



REGIONE PUGLIA



COMUNE di Cerignola



PROVINCIA di FOGGIA

Proponente	 <b>Hergo Renewables S.p.A.</b> Partita IVA 10416260965, R.E.A. n. 2529663 Via Privata Maria Teresa, 8 20123 Milano (MI)				
Coordinamento	 <b>VEGA sas</b> LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING <small>Via delli Carri, 48 - 71121 Foggia - Tel. 0881.756251 - Fax 1784412324          mail: info@studiovega.org - website: www.studiovega.org</small>		<b>Agr. Rocco Iacullo</b> Via Padre Antonio da Olivadi 59 - 71122 Foggia Email: studioiacullo@gmail.com		
Studio Ambientali e Paesaggistici	<b>Arch. Antonio Demaio</b> Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251   Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com			Progettazione Civile-Elettrica	 Via Pippo Fava, 1 - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1813283 Web: antexgroup.it email: info@antexgroup.it
Studio Flora fauna ed ecosistema	<b>Dott. Forestale Luigi Lupo</b> Corso Roma, 110 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it		Studio Geologico-Geotecnico Idrologico	<b>Studio di Geologia Tecnica &amp; Ambientale</b> <b>Dott.sa Geol. Giovanna Amedei</b> Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793   Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it	
Studio Archeologico	 <b>Dott. Vincenzo Ficco</b> Tel. 0881.750334 E-Mail: info@archeologicasrl.com		Studio Idraulico	<b>Studio di ingegneria</b> <b>Dott.sa Ing. Antonella Laura Giordano</b> Viale degli Aviatori, 73 - 71121 Foggia (Fg) Tel./Fax 0881.070126   Cell. 346.6330966 E-Mail: lauragiordano@gmail.com	
Studio Acustico	<b>Arch. Marianna Denora</b> Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA) Tel. Fax 080 3147468 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it		Studio Agronomico	<b>Dott. Agr. Emidio Fiorenzo Ursitti</b> Via Trieste, 7 - 71121 Foggia E-Mail: emidioursitti@libero.it	
Opera	<p align="center"><b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA PARI A 40,0752 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE, INTEGRATO CON LA COLTIVAZIONE DI FORAGGIO, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) - (Loc. "Tavoletta")</b></p> <p align="center"><b>Valutazione di Impatto Ambientale</b>          ai sensi dell'art.23 D.Lgs.152/2006</p>				
Oggetto	Folder: VIA_16				
	Nome Elaborato: W32BUA4_RelazioneAgronomica				
	Descrizione Elaborato: Relazione Agronomica - Agrovoltaico a Prato Polifita				
03	Maggio 2023	Trasm. integr. documentale MASE - ID_VIP 8055	VEGA	Arch. A. Demaio	HR SPA
02	Dicembre 2022	Trasm. integr. documentale del MITE Prot. 0008357 - 02/11/2022 - ID_VIP 8055	VEGA	Arch. A. Demaio	HR SPA
01	Settembre 2022	Integrazioni AU	VEGA	Arch. A. Demaio	HR SPA
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:	NC	Codice Pratica <b>W32BUA4</b>			
Formato:					



## Indice

1. L'IMPRESA E I SUOI PROTAGONISTI.....	3
1.1 Presentazione dell'impresa.....	3
1.2 Vertice e management aziendale.....	3
1.3 Ubicazione.....	3
2. IL SISTEMA AGRI-FOTOVOLTAICO INTEGRATO.....	7
2.1 Illuminazione solare.....	7
2.2 Temperatura.....	7
2.3 Evapotraspirazione.....	8
4 LA COLTIVAZIONE AGRICOLA IN CONDIZIONE DI OMBREGGIAMENTO.....	8
5 AREA DI INTERVENTO.....	8
5.1 Coltivazione del prato polifita permanente.....	9
5.2 Integrazione coltura-fotovoltaico.....	10
5.3 Sostenibilità economica dell'attività agricola.....	12
6 GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE.....	13
7 LA MECCANIZZAZIONE DELLA COLTIVAZIONE A PRATO.....	14
8 STOCCAGGIO DEL FIENO PRODOTTO.....	15
9. OBIETTIVI PRODUTTIVI E DI REDDITIVITA' PERSEGUITI.....	15
9.1 Analisi finanziaria.....	15
10 CONCLUSIONI.....	16

### Descrizione dell'iniziativa

Il presente Piano di Fattibilità Tecnico-Economico riguarda un progetto di riqualificazione aziendale attraverso la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra a inseguimento solare, organizzato in filari nord-sud ben distanziati (interfila 4,75 m) per consentire la coltivazione nell'interfilare. Le ali fotovoltaiche, che presentano movimentazione est-ovest, sono incernierate a 2.2 m di altezza su piloni semplicemente inseriti nel terreno. Tali piloni sono agevolmente rimovibili a fine vita dell'impianto e non determinano alcun impatto residuo sul terreno agricolo.

Si tratta di un impianto fotovoltaico di ultima generazione che, per le sue caratteristiche costruttive, ha un impatto limitato sul suolo agricolo, consentendo il contemporaneo esercizio conveniente dell'agricoltura e la produzione di energia elettrica rinnovabile. Tale caratteristica permette di classificare l'impianto come agri-voltaico.

La superficie interessata dal progetto agri-voltaico è un terreno agricolo situato nel Comune di Cerignola, che si estenderà su una superficie di circa 62 ettari attualmente coltivata con colture estensive cerealicole e orticole (pomodoro, broccolo).

Considerati i dati progettuali, la copertura fotovoltaica lascia tra i filari una zona priva di ingombro (in proiezione verticale) di circa 32 ha a larghezza variabile in funzione dell'orario del giorno, che va da un minimo di 2,44 m (mezzogiorno, ora solare) ad un massimo di 3,63 m (alba e tramonto), ovvero variabile dal 50% al 75%. La fascia libera tra le file consente quindi la necessaria movimentazione dei mezzi meccanici per la gestione delle ordinarie attività di coltivazione del terreno.

Area coltivata			Impianto Fotovoltaico					
Lotto	Superficie		Superficie Settori ftv		Superficie pannelli		Lunghezza tracker	Densità occupazione (%)
	mq	ha	mq	ha	mq	ha	ml	sup ftv/ha
1	71534	7,15	117439	11,74	41894	4,19	19288	35,67%
2	64642	6,46	104503	10,45	36657	3,67	16877	35,08%
3	182850	18,29	302487	30,25	111008	11,10	51109	36,70%
<b>TOTALE</b>	<b>319026</b>	<b>31,90</b>	<b>524429</b>	<b>52,44</b>	<b>189559</b>	<b>18,96</b>	<b>87274</b>	

È possibile tuttavia, la coltivazione dell'intera superficie e la valorizzazione dell'agroecosistema attraverso una opportuna scelta delle colture; il progetto infatti prevede di coltivare tutto il terreno sotto i pannelli fotovoltaici attraverso la realizzazione di un **prato polifita permanente, di durata illimitata**, che risulterebbe ben adatto alle condizioni microclimatiche che si vengono a realizzare all'interno dell'impianto. Tale scelta, che verrà descritta nel seguito della relazione, ha indubbi vantaggi in termini di conservazione della qualità del suolo (accumulo di sostanza organica), incremento della biodiversità, favorendo lo sviluppo di organismi terricoli (biota), la diffusione e la

URSITTI DR. EMIDDIO F.

protezione delle api selvatiche, il popolamento di predatori e antagonisti delle più comuni malattie fungine e parassitarie delle piante coltivate, e della fauna selvatica. La redditività del prato polifita non risulterebbe alterata dalla presenza del fotovoltaico, al contrario si intravede la possibilità di aumentare la marginalità rispetto alle condizioni di pieno sole, e sarebbe possibile la conversione al metodo di coltivazione biologico per il ridotto apporto di input colturali richiesti dal prato.

L'obiettivo di questa proposta è quella di integrare le unità foraggiere per gli allevamenti di ovini esistenti nelle aree limitrofe.

## 1. L'IMPRESA E I SUOI PROTAGONISTI.

### 1.1 Presentazione dell'impresa.

La società proponente l'impianto è la Hergo Renewables S.p.A., con sede in Milano, Via privata Maria Teresa, 8, - 20123; la società dispone della superficie agricola di pertinenza in forza di atti preliminari stipulati che le rispettive proprietà hanno sottoscritto. Essa, attraverso una sua società agricola di scopo, condurrà direttamente i terreni agricoli e l'allevamento zootecnico esercitato su di essi. I terreni agricoli sono siti in agro di Cerignola (FG) alla Località "Tavoletta" e sono estesi catastalmente ha 86.85.45 e in seguito meglio catastalmente specificati.

Detti terreni agricoli della proponente Società, risultano attualmente coltivati ad agricoltura convenzionale e investiti a seminativo avvicendato di Frumento duro per ha 86.85.45 della varietà "Iride", di Favino per ha 43.42.73 della varietà "Prothabat" e ad Orzo per ha 43.42.73 della varietà "Planet".

Con la presente iniziativa imprenditoriale la Società Hergo Renewables S.p.A. si pone l'obiettivo di aumentare sensibilmente il proprio fatturato attraverso la trasformazione produttiva innovativa agro-energetica dell'intera superficie catastale agricola di **ha 62.00.00**.

### 1.2 Vertice e management aziendale

La società proponente l'impianto (Agv) Hergo Renewables S.p.A. accentrerà su di se, attraverso una sua società agro-energetica, i compiti di amministrazione e direzione delle attività agro-zootecniche ed energetiche integrate, commercializzando i propri prodotti agricoli di cui è socia.

### 1.3 Ubicazione

Le superfici agricole site in agro di Cerignola (FG) alla Località "Tavoletta" sono individuati come di seguito indicato:

Particelle interessate da impianto fotovoltaico						
Riferimenti catastali			Superfici			Qualità
Comune	FG	P.IIa	ha	a	ca	
Cerignola	392	22	12	59	85	SEMINATIVO

URSITTI DR. EMIDDIO F.

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA PARI A 40,0752 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE, INTEGRATO CON LA COLTIVAZIONE DI FORAGGIO, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) (Loc. "Tavoletta") - *Trasm. integr. documentale MASE - ID\_VIP 8055*

392	75	0	20	60	SEMINATIVO/ULIVETO
392	117	3	64	88	SEMINATIVO/ULIVETO
392	120	0	44	7	ULIVETO
392	123	0	99	27	ULIVETO
392	116	2	1	10	SEMIN IRRIG
392	119	0	42	96	SEMIN IRRIG/ULIVETO
392	115	3	0	0	SEMINATIVO
392	23	0	69	52	SEMINATIVO
392	24	10	16	50	SEMINATIVO/ULIVETO
392	44	2	88	90	SEMINATIVO/ULIVETO
392	186	1	92	86	SEMINATIVO/ULIVETO
392	185	1	91	37	SEMINATIVO/ULIVETO
392	184	1	36	91	SEMINATIVO
392	54	1	44	83	SEMINATIVO
392	206	9	98	1	SEMINATIVO
394	800	10	10	85	SEMIN IRRIG
394	792	18	28	16	SEMINATIVO/ORTO IRRIG
394	656	4	74	81	SEMIN IRRIG

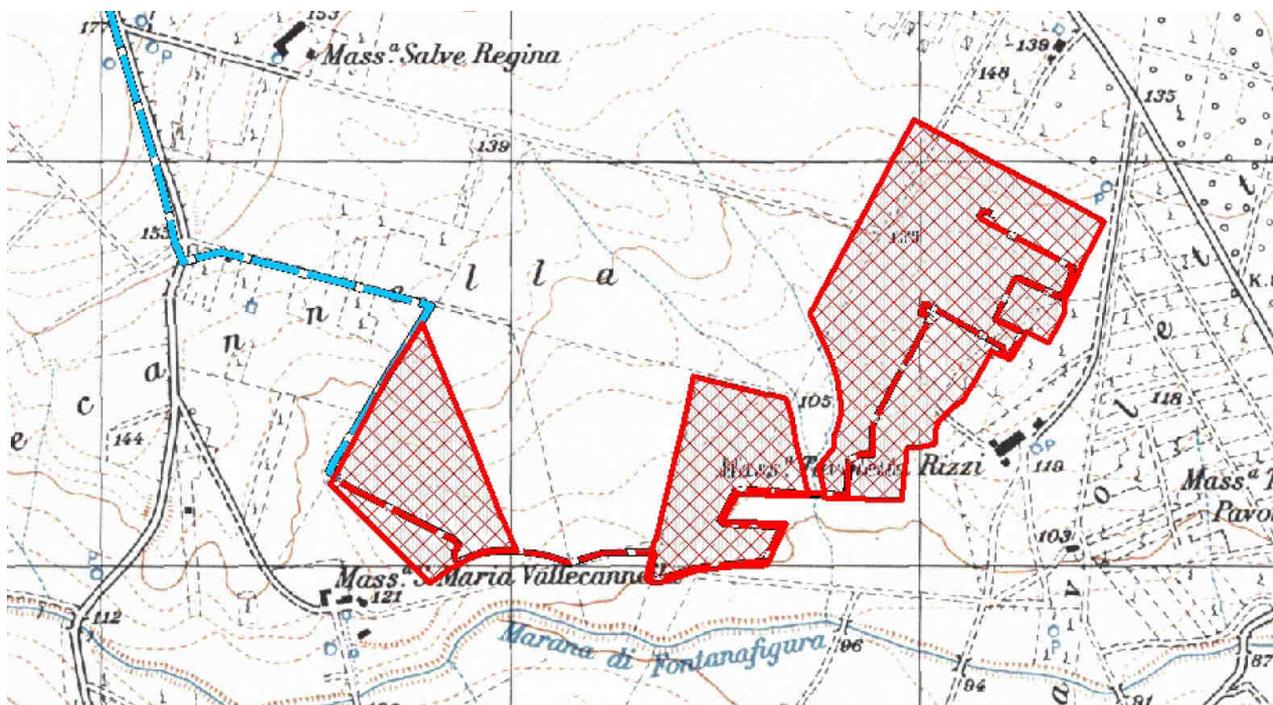


Fig. 1. Individuazione dell'area di impianto su Carta IGM 1:25.000

URSITTI DR. EMIDDIO F.

Via Trieste, 7- 71121 Foggia

e-mail: [emidioursitti@libero.it](mailto:emidioursitti@libero.it); pec: [e.ursitti@epap.conafpec.it](mailto:e.ursitti@epap.conafpec.it)



*Fig. 2. Visuale attuale dei luoghi di intervento*



*Fig. 3. Planimetria dell'impianto agri-voltaico.*

## 2. IL SISTEMA AGRI-FOTOVOLTAICO INTEGRATO

La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo, che possono avere effetti positivi, nulli o negativi, in funzione delle specifiche esigenze della specie coltivata.

### 2.1 Illuminazione solare

La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa.

Nel presente impianto si stima che la riduzione media annua della radiazione diretta sia dell'80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 35-40%. In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile-estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate essendone soddisfatte le esigenze termiche, per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

Per quanto riguarda il livello di saturazione per l'intensità luminosa, le piante sciafile, con basse esigenze luminose, come le piante foraggere molto spesso l'ombreggiamento è realizzato agronomicamente per accentuare l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra, foraggio e foglie, per effetto della maggiore presenza dell'ormone della crescita (auxina) che è foto-labile.

### 2.2 Temperatura

Sebbene ci sia una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera, e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale (Panozzo et al., 2019). Al di sotto dell'impianto fotovoltaico inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino, e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole.

L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata e può essere applicata attraverso l'uso di pannelli fotovoltaici. Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione, oltre il quale, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel

**URSITI DR. EMIDIO F.**

suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agri-voltaico.

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno-primaverili); in tali condizioni le radici possono accrescersi maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

### 2.3 Evapotraspirazione

In condizioni di ombreggiamento è lecito attendersi una riduzione della traspirazione fogliare, e in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo.

Poiché in Italia, la carenza idrica in fase di riempimento della granella ha conseguenze negative marcate sulla resa e sulla qualità ("stretta del grano"), il parziale ombreggiamento che si realizza nel sistema agri-voltaico deve essere considerato positivamente per il prato.

## 4 LA COLTIVAZIONE AGRICOLA IN CONDIZIONE DI OMBREGGIAMENTO

Come già descritto nel paragrafo relativo all'illuminazione, da esperienze già documentate, le piante sciafile come le graminacee e quindi il foraggio polifita seppur con una riduzione della radiazione del 50%, comparabile a quella che si realizzerà nell'impianto agri-voltaico in oggetto, sono state rilevate produttività uguali o addirittura superiori al pieno sole in specie graminacee foraggere microterme, ed una moderata riduzione, dell'ordine del 20-30%, in specie macroterme foraggere sia graminacee ((Lin et al., 1998; Mercier et al., 2020).

In Italia è stato affrontato in un campo sperimentale (Amaducci et al., 2018) in cui è stato simulato in un analogo impianto agri-voltaico a Piacenza, sulla base dei dati climatici storici degli ultimi 40 anni, rese di granella di frumento analoghe o superiori al pieno sole. Tali risultati vanno ascritti alle migliori condizioni microclimatiche nel periodo di maturazione del frumento, tra cui una maggiore umidità del terreno, una minore evapotraspirazione e l'effetto frangivento che riduce l'allettamento della coltura.

## 5 AREA DI INTERVENTO

Attualmente l'area in progetto è coltivata a colture **orticole in pieno campo** facendo ricorso alle tecniche convenzionali di coltivazione. Senza entrare nei dettagli di ogni coltura, variabili da caso a caso, nella sua

**URSITTI DR. EMIDDIO F.**

generalità questo tipo di coltivazioni è caratterizzata da:

- Elevata potenzialità produttiva, tipica del territorio della media valle dell'Ofanto;
- Limitato utilizzo di manodopera, in conseguenza della totale meccanizzazione;
- Ricorso ad aratura profonda (30-40 cm), e lavorazioni meccaniche di erpicatura che, pur se utili a massimizzare la produttività, causano un impoverimento progressivo della sostanza organica del terreno per effetto dell'ossigenazione del terreno;
- Utilizzo di concimi (in particolare azotati), ammendanti e antiparassitari che, dilavati parzialmente dalle piogge, contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda, e alla contaminazione dei prodotti alimentari;
- Utilizzo abbondante di carburanti fossili per il funzionamento delle trattrici agricole convenzionali.

Con la proposta progettuale agri-voltaico si rappresenta un piano di miglioramento e modernizzazione aziendale inquadrabile come Agricoltura 4.0. Il progetto infatti prevede di installare inseguitori solari mono-assiali nei quali, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale (pannelli fissi rivolti verso sud) che presenta una zona d'ombra concentrata in corrispondenza dell'area coperta dai pannelli stessi, vi è una fascia d'ombra che si sposta con gradualità durante il giorno da ovest a est sull'intera superficie del terreno e quindi non si vengono a creare zone costantemente ombreggiate o costantemente soleggiate.

In relazione alle premesse sull'ombreggiamento e la peculiarità delle graminacee, si prevede di coltivare un **prato polifita permanente destinato alla produzione di foraggio** che comporta un elevato livello di naturalità e di rispetto ambientale per effetto del limitatissimo impiego di input colturali e consente di attirare e dare protezione alla fauna selvatica, in particolare le api, e rappresenta la migliore soluzione per coltivare l'intera superficie di terreno ottenendo produzioni analoghe a quelle che si raggiungerebbero in pieno sole. Va evidenziato, infatti, che negli impianti agri-voltaici ad inseguimento solare esistenti viene coltivato solamente la fascia centrale, corrispondente al 70% della superficie, mentre vengono mantenute inerbite le fasce di rispetto immediatamente adiacenti al filare.

Per i dati superficiali destinati alla coltivazione rispetto alla superficie totale si rimanda alla sezione A.4.1.a di verifica di rispetto delle linee guida sul fotovoltaico.

### 5.1 Coltivazione del prato polifita permanente

Il prato polifita permanente, ritenuto la miglior scelta per l'impianto agri-voltaico, si caratterizza per la presenza sinergica di molte specie foraggere, generalmente appartenenti alle due famiglie botaniche più importanti, graminacee e leguminose, permettendo così la massima espressione di biodiversità vegetale, a cui si unisce la biodiversità microbica e della mesofauna del terreno, e quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato (anitre, fagiani, lepri, etc.). Infatti molte leguminose foraggere, come il trifoglio pratense, il trifoglio bianco ed il

**URSITTI DR. EMIDDIO F.**

trifoglio incarnato, sono anche piante mellifere che forniscono un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica.

Il prato polifita permanente non necessita di alcuna rotazione e quindi non deve essere annualmente lavorato come avviene negli altri seminativi, condizione che favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno, e allo stesso tempo la produzione e la raccolta del foraggio. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso con conseguente arricchimento sia in termini di biodiversità che di quantità della biofase del terreno. Il cotico erboso permanente consente anche un agevole passaggio dei mezzi meccanici utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche con terreno in condizioni di elevata umidità.

Per massimizzare la produzione e l'adattamento del prato alle condizioni di parziale ombreggiamento sarà opportuno impiegare due diversi miscugli, uno per la zona centrale dell'interfilare e uno, più adatto alla maggior riduzione di radiazione solare, per le fasce adiacenti il filare fotovoltaico. Pur tuttavia, l'impiego di un unico miscuglio con un elevato numero di specie favorirà la selezione naturale di quelle più adatte a diverse distanze dal filare fotovoltaico in funzione del gradiente di soleggiamento/ombreggiamento.

I prati stabili di pianura gestiti in regime non irriguo possono fornire 2-3 sfalci all'anno con produzioni medie pari a 8-10 tonnellate per ettaro di fieno, derivanti principalmente dal primo sfalcio, e fino a 4-5 sfalci, con una produzione complessiva di 12-14 tonnellate, in irriguo.

Il fieno ricavato verrà utilizzato prevalentemente per l'alimentazione delle pecore presenti negli ovini presenti nelle aziende limitrofe.

## 5.2 Integrazione coltura-fotovoltaico

L'impianto di pannelli fotovoltaici si integra perfettamente nella coltivazione del prato stabile come sopra evidenziato, potendo far aumentare la resa in foraggio grazie agli effetti di schermo e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno per un tempo più prolungato. Questa condizione è particolarmente interessante dopo lo sfalcio, quando l'assenza di copertura vegetale causerebbe un rapido essiccamento del terreno nel periodo estivo, a discapito della capacità di ricaccio delle essenze foraggere.

L'interasse tra i filari fotovoltaici di 4,75 m, unitamente alla possibilità di reclinare completamente i pannelli con appositi automatismi, consente l'accesso a qualsiasi tipo di mezzo meccanico comunemente impiegato nella fienagione, che consistono in trattrici di potenza medio-bassa, e piccole e medie attrezzature agricole (barre falcianti, spandi-voltafieno, giro-andanatori, rotoimballatrici).

Va inoltre ribadito che la combinazione tra fotovoltaico ad inseguimento monoassiale e prato polifita permanente consente **l'utilizzo dell'intera superficie al suolo per scopi agricoli.**

**URSITTI DR. EMIDDIO F.**

Nell'analisi dell'interazione coltura-sistema fotovoltaico vanno considerati i seguenti elementi:

- I filari fotovoltaici, posti ad interasse di 4,75 m, consentono un agevole accesso per le lavorazioni agricole ai mezzi meccanici utilizzati per la coltivazione, lo sfalcio e la raccolta del foraggio;
- È prevista la posizione di blocco dei pannelli in totale rotazione ovest o est, in questo modo è agevole lavorare il terreno per la semina del prato fino a ridosso dei sostegni;
- L'assenza di elettrodotti interrati che consente eventuali lavorazioni di ripuntatura/scarificazione, e arieggiamento del terreno;
- I supporti sono costituiti da pali in acciaio infissi nel terreno e di facile rimozione a fine vita operativa;
- Il prato polifita permanente arricchisce progressivamente di sostanza organica e di biodiversità il terreno, mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso, le leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo ricco di proteine;
- A fine vita operativa, ad impianto dismesso, il suolo così rigenerato sarà ideale anche per coltivazioni agricole di pregio (es. orticole, frutteto, vigneto).

L'impatto del sistema fotovoltaico sul suolo è ritenuto minimo, in quanto non interessato in modo significativo da infrastrutture inamovibili:

- I pali dei Tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione;
- I cavidotti sono minimi e saranno localizzati unicamente al margine sud-est e sud-ovest, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa dell'impianto fotovoltaico;
- le linee di bassa tensione in corrente continua saranno posate su canaline esterne, fissate alle strutture stesse dei tracker, senza interessare il terreno con numerosi cavidotti.

Relativamente all'impatto paesaggistico e la gestione del sistema agri-voltaico, si evidenziano i seguenti punti di forza del sistema agri-voltaico:

- Il prato permanente è una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine di decenni e più e, offrendo una copertura vegetale verde costante, anche nel periodo invernale, mitiga efficacemente l'impatto paesaggistico del sistema fotovoltaico;
- Le attività di impianto del prato polifita, che consistono in aratura, erpicatura e semina, non interferiscono con il Fotovoltaico in quanto sono attività una-tantum propedeutiche e preliminari all'installazione dell'impianto stesso;
- L'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli,

**URSITTI DR. EMIDDIO F.**

avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato, al contrario, vi è un impatto positivo del prato sulla transitabilità del terreno;

- Il lavaggio dei pannelli avviene con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde;
- Le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato, e attenuano l'impatto visivo dell'intero impianto.

### 5.3 Sostenibilità economica dell'attività agricola

Per verificare la sostenibilità economica dell'attività agricola nell'impianto fotovoltaico si è fatta la comparazione tra le diverse coltivazioni in termini di MARGINE LORDO unitario (per ettaro), ricavabile da ciascuna tipologia di coltivazione, calcolato con la seguente formula:

$$\text{Margine Lordo (ML, espresso in €/ha)} = \text{PLT} - \text{CV}$$

Dove:

- PLT = produzione lorda totale come sommatoria della produzione lorda vendibile (PLV) e della produzione reimpiegata e/o trasformata in azienda;
- CV = costi variabili = SS (spese dirette) + ASP (Altre spese) + RA (Reimpieghi).

I CV possono essere calcolati anche come somma delle seguenti voci: anticipazioni, acqua, assicurazioni, energia, concimi, conto-terzismo, commercializzazione, difesa, sementi, altri costi, reimpieghi.

Facendo riferimento alle sole colture erbacee, e confrontando il prato polifita con le colture attualmente presenti nei terreni oggetto del progetto di riqualificazione aziendale, che peraltro sarebbero solo parzialmente compatibili con il fotovoltaico, si osserva che il risultato economico della Rete di Informazione Contabile Agricola RICA della regione Puglia è sostanzialmente equivalente: il margine lordo del prato polifita (anno 2013) è infatti più elevato di quello del frumento duro (871 €/ha vs. 920 €/ha), di poco inferiore a quello del mais (1100 €/ha). Il prato polifita risulterebbe anche più conveniente del mais in annate siccitose queste ultime alle condizioni di parziale ombreggiamento del sistema agri-voltaico, ne ridurrebbe significativamente il margine lordo, rendendole economicamente simili (es. mais) o meno convenienti (soia, frumento) rispetto al prato polifita.

## 6 GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE

Il terreno aziendale si caratterizza per una prevalenza di depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi, terrazzati e sopraelevati rispetto all'alveo attuale del Fiume Ofanto.

Da un punto di vista morfologico il territorio su cui si svilupperà l'impianto si ubica in una vasta area di pianura che occupa gran parte della "Capitanata", estendendosi a partire dal margine murgiano, sino alle pendici dei rilievi del Sub-Appennino; l'assetto morfologico è quello tipico delle aree del Tavoliere delle Puglie, con vaste zone ad andamento tabulare e con modeste pendenze verso Est.

Lo sviluppo del progetto agri-voltaico prevede di mantenere inalterata la baulatura degli appezzamenti inserendo a profondità variabile i pali porta pannelli fotovoltaici per ottenere una quota costante della superficie di intercettazione solare.

Relativamente all'irrigazione del prato polifita, va considerato che la produzione del foraggio avviene nel periodo centrale dell'anno, tra aprile-maggio e settembre. Si stima che l'efficienza media di un prato polifita sia di 1,1 kg di sostanza secca prodotta per m<sup>3</sup> di acqua consumata per evapotraspirazione, ovvero per combinata presenza di evaporazione di acqua dal suolo e di traspirazione fogliare. Questo significa che una produzione media di 11 t/ha richiede potenzialmente 11.100 m<sup>3</sup> di acqua, ovvero 1.100 mm. Poiché nel territorio di Cerignola, comune nel quale insiste l'azienda oggetto di riqualificazione, la piovosità media storica è di circa 620 mm annui, anche in caso di estati piovose, l'irrigazione è quasi sempre necessaria, soprattutto dopo gli sfalci allo scopo di facilitare il ricaccio e aumentare la produzione di foraggio.

A tale scopo si prevede di realizzare un impianto di irrigazione a pioggia con micro-irrigatori da posizionare in vicinanza dei pali tracker, facendo correre tubazioni irrigue sospese lungo i filari fotovoltaici. I micro-irrigatori funzioneranno con aree di bagnatura circolari o semicircolari, secondo una programmazione a zone e saranno attivati da un sistema di pompaggio costituito da motori elettrici alimentati dall'impianto fotovoltaico stesso per un contenimento delle emissioni. In funzione dell'andamento pluviometrico stagionale, si prevede di effettuare da 1 a 4 irrigazioni da 25-30 mm ciascuna (100-120 mm complessivamente).



*Fig. 4. Schema di irrigazione a zone con sistema di micro-irrigatori.*

## 7 LA MECCANIZZAZIONE DELLA COLTIVAZIONE A PRATO

Il prato polifita verrà seminato in autunno (settembre-ottobre) al termine della messa in opera dell'impianto fotovoltaico, comprensivo di piloni e ali fotovoltaiche, previa ripuntatura del terreno ed erpicatura. La semina verrà realizzata con seminatrici a file o a spaglio al dosaggio di 35-40 kg/ha di semente con miscugli costituiti da 8-12 specie e varietà di foraggere graminacee e leguminose. Si adatterà una elevata biodiversità nella realizzazione del miscuglio, utilizzando le seguenti specie graminacee (loietto italico e loietto inglese, erba fienarola, festuca, erba mazzolina, fleolo) e leguminose (trifoglio pratense, trifoglio bianco, trifoglio incarnato, ginestrino,

Le operazioni meccaniche di fienagione saranno realizzate con trattori di piccole dimensioni facilmente manovrabili all'interno degli interfilari. Le operazioni di sfalcio con barre falcianti frontali o laterali consentiranno di svolgere le operazioni fino a ridosso del filare fotovoltaico. Le successive fasi di rivoltamento e andatura del foraggio, da svolgere rispettivamente con macchine adeguate data la modesta altezza sotto i pannelli fotovoltaici.

## 8 STOCCAGGIO DEL FIENO PRODOTTO

L'azienda disporrà di una superficie a prato polifita di 32 ettari e la relativa produzione verrà destinato a allevamenti esistenti in zona. Quindi considerando mediamente una produzione di foraggio pari a 9 t/ha che corrispondono a circa 28 rotoballe/ha x 32 ha = 896 rotoballe ovvero 243 annue (valore medio) di foraggio.

Considerando il diametro delle rotoballe e la possibilità di stocarle in pile da 3-5 unità, si stima di poterle **accatastare completamente nei magazzini degli allevamenti già esistenti in zona**, che presentano una superficie coperta di circa 2000 m<sup>2</sup>, per quasi la metà sfruttabile fino ad una altezza di 7,5 m .

## 9. OBIETTIVI PRODUTTIVI E DI REDDITIVITA' PERSEGUITI

L'azienda disporrà di una superficie di terreno da destinare alla produzione di fieno pari a **32 ettari circa**, il cui raccolto sarà ad allevamenti esistenti in zona. Considerando una **produzione media unitaria di fieno** pari a **90 q.li/Ha**, che corrispondono a circa **28 balle/Ha**, si ottiene una **produzione media totale di fieno** pari a: **Ha 32 x q.li/Ha 90 = q.li 2.880**.

Tenuto conto di un **prezzo di vendita del fieno medio unitario** pari ad **€/q.le 8,00**, si ottiene una **P.L.V. (Produzione Lorda Vendibile) media totale** pari a: q.li 2.880 x €/q.le 8,00 = **€ 23.040,00**.

Di conseguenza la **P.L.V. media unitaria** è pari a: q.li/Ha 90 x €/q.le 8,00 = **€/Ha 720,00**.

### 9.1 Analisi finanziaria

Per esprimere un giudizio di stima in merito alla fattibilità economica dell'operazione di cui si tratta, bisogna prendere in considerazione i **costi colturali** delle essenze erbacee per la produzione di fieno, che ammontano mediamente ad **€/Ha 560,00 con la semina tradizionale e ad €/Ha 465,00 con la semina <su sodo>**, come di seguito riportato:

Interventi	Costi colturali	Costi colturali
agronomici	(semina tradizionale)	(semina <su sodo>)
	(€)	(€)
Lavorazione superficiale con erpice a dischi	40,00	
Fertilizzazione fosfatica di fondo con spandiconcime (compresi fertilizzanti)	90,00	90,00
Lavorazione superficiale con erpice a dischi	40,00	
Lavorazione superficiale con erpice vibrocultor	40,00	

Interventi	Costi colturali	Costi colturali
agronomici	(semina tradizionale)	(semina <su sodo>)
Semina e rullatura del terreno (comprese sementi)	115,00	140,00
Fertilizzazione azotata di copertura con spandiconcime (compresi fertilizzanti)	80,00	80,00
Diserbo chimico con irroratrice (compresi diserbanti)	35,00	35,00
Sfalcio e andatura Pressatura e formazione balle Raccolta balle di fieno	120,00	120,00
<b>TOTALI</b>	<b>560,00</b>	<b>465,00</b>

Tenuto conto della superficie coltivabile residua dopo la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, i **costi colturali complessivi per il 1° anno d'impianto** saranno i seguenti:

Ha 32 x €/Ha 560,00 = **€ 17.920,00** con semina tradizionale;

Ha 32 x €/Ha 465,00 = **€ 14.880,00** con semina <su sodo>.

Detraendo dai ricavi medi (P.L.V.) i costi colturali medi, si ottengono i redditi netti medi totali, che ammontano ad **€ 5.120,00** (con semina tradizionale) e ad **€ 8.160,00** (con semina <su sodo>), come di seguito indicato:

€ 23.040,00 - € 17.920,00 = € 5.120,00

€ 23.040,00 - € 14.880,00 = € 8.160,00

L'analisi finanziaria è, dunque, positiva e consente di affermare con ragionevole certezza che la coltivazione di essenze erbacee per la produzione di fieno contestualmente alla produzione di energia da fonte rinnovabile è fattibile sia dal punto di vista tecnico, che da quello economico.

## 10 CONCLUSIONI

L'esigenza di produrre energia rinnovabile è oggi quanto mai sentita per ridurre gli effetti negativi dell'inquinamento e del cambiamento climatico legati all'utilizzo di energie fossili. L'associazione tra impianto fotovoltaico di nuova generazione (ad inseguimento solare) e l'attività agricola rappresenta una soluzione innovativa dell'impiego del territorio che trova giustificazione nel maggiore output energetico (LER, *Land Equivalent Ratio*) complessivamente ottenuto dai due sistemi combinati rispetto alla loro realizzazione individuale. Attraverso la scelta di una idonea coltura, tollerante al parziale ombreggiamento generato dai pannelli

**URSITI DR. EMIDDIO F.**

fotovoltaici, è possibile migliorare la produttività agricola e la conseguente marginalità e sfruttare tutta la superficie del suolo sotto ai pannelli solari per scopi agricoli. A differenza delle coltivazioni cerealicole, e di cereali microtermini in particolare (es. frumento), che sono possibili solo nella zona centrale dell'interfilare fotovoltaico, **la scelta di coltivare specie foraggere all'interno di un miscuglio di prato polifita consente di sfruttare l'intera superficie del terreno.** La presenza inoltre di molte specie nel miscuglio foraggero, garantisce un perfetto equilibrio e adattamento del prato alle specifiche e variabili condizioni di illuminamento, favorendo l'una o l'altra essenza foraggera in funzione delle variabili condizioni microclimatiche che si vengono a realizzare a diverse distanze dal filare fotovoltaico.

Sebbene siano diverse le colture realizzabili all'interno di un impianto agri-voltaico, e con marginalità spesso comparabile, come frumento, orzo, insalata, pomodoro, pisello, etc., **la scelta del prato polifita permanente consente di raggiungere contemporaneamente più obiettivi, oltre alla convenienza economica:** conservazione della qualità dei corpi idrici, aumento della sostanza organica dei terreni, minor inquinamento ambientale da fitofarmaci, minor consumo di carburanti fossili, aumento della biodiversità vegetale e animale, creando, in particolare, un ambiente idoneo alla protezione delle api, raggiungendosi così il massimo dei benefici.

La realizzazione aggiuntiva delle siepi perimetrali con specie arbustive ed arboree costituisce un ulteriore importante elemento di arricchimento paesaggistico e un corridoio ecologico per la fauna selvatica, nonché dei validi sistemi di intercettazione di nutrienti e fitofarmaci provenienti dai campi coltivati.

Foggia 05.05.2023

IL TECNICO  
DR. AGR. EMIDDIO F. URSITTI



URSITTI DR. EMIDDIO F.