare, tende a variare nell'area sottostante l'impianto andando a ridursi anche di 3-4 °C e aumentando la propria umidità.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme che necessitano di temperature mediamente più elevate. A causa degli impatti agricoli dovuti ai cambiamenti climatici, oggi, si tende ad ombreggiare le colture con siepi, alberature e reti ombreggianti, per cercare di mitigare fenomeni di stress termici, scottature e carenze idriche. A tal fine l'impianto agrivoltaico potrebbe rappresentare un servizio analogo. Così come le piante microterme trarrebbero certamente vantaggio dalla condizione di ombreggiamento parziale, anche le macroterme ne sarebbero avvantaggiate per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione. Inoltre, il parziale ombreggiamento dell'impianto andrebbe a influire anche sulla temperatura del suolo che nel periodo estivo tenderebbe a diminuire e nel periodo invernale, grazie al riflesso delle radiazioni emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno e trattenute dai pannelli, tenderebbe ad aumentare.

L'evapotraspirazione definisce la quantità d'acqua che effettivamente evapora dalla superficie del terreno e traspira attraverso gli apparati fogliari delle piante, in determinate condizioni di temperatura. La condizione di ombreggiamento, intervenendo sulla radiazione solare, sulla temperatura dell'aria e infine, sulla temperatura del suolo, tende a ridurre la traspirazione fogliare e, in maggior misura, l'evapotraspirazione del terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo con conseguente riduzione degli apporti idrici necessari.

1.5 Sistemi di monitoraggio adottato per le colture arboree ed erbacee

Il monitoraggio atmosferico in agricoltura è diventato ormai indispensabile. Le condizioni climatiche e le stagioni sono sempre più altalenanti. Primavera che sembrano estati, inverni che sembrano autunni. Tutto questo porta alla necessità di avere a disposizione una tecnologia d'avanguardia che permetta di monitorare l'andamento climatico nel modo più preciso possibile. Il monitoraggio atmosferico in agricoltura è assai difficoltoso ma altrettanto fondamentale per il corretto andamento dell'attività agricola. Esso permette, anche ai meno esperti, di prevenire e gestire per tempo le principali avversità climatiche. Prevenire e gestire vuol dire allo stesso tempo limitare i danni dovuti dalla grandine, come è successo qualche giorno fa nel Nord Italia, e di avere un risultato finale ottimale.

A tal scopo sarà utilizzata una piattaforma IoT con sensori agrometeorologici professionali, DSS e modelli previsionali per la difesa e il monitoraggio dell'irrigazione. L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere in modo chiaro e semplice i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti). Le sonde di umidità del suolo posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale. Integrazione dei dati in un sistema avanzato DSS (Sistemi di Supporto alle Decisioni).



Obiettivi di questa tecnologia sono:

- prevedere le avversità per intervenire tempestivamente, nella maniera corretta e più indicata in base all'agente patogeno o fitofago;
- evitare trattamenti inutili o addirittura dannosi;
- verificare la reale necessità idrica della pianta restituendo solo lo stretto indispensabile;
- integrare i sistemi di irrigazione tramite le apposite stazioni;
- mantenere il corretto microclima a vari livelli per il massimo sviluppo colturale;
- ottimizzare i consumi e ridurre gli sprechi (trattamenti, irrigazione, ecc.);

- garantire la massima produttività e qualità del prodotto finale.

1.6 Sistemi di monitoraggio adottato per l'attività apistica

La necessità del monitoraggio dello stato di salute degli alveari nasce dalla consapevolezza del disastro ambientale che ha causato e continua a causare la moria delle api. Dato il processo di estinzione, le poche api rimaste sono responsabili del processo di impollinazione che permette una produzione dell'80 per cento circa delle specie vegetali destinate alla nutrizione dell'uomo, generando un mercato di 153 miliardi di dollari a livello mondiale. Per questo motivo, sarà applicata all'attività apistica un sistema di tele-



controllo professionale dell'apiario, in modo da poter entrare in contatto con tutte le informazioni necessarie circa la biologia del sistema e l'efficacia delle operazioni di cura delle api attraverso una soluzione sostenibile e di facile applicazione.

Il sistema di monitoraggio si dota di un pacchetto di sensori posizionati sull'arnia: il sensore temperatura esterna ed il sensore pioggia danno informazioni ambientali sull'esterno, mentre il sensore temperatura interna, la bilancia ed il sensore conta ingressi/uscite forniscono informazioni sullo stato all'interno della colonia. Inoltre, sarà applicato un sensore conta api che consente di informarsi sulla situazione di sviluppo o di contrazione della colonia.

Dalla combinazione di questi dati derivano informazioni per lo studio biologico, per lo stato di avanzamento della produzione di miele, propoli, cera, grazie ad un controllo preciso del peso giornaliero dell'arnia.

Il secondo concetto innovativo consiste nell'utilizzo del web come sistema di accesso ai dati monitorati, attraverso una semplice ed intuitiva web application, consultabile da computer, tablet e smartphone. Per questo motivo i dispositivi montati sull'arnia sono dotati di un sistema di localizzazione GPS che serve per localizzare le arnie, utile in situazioni soprattutto di nomadismo, oltre a un sistema di trasmissione GPRS/wifi per trasferire i dati acquisiti al server. Tutto viene alimentato tramite batteria ricaricata da pannello solare, rendendo il sistema autonomo. Attraverso la web application l'apicoltore può consultare in tempo reale i dati dell'apiario, consentendogli di fare le verifiche del caso senza andare a disturbare la normale attività dell'insetto oltre a vedere immediatamente le situazioni di allarme grazie ad un sistema di alert.

1.7 Conclusioni

In definitiva, l'esame del sistema agronomico dell'area di impianto in esame, ha permesso di evidenziare come esso sia caratterizzata da una dominanza agricola a seminativi.

Da quanto sopra esposto la realizzazione dell'impianto con la scelta di un agro-forestazione costituita da siepi di specie autoctone e messa a dimora di specie arboree mellifere fuori dall'area del campo fotovoltaico e specie erbacee internamente all'area d'impianto, ad oggi costituiscono un elemento di pregio in termini di biodiversità dell'area e costituisce un ruolo del tutto miglioratore sullo stato pedo-agronomico del sito, il tutto in linea ai dettami di cui all'art. 31, comma 5 del D.L. 77 del 31.05.2021.