

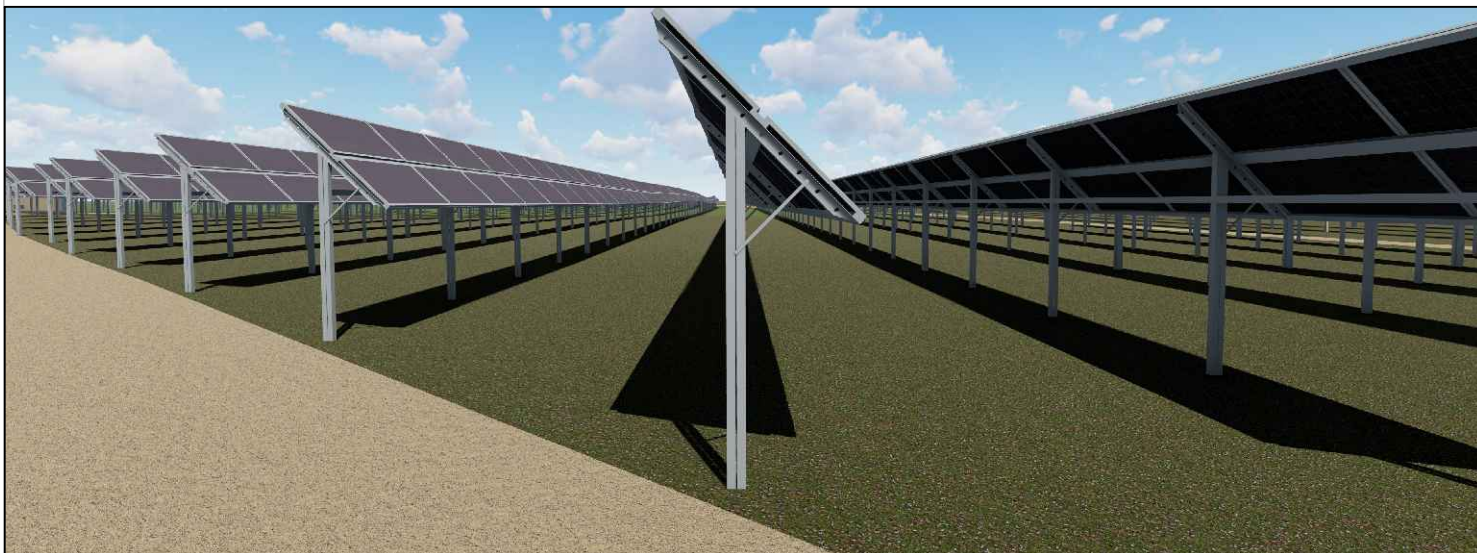


REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI BOLOGNA
COMUNI DI BARICELLA E MALALBERGO



PROGETTO IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
REALIZZARE NEI COMUNI DI BARICELLA E MALALBERGO (BO)
LOCALITA' TRAVALLINO , E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE,
DI POTENZA PARI A **51.807,28 kW**, DENOMINATO "ALTEDO"

PROGETTO DEFINITIVO
PIANO DI GESTIONE



livello prog.	STMG	N° elaborato	DATA	SCALA
PD	346271803		14.11.2023	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

HORIZONFIRM S.r.l.

ENTE	PROGETTAZIONE Dott. Agr. Matteo Sorrenti
------	--

PREMESSA.....	3
DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO	4
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE.....	4
ASPETTI CLIMATICI	6
INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO	8
INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE AGRICOLA	9
COPERTURA BOTANICO-VEGETAZIONALE E COLTURALE	12
USO ATTUALE DEL SUOLO	12
IL PROGETTO.....	14
PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE	16
LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE	22
REALIZZAZIONE DI PRATO PERMANENTE STABILE	23
SCELTA DELLE SPECIE VEGETALI.....	23
ZOOTECNIA.....	32
APICOLTURA.....	43
COLTURE DELLE FASCE PERIMETRALI	53
VALUTAZIONE ECONOMICA ED OCCUPAZIONALE	63
MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI.....	68
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	70

PREMESSA

Il sottoscritto dr. Agr. Matteo Sorrenti, iscritto al n. 779, dell'Albo dei Dottori Agronomi della Provincia di Bari, è stato incaricato dalla Horizon Firm srl, con sede in Via Francesco Scaduto 2/D - Palermo, di redigere un Progetto di miglioramento ambientale e valorizzazione agricola al fine di valorizzare area agricola dove è prevista la realizzazione di impianto fotovoltaico della potenza nominale di 51.807,280 kwp.

L'elaborato è finalizzato:

1. alla descrizione dello stato dei luoghi, in relazione alle attività agricole in esso praticate, focalizzandosi sulle aree di particolare pregio agricolo e/o paesaggistico;
2. all'identificazione delle attività agro-zootecniche idonee ad essere praticate nelle aree libere tra le strutture dell'impianto fotovoltaico e degli accorgimenti gestionali da adottare per le coltivazioni agricole, data la presenza dell'impianto fotovoltaico;
3. alla definizione del piano colturale da attuarsi durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico con indicazione della redditività attesa;
4. il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico al fine di valorizzare l'intera superficie disponibile. I sistemi agrivoltaici costituiscono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (FV) con la produzione agricola e/o l'allevamento zootecnico e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di agricoltura all'avanguardia e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione garantiscono una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto e della produzione zootecnica, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione. Tale nuovo approccio consentirebbe di vedere l'impianto fotovoltaico non più come mero strumento di reddito per la produzione di energia ma come l'integrazione della produzione di energia da fonte rinnovabile con le pratiche agro-zootecniche. In particolare, saranno impiantati erbai permanenti nelle aree interne e sottostanti l'impianto fotovoltaico, su cui sarà praticato un allevamento di ovini da carne e/o latte; nell'intento di accrescere la sostenibilità ambientale saranno collocate nelle aree di progetto 30 arnie, per l'allevamento stanziale di api, che rivestono una inestimabile importanza per l'agricoltura; sulla fascia perimetrale una siepe di alloro estesa circa 1 ettaro. Sono previste, infine, ulteriori misure di salvaguardia della biodiversità della fauna locale quali aperture previste lungo la recinzione perimetrale per permettere il passaggio della piccola fauna e di quella strisciante.

DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

Inquadramento geografico e catastale



Aree di progetto dell'impianto fotovoltaico su ortofoto.

La superficie totale dell'azienda è pari a Ha 98,34; quella di intervento è circa 82,50 ettari, di cui circa 8,50 ettari sono occupati dall'area captante degli pannelli fotovoltaici, quale proiezione sul terreno dei moduli su strutture subverticali.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto “agrivoltaico” nei territori comunali di Baricella e Malalbergo (BO), in località Travallino. Dalla Figura su ortofoto precedente si evince che l’area d’impianto ricade in area agricola. Nel catasto terreni le aree d’intervento sono individuate dai seguenti identificativi catastali:

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE(ha)
BARICELLA	5	000010	1,6446
BARICELLA	5	00156	1,4658
BARICELLA	5	00169	1,0382
BARICELLA	5	00347	0,1775
BARICELLA	12	00001	0,9974
BARICELLA	12	00037	0,6101
BARICELLA	12	00045	2,7940
BARICELLA	12	00046	1,8666
BARICELLA	12	00066	0,5609
BARICELLA	12	00067	0,2887
BARICELLA	12	00068	1,4727
BARICELLA	21	00046	0,1315
BARICELLA	21	00047	0,0413
BARICELLA	21	00066	6,9705
BARICELLA	21	00111	0,8966
BARICELLA	21	00112	0,2166
BARICELLA	22	00622	0,0071
BARICELLA	23	00624	0,0533
MALALBERGO	43	00028	0,1557
MALALBERGO	43	00029	1,8783
MALALBERGO	43	00052	2,4973
MALALBERGO	43	00053	2,3970
MALALBERGO	43	00058	3,0732
MALALBERGO	43	00059	0,3753
MALALBERGO	43	00060	0,9058
MALALBERGO	43	00061	0,5169
MALALBERGO	43	00062	0,4961
MALALBERGO	43	00063	0,4427
MALALBERGO	43	00193	0,0422
MALALBERGO	43	00196	0,0167
MALALBERGO	44	00002	2,0731
MALALBERGO	44	00003	0,4384
MALALBERGO	44	00006	0,3605
MALALBERGO	44	00008	0,1101
MALALBERGO	44	00009	0,0942
MALALBERGO	44	00025	0,4005
MALALBERGO	44	00026	0,1090
MALALBERGO	44	00027	0,0895
MALALBERGO	44	00028	0,0415
MALALBERGO	44	00029	1,6604

MALALBERGO	44	00030	0,8816
MALALBERGO	44	00031	0,6308
MALALBERGO	44	00032	3,0076
MALALBERGO	44	00033	2,9267
MALALBERGO	44	00034	3,1602
MALALBERGO	44	00035	1,3897
MALALBERGO	44	00036	1,5906
MALALBERGO	44	00037	1,5512
MALALBERGO	44	00038	5,4602
MALALBERGO	44	00039	2,2872
MALALBERGO	44	00039	1,3322
MALALBERGO	44	00040	1,4828
MALALBERGO	44	00041	2,0001
MALALBERGO	44	00042	0,2698
MALALBERGO	44	00043	0,6589
MALALBERGO	44	00044	1,2600
MALALBERGO	44	00046	0,0250
MALALBERGO	44	00047	0,0663
MALALBERGO	44	00052	0,1513
MALALBERGO	44	00055	0,7214
MALALBERGO	44	00056	0,9598
MALALBERGO	44	00059	0,0347
MALALBERGO	44	00172	0,2555
MALALBERGO	45	00001	0,4853
MALALBERGO	45	00009	4,5983
MALALBERGO	45	00012	0,4245
MALALBERGO	45	00032	0,4791
MALALBERGO	45	00034	4,3242
MALALBERGO	45	00045	1,2893
MALALBERGO	45	00057	0,1373
MALALBERGO	45	00171	0,9722
MALALBERGO	45	00174	2,1631
MALALBERGO	45	00178	0,1433
MALALBERGO	45	00179	0,2019
MALALBERGO	45	00180	1,4977
MALALBERGO	45	00182	7,2735
		TOTALE	98,3424



Foto 1 – Area d'impianto

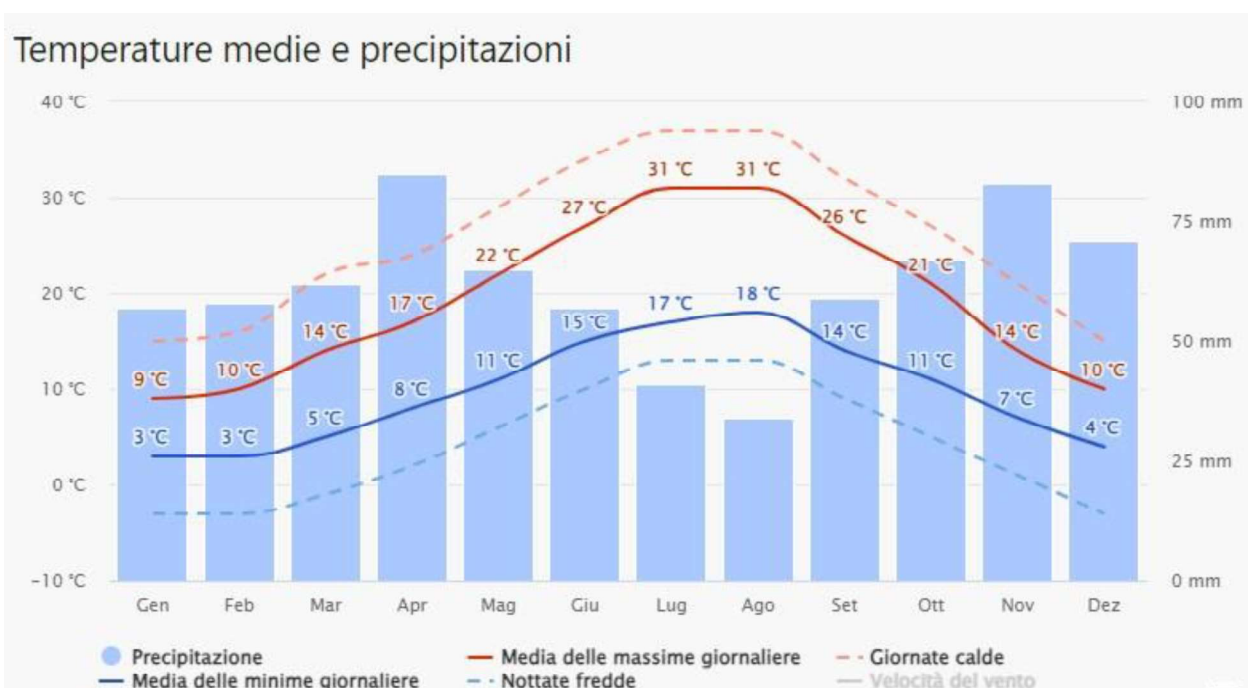
Le coordinate geografiche sono le seguenti

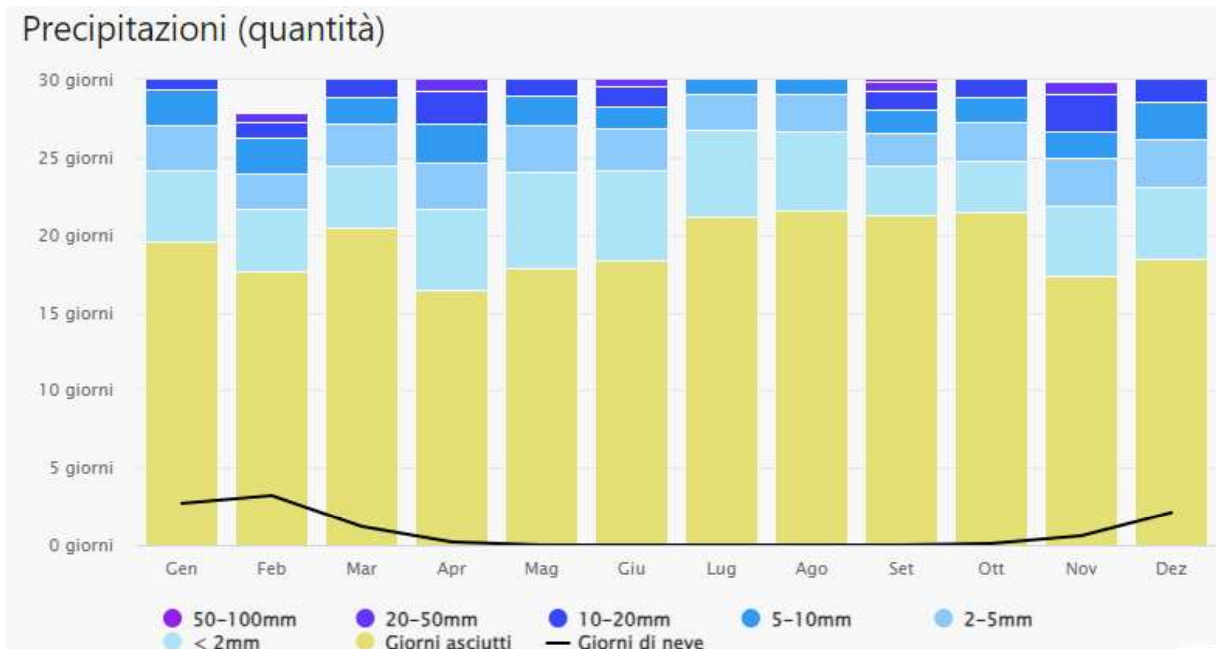
Lat 44.673644 – Lon 11.536748 E

Aspetti climatici

Attraverso un'analisi dei dati relativi alle temperature, agli apporti pluviometrici ed ai venti rilevati nelle stazioni presenti nella zona in esame, é stato possibile delineare le caratteristiche generali del clima locale.

Per la definizione delle caratteristiche climatiche dell'area in studio si sono utilizzati i dati delle stazioni termo-pluviometriche della zona.





L'andamento climatico risultante è quello tipico temperato subcontinentale, con estati calde e umide e inverni freddi e rigidi. E' grande l'escursione termica fra estate, che può essere molto calda e afosa, e l'inverno in genere freddo e prolungato. Autunno molto umido, nebbioso e fresco e primavere miti caratterizzano le stagioni intermedie. Non particolarmente abbondanti le precipitazioni in pianura, in genere in media da 650 a 800 mm / anno. Baricella e Malalbergo hanno un clima temperato umido con estate molto calda e inverni moderatamente freddi. Per il periodo 1971-2020, la temperatura media del mese più freddo, Gennaio, è stata di +2,8 °C, mentre quella del mese più caldo, luglio, di +24,5 °C. Le precipitazioni medie oscillano, a seconda degli anni, da 450 a 900 mm e si concentrano tipicamente in primavera e autunno. In inverno si possono verificare occasionali nevicate, talvolta anche abbondanti.

Inquadramento fitoclimatico

La fitoclimatologia studia le interazioni tra gli aspetti climatici e la vegetazione di un dato areale perché il clima influenza notevolmente la vegetazione e la flora e, di conseguenza, anche la fauna selvatica insediata.

La tipologia di vegetazione forestale caratterizzante il comprensorio viene inquadrata facendo riferimento alla classificazione fisionomica su basi climatiche del Pavari (1916).

TAB. 1 – Suddivisione delle zone climatiche italiane secondo il Metodo Pavari.

Zona fitoclimatica	Zona geografica	Limite inferiore (m s.l.m.)	Limite superiore (m s.l.m.)
LAURETUM CALDO	Italia centromeridionale Zone costiere	0	600-800
LAURETUM FREDDO	Italia centromeridionale Zone interne	0	600-800
CASTANETUM	Italia settentrionale	0	800-900
CASTANETUM	It. centromeridionale	600-800	1.000-1.300
FAGETUM	Italia settentrionale	800-900	1.000-1.300
FAGETUM	Italia centromeridionale	1.000-1.300	2.000
PINETUM	Italia settentrionale	1.000-1.300	2.000
ALPINETUM	Italia settentrionale	2.000	Limite della vegetazione

La vegetazione di questa zona climatica si presenta alquanto eterogenea dal punto di vista paesaggistico. Nella sottozona calda è prettamente mediterranea e s'identifica nella foresta mediterranea sempreverde o, nelle aree più fresche e umide, nella foresta mediterranea decidua, la prima con associazioni in cui prevalgono le sclerofille, la seconda con associazioni in cui è più marcata la presenza delle caducifoglie. Nella sottozona fredda la vegetazione ha marcati caratteri di continentalità ed è composta da specie mesofile e a foglia caduca.

Specie rappresentative:

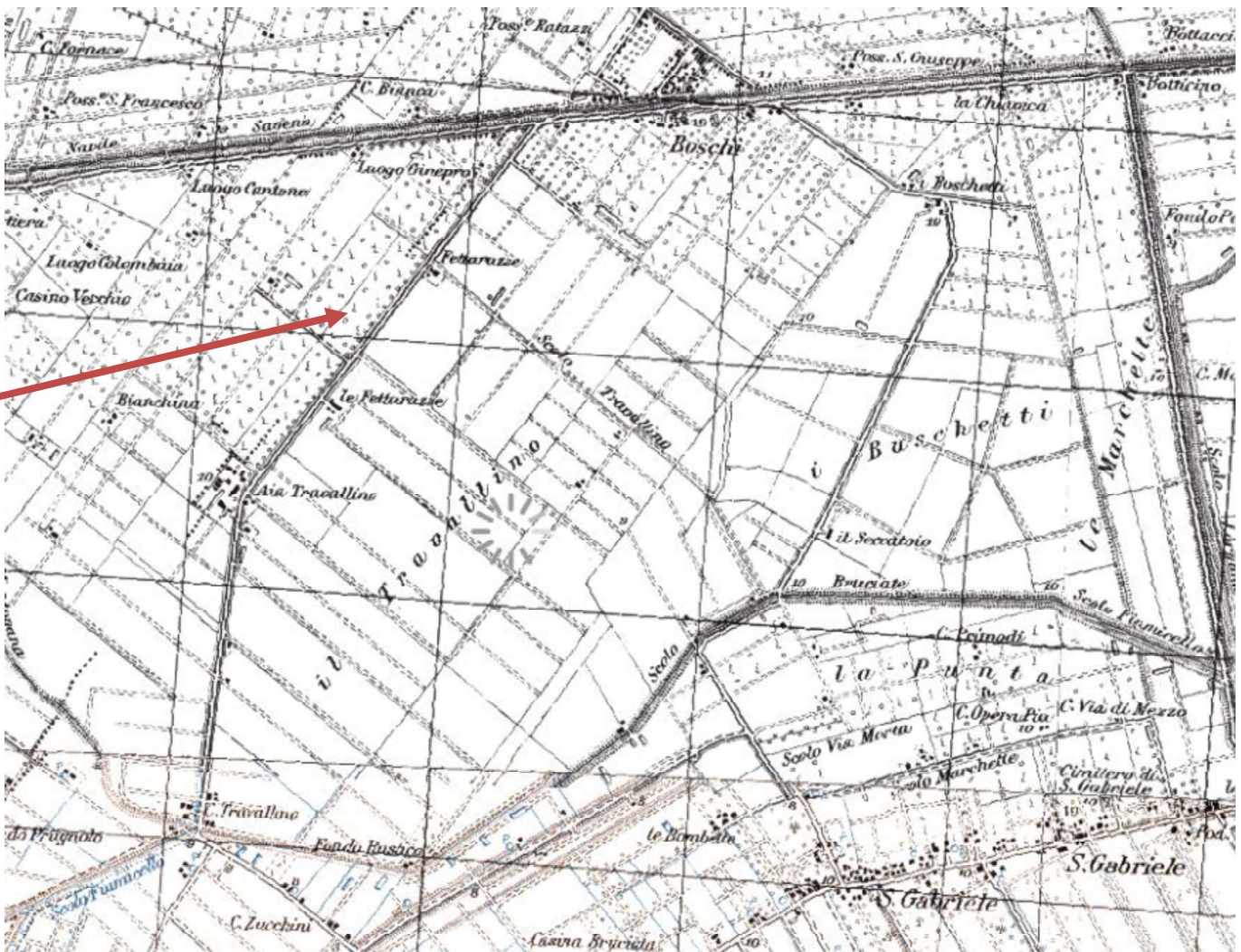
- Querce: leccio, farnetto, cerro, roverella, rovere
- Altre latifoglie: frassini, aceri, castagno, ontano, pioppo, carpino nero, carpino bianco, tiglio, ciliegio selvatico, noce, nocciolo, sorbo
- Conifere: ginepro rosso, ginepro

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE AGRICOLA

Analisi di contesto

L'area oggetto d'indagine, ubicata circa 4 Km a Nord dal centro abitato di Baricella e a 4 Km a Sud di Malalbergo. Il campo, attualmente coltivato, entro cui ricade il progetto agrivoltaico, si colloca nella fascia di medio-alta pianura compresa tra il Canale Navile-Savena e lo Scolo Fiumicello. Tale collocazione trova riscontro nell'assetto morfologico dell'area, che risulta essere interessata da morfostrutture positive (topograficamente più rilevate sulla pianura) allungate in direzione SSO-NNE, costituite da insiemi di antichi alvei fluviali (argini naturali), cui si alternano morfostrutture negative (topograficamente più depresse), variamente allungate, con profilo concavo e gradienti generalmente bassi (bacini interfluviali).

L'assetto del territorio e le strutture morfologiche ancora riconoscibili sono una testimonianza della passata attività idraulica del Torrente Quaderna (confinante ad est dell'area di indagine). A tal proposito bisogna considerare che l'evoluzione dei processi deposizionali e, conseguentemente, il modellamento delle strutture morfologiche ad essi collegate, si è praticamente interrotta, stabilizzando il reticolo idrografico di superficie nelle forme attualmente visibili, dopo gli interventi di bonifica effettuati per ovviare al grave disordine idraulico che regnava nella pianura bolognese.



La morfologia dell'area, sebbene intensamente trasformata dagli interventi antropici è pianeggiante; l'elevazione sul livello del mare è di 6-8 metri.

La consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale che ha recepito il Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Reno, ha evidenziato come l'area non ricada in territori sottoposti a rischio idraulico o di esondazione del Canale Navile-Savona.

Dal punto di vista geologico e litologico, l'area entro cui ricade la zona oggetto di studio risulta essere caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali attribuibili alle unità oloceniche più superficiali della potente successione quaternaria di riempimento del bacino padano. In particolare la Carta Geologica di Pianura ascrive i depositi presenti nell'area all'unità AES8 - Subsistema di Ravenna, caratterizzata, nel settore di pianura alluvionale dell'area di studio, da argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di tracimazione fluviale.

Tali sedimenti di origine fluviale sono distribuiti secondo alternanze di litotipi a diversa granulometria, organizzati in strati a geometria variabile, spesso lenticolare, e quindi arealmente discontinui, in cui i rapporti tra le diverse litologie sono da ricondurre all'evolversi di un ambiente caratterizzato da energie di trasporto e da modalità deposizionali variabili nel tempo. L'assetto descritto costituisce una rappresentazione del tipico modello deposizionale di pianura alluvionale in cui i sedimenti più grossolani, costituiti da ghiaie, sabbie e sabbie limose, si depositano all'interno dell'alveo fluviale e, in caso di tracimazioni, nelle vicinanze dello stesso, mentre i sedimenti più fini, costituiti da limi argillosi e argille, tendono a distribuirsi nelle aree più distali della pianura circostante; in presenza di depressioni e conche morfologiche le acque di esondazione possono rimanere a lungo favorendo la decantazione di argille e, in alcuni casi, anche la deposizione torbe. La sovrapposizione continua dei depositi di decantazione ed il giustapporsi di successivi alvei fluviali definisce il progressivo accrescimento della pianura alluvionale, sia in senso verticale che orizzontale.

Nell'area di studio, che si colloca al margine settentrionale dei conoidi riferibili al Torrente Idice e al Torrente Quaderna, la caratterizzazione e la distribuzione dei sedimenti più superficiali può essere ricondotta alla dinamica fluviale tardo quaternaria dei suddetti corsi d'acqua. In tal senso, i sedimenti presenti nel primo sottosuolo dovrebbero essere caratterizzati da depositi di pianura alluvionale costituiti prevalentemente da litotipi a tessitura fine e medio-fine, di natura argillosa, limoso-argillosa e, localmente, limoso-sabbiosa, riconducibili ad ambienti di piana inondabile e subordinatamente, di argine naturale. Litotipi a tessitura più grossolana, di natura sabbiosa e sabbioso-limosa, riconducibili a depositi di canale o di tracimazione, potrebbero rinvenirsi localmente in corrispondenza delle aree attraversate da antichi alvei fluviali.

Più in profondità, in accordo con l'assetto litostratigrafico proprio della fascia di alta pianura, i depositi dovrebbero essere organizzati in cicli sedimentari, costituiti da corpi sabbioso-ghiaioso e sabbioso-limosi associati a subordinati sedimenti limoso-argillosi, con la possibile interposizione di zone caratterizzate da successioni più omogenee secondo una direzione

antiappenninica (SO-NE),

più o meno coincidente con quella delle attuali aste vallive, che dovrebbero rappresentare i lobi di accrescimento dei conoidi sviluppatisi nel corso del Quaternario, mentre le zone costituite da termini più francamente pelitici sarebbero riferibili ai settori interconoidali.

L'intensa attività agricola che caratterizza questa porzione di territorio ormai da secoli, ha portato nel tempo ad una intensa regimazione delle acque ed in particolare ad un incanalamento dei rii e alla creazione di numerosi corsi d'acqua artificiali. Canale Navile-Savena a Nord e la Fossa Mantovana e Scolo Fiumicello a Sud-Ovest. L'idrografia secondaria risulta allo stato attuale completamente modificata dall'attività agricola ed è costituita da fossi di irrigazione e di scolo che convogliano le acque verso i collettori principali.

L'area in cui si dovrà realizzare l'impianto agrivoltaico è una zona pianeggiante con pendenza prossima allo zero, dove i processi geomorfologici sono riconducibili al ruscellamento incanalato di alcuni canali irrigui.

Per quanto riguarda l'analisi del contesto agro-ambientale e le caratteristiche pedo-agricole dell'area di progetto è necessario fare riferimento alla litologia dell'area. Tutto l'areale ricade in un territorio lo più pianeggiante a 6-15 mt s.l.m., prevalentemente destinato a colture erbacee. Solo in piccoli lembi di questo territorio si rilevano alcuni ristretti ambienti naturali relitti costituiti da vegetazione arborea ed arbustiva spontanea.

Il territorio dell'agro di Baricella e Malalbergo si caratterizza per un'elevata vocazione agricola. I centri abitati, infatti, risultano inseriti in un territorio agricolo quasi completamente caratterizzato da coltivazioni rappresentative quali seminativi (cereali, foraggere, colture orticole-industriali, frutteti).

L'area in esame, alla scala del rilevamento effettuato in stretta relazione con la tipologia di opera in progetto, risulta priva di elementi morfodinamici attivi o quiescenti.

Copertura botanico-vegetazionale, del contesto faunistico e colturale

La zona in cui ricade l'impianto e la cabina di sezionamento è tipizzata, secondo le previsioni del PUG, come Zona E "zone destinate ad agricoltura, forestazione, pascolo e allevamento".

Le aree in cui sorgerà l'impianto si presentano come ampie aree a seminativo con limitata presenza di essenze arboree agrarie o forestali.

Il sito in esame è un seminativo e nel contesto nel raggio di circa un chilometro sono state individuate le seguenti classi di utilizzazione del suolo:

- seminativo coltivato a cereali-foraggere-orticole industriali;
- incolto;
- flora ripariale.

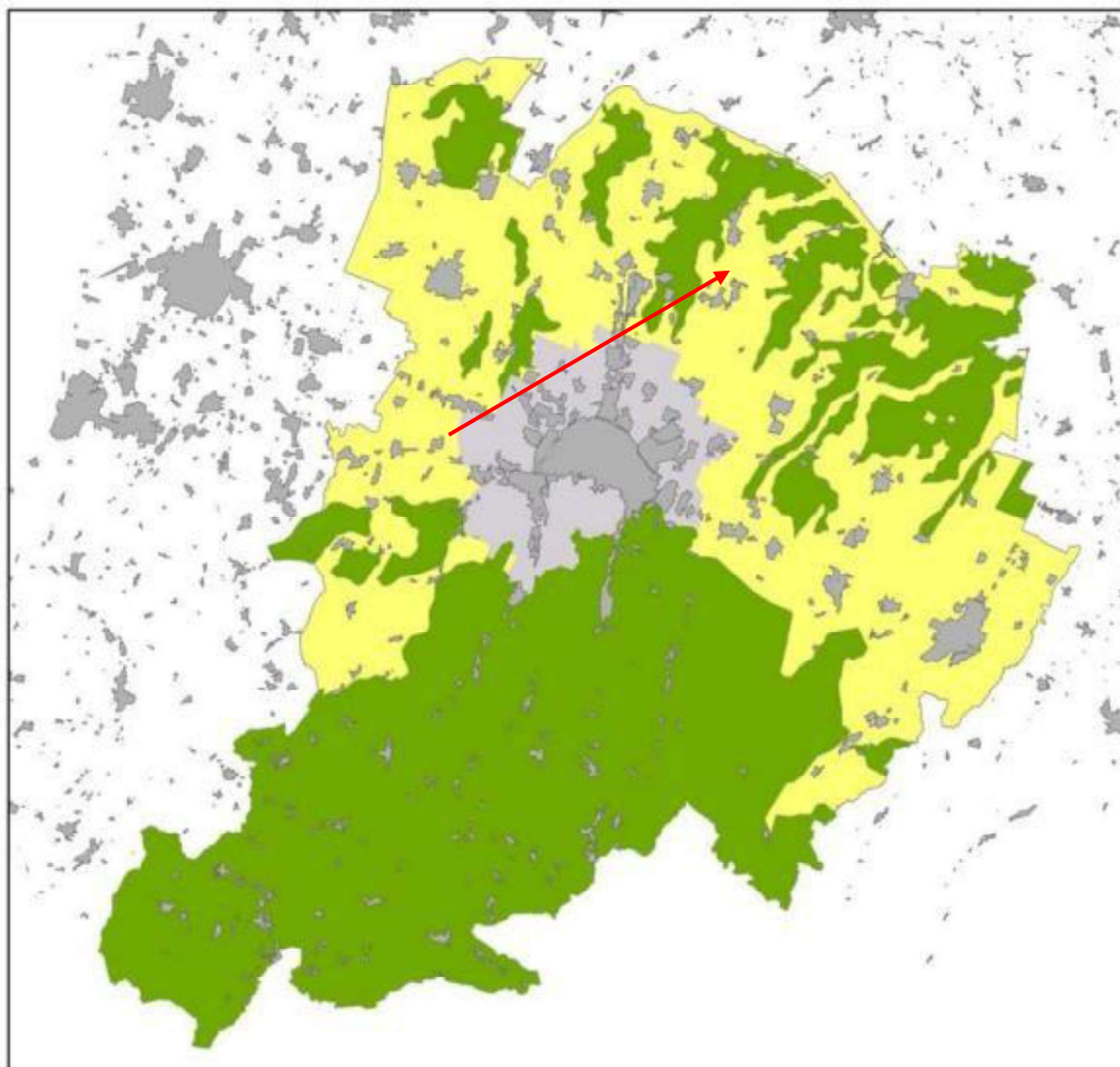
È presente, in ogni modo, lungo i cigli stradali o su qualche confine di proprietà, la

presenza di flora ruderale e sinantropica.

Uso attuale del suolo

Il paesaggio circostante il futuro sito d'impianto è costituito principalmente da coltivazioni di ampi seminativi coltivati ad cereali, colture foraggere, orticole industriali.

Ai fini della presente indagine si è fatto riferimento anche ai supporti cartografici della Regione Emilia Romagna e precisamente alla Carta di capacità di uso del suolo. A tal proposito per una valutazione delle aree a seminativo, incolto, pascolo, ecc. sono state analizzati i fattori intrinseci relativi che interagiscono con la capacità di uso del suolo limitandone l'utilizzazione a fini agricoli.



Articolazione del territorio rurale in ambiti agricoli della provincia di Bologna individuata dal PTCP

Articolazione del territorio rurale in ambiti agricoli

- ambiti agricoli di prevalente rilievo paesaggistico (art. 11.8)
- ambiti ad alta vocazione produttiva agricola (art. 11.9)
- ambiti agricoli periurbani (art. 11.10)
- centri urbani

L'analisi floristica e vegetazionale è stata effettuata sulla base di dati originali, rilevati a seguito di sopralluoghi sul sito, integrati e confrontati con dati bibliografici di riferimento reperiti in letteratura. In particolare, sono state rilevate le essenze floristiche nell'area, accertando l'eventuale sussistenza di associazioni di vegetali, in stretta relazione tra loro e con l'ambiente atte a formare complessi tipici e/o ecosistemi specifici. Per le essenze vegetali rilevate, oltre alla definizione di un intrinseco valore fitogeografico, si è accertata anche una loro eventuale inclusione disposizioni legislative regionali, in direttive e convenzioni internazionali, comunitarie e nazionali, al fine di indicarne il valore sotto il profilo conservazionistico.

Lo studio è stato effettuato su un'area ristretta (area di dettaglio), coincidente con il sito di intervento e con un inquadramento nell'areale più esteso.

Dal confronto con la Carta della capacità d'uso del suolo, le aree interessate dall'intervento sono tutte classificate a SEMINATIVO IN AREE IRRIGUE, (Carta di uso del suolo Regione Emilia Romagna - pertanto, con riferimento alla Carta di capacità di uso del suolo, possono che essere collocate nella Categoria Suoli Arabili e distribuite alle seguenti classi:

- per la parte del territorio dell'areale considerato coltivata a seminativo

Classe 2.a	Superfici coltivate che sono regolarmente arate e in genere sottoposte ad un sistema di rotazione.
------------	---

	superficie totale (sat)	superficie agricola utilizzata (sau)	seminativi	vite	coltivazioni legnose agrarie, escluso vite	prati permanenti e pascoli
Baricella	3 912.35	3 325.26	3 087.7	0.9	232.4	1.36
Malalbergo	4 277.56	3 695.81	3 229.72	5.05	400.48	1.91
Provincia di Bologna	227.005,64	173.641,44	141.672,07	68.063,58	10.805,42	14.017,36

Nel territorio vengono praticate principalmente coltivazioni basate sulla rotazione tra cereali e colture foraggere.

IL PROGETTO

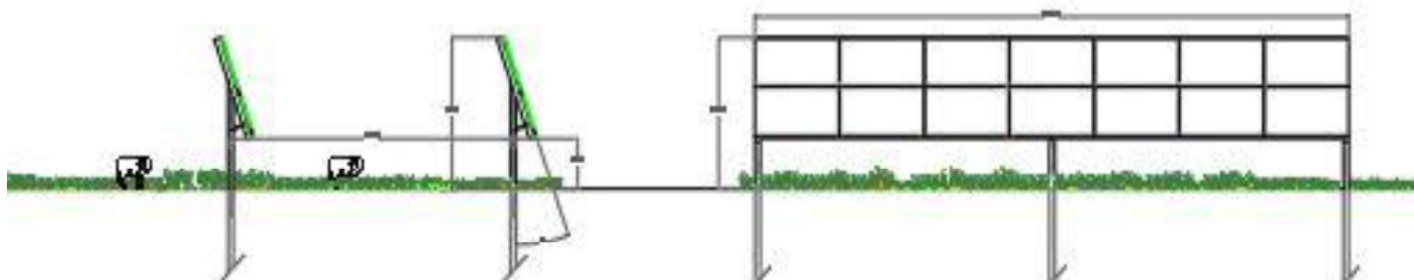
La Committente intende realizzare nel territorio dei Comuni di Baricella e Malalbergo, un impianto agrivoltaico da 51.807,28 kwp con pannelli subverticali, comprensivo delle relative opere di connessione in AT alla RTN. Le aree interessate dagli interventi sono descritte in dettaglio ai paragrafi seguenti e riportate sugli elaborati cartografici allegati alla presente relazione.

Ingombri e caratteristiche degli impianti da installare

Secondo le informazioni fornite dal richiedente, l'impianto in progetto prevede l'installazione di strutture fisse del tipo sub-verticali inclinate di 20° rispetto la verticale, da 56, 28 e 14 moduli (2 landscape), con pitch pari a 8 m, per un totale di 72.968 moduli da 710Wp.

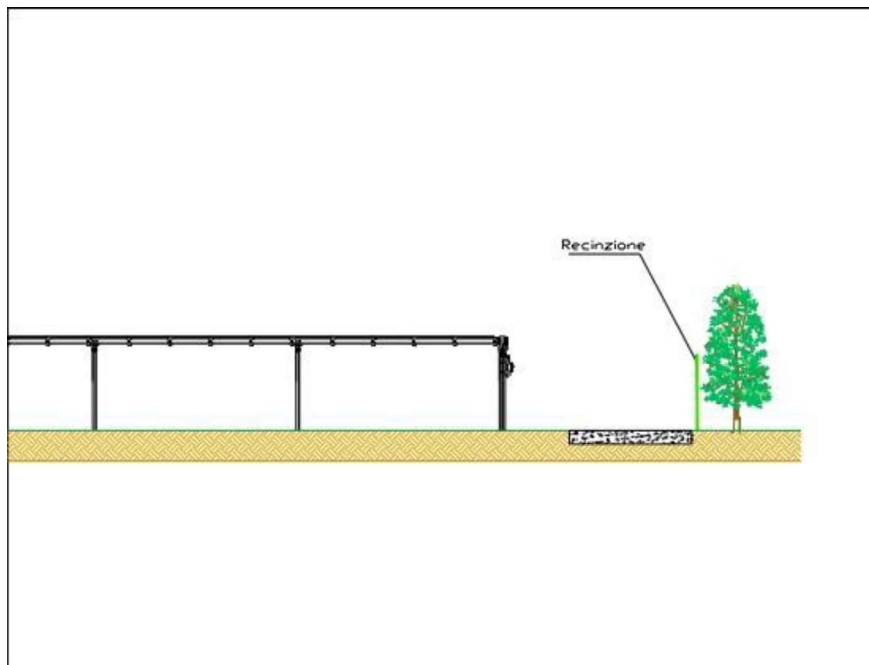
L'ampio spazio disponibile tra le strutture, come vedremo in dettaglio ai paragrafi seguenti, fanno in modo che non vi sia alcun problema per quanto concerne il passaggio di tutte le tipologie di macchine trattatrici ed operatrici in commercio.

SCHEMA DELLE STRUTTURE



Fascia arborea perimetrale

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di una fascia arborea lungo tutto il perimetro del sito dell'impianto agrivoltaico.



PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO CULTURALE

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto. Nel caso in oggetto, sarà attuato un progetto integrato con realizzazione di erbai permanenti, che consentiranno l'allevamento di ovini, all'interno delle recinzioni; la coltivazione di alloro sulla fascia perimetrale esterna alle recinzioni; l'allevamento di api stanziali per incrementare la sostenibilità ambientale.

Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto agrivoltaico in esame, considerate le dimensioni dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi.

Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. Nel caso dell'impianto di alloro sulla fascia perimetrale, si effettuerà su di essa un'operazione di scasso a media profondità (0,60-0,70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare.

Ombreggiamento

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

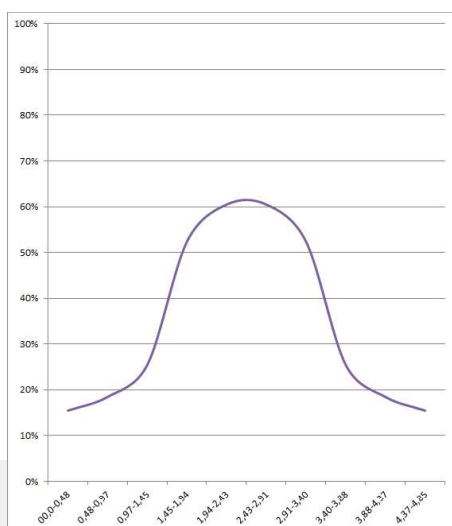
Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, elaborate dalla Società, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela infatti eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione, considerando che nei periodi più caldi dell'anno le precipitazioni avranno una maggiore efficacia. Secondo lo studio "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency", pubblicato su PLOS One da Elnaz Hassanpour Adeh , John S. Selker e Chad W. Higgins del Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (Osu),

«I pannelli solari determinano un aumento della produttività sui pascoli: le piante hanno anche un maggior valore nutritivo e un incremento del 90% della massa vegetale».

Radiazione solare

La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, garantendo lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli. Le piante tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (radiazione fotosinteticamente attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione globale. Le piante peraltro riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR. Va sottolineato che, in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunge la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente.



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.

Disponibilità di radiazione solare diretta in funzione della distanza dal filare (valori medi annui) espressa come percentuale rispetto al pieno sole.

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 vengono classificate in eliofile e sciafile. Le prime richiedono una elevata quantità di radiazione, mentre le sciafile soffrono per un eccesso di illuminazione, anche se la maggior parte delle piante coltivate devono essere considerate sciafile facoltative in quanto nelle normali condizioni di coltivazione l'elevata fittezza di semina comporta sempre l'instaurarsi di un ambiente sub-ottimale per l'illuminazione. In generale, si considerano piante con elevate esigenze di intensità di radiazione i cereali, le piante da zucchero, le specie oleaginose, da fiore e da frutto. Sono invece considerate sciafile, con basse esigenze luminose, le specie da fibra, le piante foraggere e alcune piante orticole, nelle quali l'elevata fittezza di semina e l'ombreggiamento sono realizzati 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.

Temperatura

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare. Sebbene sia lecito attendersi 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 agrivoltaico 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, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento) o pannelli fotovoltaici; l'ombreggiamento riduce la

percentuale di nicotina nel tabacco e, nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate.

Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, 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 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 agrivoltaico.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente a ciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche; e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate. I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di topo, etc.), che hanno zero di vegetazione molto bassi, vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agri-voltaico (Mercier et al., 2020). Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale.

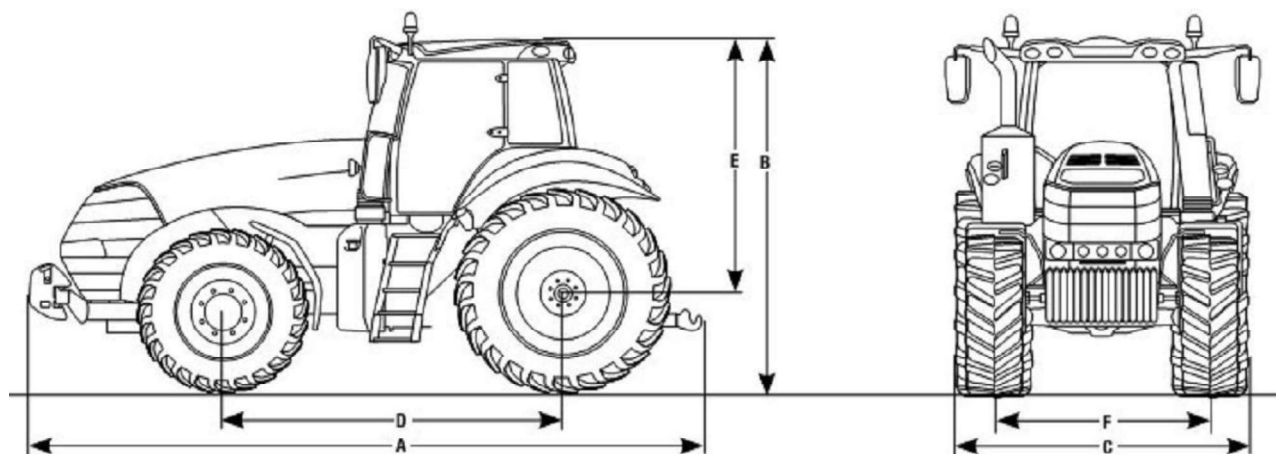
Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno- primaverili); in tali 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 (raggi caloriferi) 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.

Meccanizzazione e spazi di manovra

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Come già esposto, l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli consente un facile passaggio delle macchine trattrici, considerato che le più grandi in commercio, non possono avere una carreggiata più elevata di 2,50 m, per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche.

DIMENSIONI ¹⁾	
A: Lunghezza totale senza attrezzi / con sollevatore/zavorramento anteriore (mm)	6.015 / 6.295 / 6.225
con assale posteriore heavy-duty	- / - / -
B: Altezza totale (mm)	3.375
C: Larghezza totale (all'estensione dei parafranghi posteriori) (mm)	2.550
D: Passo standard / con assale posteriore heavy-duty (mm)	3.105 / -
E: Distanza dal centro assale posteriore al tetto cabina (mm)	2.488
F: Carreggiata anteriore (mm)	1.560 - 2.256
Carreggiata posteriore (mm)	1.470 - 2.294

Dimensioni del più grande dei trattori gommati convenzionali prodotti dalla CNH (CASE MAXXUM-Series)



Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. capezzagne), questi devono essere sempre non inferiori ai 5,00 m tra la fine delle interfile e la recinzione

perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede la realizzazione di una fascia arborea perimetrale che occuperà una larghezza di oltre 3 mt.

Presenza di cavidotti interrati

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 20 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 100 cm.

LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili, facendo una distinzione tra le aree coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile), la fascia arborea perimetrale e le aree libere al di fuori della recinzione.

Di seguito si analizzano le soluzioni colturali praticabili, identificando per ciascunai pro e i contro. Al termine di questa valutazione sono identificate le colture che saranno effettivamente praticate tra le interfile (e le relative estensioni), nonché la tipologia di essenze che saranno impiantate lungo la fascia arborea e sulle aree libere.

Valutazione delle colture praticabili tra le interfile

In prima battuta si è fatta una valutazione se orientarsi verso colture ad elevato grado di meccanizzazione oppure verso colture ortive e/o floreali. Queste ultime sono state però considerate poco adatte per la coltivazione tra le interfile dell'impianto fotovoltaico per i seguenti motivi:

- necessitano di molte ore di esposizione diretta alla luce;
- richiedono l'impiego di molta manodopera specializzata;
- hanno un fabbisogno idrico elevato;
- la gestione della difesa fitosanitaria è molto complessa.

Ci si è orientati pertanto verso colture ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate (considerata anche l'estensione dell'area) quali:

- a) Copertura con manto erboso
- b) Colture da foraggio
- c) Colture aromatiche e officinali
- d) Colture arboree intensive (fascia perimetrale)

Realizzazione di prato permanente stabile

La scelta della edificazione di un *prato permanente stabile* è dovuta alla risultanza della valutazione dei seguenti fattori:

- Caratteristiche fisico-chimiche del suolo agrario;
- Caratteristiche morfologiche e climatiche dell'area;
- Caratteristiche costruttive dell'impianto fotovoltaico;
- Vocazione agricola dell'area.

Gli obiettivi da raggiungere sono:

- Stabilità del suolo attraverso una copertura permanente e continua della vegetazione erbacea;
- Miglioramento della fertilità del suolo;
- Mitigazione degli effetti erosivi dovuti agli eventi meteorici soprattutto eccezionali quali le piogge intense;
- Realizzazione di colture agricole che hanno valenza economica per il pascolo;
- Tipologia di attività agricola che non crea problemi per la gestione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico;
- Operazioni colturali agricole semplificate e ridotte di numero;
- Favorire la biodiversità creando anche un ambiente idoneo per lo sviluppo e la diffusione di insetti pronubi.

L'area complessiva è circa 82,60 ettari e sarà interessata da un progetto di agricoltura moderna, con impianto di un erbaio permanente in tutta l'area interna alla recinzione, che consentirà l'allevamento di ovini e l'installazione di arnie, oltre ad un impianto di alloro sulla fascia perimetrale, al fine di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco agrivoltaico.

Tutta la superficie di pertinenza al progetto, interna alle recinzioni, sarà utilizzata in parte per la realizzazione di opere di ingegneria ambientale (opere di mitigazione idraulica e opere di imboscamento) ed in parte può essere utilizzata per la messa a coltura di un prato permanente stabile.

Andando nel dettaglio, la parte che può essere utilizzata per la messa a coltura di prato stabile può essere differenziata ulteriormente nel seguente modo:

- Area coltivabile utilizzabile è di circa Ha 80 coincidente con la superficie perimetrale tra le file dei moduli fotovoltaici subverticali per l'impianto dell'erbaio permanente e 1,60 Ha per la viabilità interna e le cabine di consegna. All'esterno delle recinzioni resterà un'area libera di 1 Ha sarà occupato dall'alloro in prossimità della recinzione, con funzione mitigazione visiva.

Scelta delle specie vegetali

Per le caratteristiche pedoclimatiche della superficie di progetto si ritiene opportuno edificare un *prato permanente polifita di leguminose*. Le piante che saranno utilizzate sono:

- Erba medica (*Medicago sativa* L.);
- Sulla (*Hedysarum coronarium* L.);
- Trifoglio sotterraneo (*Trifolium subterraneum* L.).

Di seguito si descrive le principali caratteristiche ecologiche e botaniche per singolo tipo di pianta.

ERBA MEDICA (*Medicago sativa* L.)



L'erba medica è considerata tradizionalmente la pianta foraggera per eccellenza; le sono infatti riconosciute notevoli caratteristiche positive in termini di longevità, velocità di ricaccio, produttività, qualità della produzione e l'azione miglioratrice delle caratteristiche chimiche e fisiche del terreno. Di particolare significato sono anche le diverse forme di utilizzazione cui può essere sottoposta; infatti, pur trattandosi tradizionalmente di una specie da coltura prativa, pertanto impiegata prevalentemente nella produzione di fieno, essa può essere utilizzata anche come pascolo. L'erba medica è una pianta perenne, dotata di apparato radicale primario, fittonante, con un unico fittone molto robusto e allungato in profondità, nei tipi mediterranei. L'erba medica è pianta adattabile a climi e terreni differenti. Resiste alle basse come alle alte temperature e cresce bene sia nei climi umidi che in quelli aridi. Predilige le zone a clima temperato piuttosto fresco ed uniforme. La medica cresce stentatamente nei terreni poco profondi, poco permeabili ed a reazione acida. I migliori terreni per la

medica sono quelli di medio impasto, dotati di calcare e ricchi di elementi nutritivi. Poiché l'apparto radicale si spinge negli strati più profondi del terreno, non sfrutta molto gli strati superficiali che, anzi, si arricchiscono di sostanza organica derivante dai residui della coltura. Inoltre, come del resto le altre leguminose, l'erba medica è in grado di utilizzare l'azoto atmosferico per mezzo dei batteri azotofissatori simbiotici che provocano la formazione dei tubercoli radicali. In genere l'infezione avviene normalmente, in quanto i batteri azoto-fissatori specifici sono presenti nel terreno.

Botanica

Le piante di erba medica sono erbacee, perenni. La radice, a fittone, molto robusta, è lunga 4-5 metri (può raggiungere anche i 10 metri) ed ha sotto il colletto un diametro di 2-3 cm. Il fusto è eretto o suberetto, alto 50-80 cm, ramificato e ricco, a livello del colletto, di numerosi germogli laterali dai quali, dopo il taglio, si originano nuovi fusti. Le foglie sono alterne, trifogliate e picciolate; la fogliolina centrale presenta un picciolo più lungo delle foglioline laterali. All'ascella delle foglie, soprattutto delle inferiori, si originano nuove foglie trifogliate, mentre all'ascella delle foglie inferiori lunghi peduncoli portano le infiorescenze. Le infiorescenze sono racemi con in media una decina di fiori che presentano brevi peduncoli. Il fiore è quello tipico delle leguminose, composto da cinque petali: i due inferiori sono più o meno saldati fra loro e formano la carena, ai lati di questa si trovano altri due petali od ali e superiormente vi è lo stendardo composto dal quinto petalo. Gli stami sono in numero di dieci; il pistillo è costituito da un ovario composto da 2-7 ovuli, da uno stilo corto e da stigma bilobato. Il nettario è formato da un rigonfiamento del tessuto nettario situato all'interno del tubo formato dagli stami e circostante l'ovario. Il frutto è un legume spiralato in media tre volte, con superficie reticolata e pubescente. La sutura dorsale del legume, posta all'esterno, presenta una costolatura che al momento della discesa dei semi origina un filamento ritorto su sé stesso. I semi sono molto piccoli, lunghi circa 2 mm e larghi 1 mm; 1.000 semi pesano circa 2 grammi.

SULLA (*Hedysarum coronarium* L.)



La sulla è una pianta erbacea perenne, emicriptofita, alta 80-120 cm. La sulla è una pianta foraggiera ottima fissatrice di azoto, utilizzata per questo scopo da diversi secoli. È particolarmente resistente alla siccità, ma non al freddo, infatti muore a temperature di 6-8 °C sotto lo zero. Quanto al terreno si adatta meglio di qualsiasi altra leguminosa alle argille calcaree o sodiche, fortemente colloidali e instabili, che col suo grosso e potente fittone, che svolge un'ottima attività regolatrice, riesce a bonificare in maniera eccellente, rendendole atte ad ospitare altre colture più esigenti: è perciò pianta preziosissima per migliorare, stabilizzare e ridurre l'erosione, le argille anomale e compatte dei calanchi e delle crete. Inoltre, come per molte altre leguminose, i resti della sulla sono particolarmente adatti a migliorare la tessitura del suolo e la sua fertilizzazione, specialmente per quanto riguarda l'azoto.

La semina di questa leguminosa in passato di solito si faceva in bulatura, in autunno con 80-100 kg/ha di seme con guscio, o in primavera con 20-25 kg/ha di seme nudo. Attualmente una tecnica d'impianto è quella di seminare, a fine estate sulle stoppie del frumento, seme nudo. Alle prime piogge la sulla nasce, cresce lentamente durante l'autunno e l'inverno e dà la sua produzione al 1° taglio, in aprile-maggio. Gli

eventuali ricacci verdi, sempre assai modesti, possono essere pascolati dal bestiame prima di lavorare il terreno per il successivo frumento. Cosa fondamentale è l'utilizzo di un batterio azotofissatore che instaura una simbiosi con la sulla. Questo bacillo, solitamente presente nell'ambiente naturale in proporzione, nel sullaio deve essere inoculato sul seme. Se il terreno non ha mai ospitato questa leguminosa ed è perciò privo del rizobio specifico, non è possibile coltivare la sulla, che senza la simbiosi col bacillo azotofissatore non crescerebbe affatto o crescerebbe stentata. In tal caso è necessario procedere all'"assullatura", inoculando il seme al momento della semina con coltura artificiali del microorganismo. È pur vero che in passato si aveva la

consuetudine tradizione di "assullare" i terreni, ovvero di portare parte di suolo di fondi nei quali era stata coltivata la sulla l'anno precedente, in suoli dove doveva essere coltivata. Ciò ha permesso la diffusione quasi capillare dei microorganismi rizobi, ed è assai difficile in Italia centro meridionale trovare suoli con assenza di microorganismi. Il sullaio produce un solo taglio al secondo anno, nell'anno d'impianto e dopo il taglio fornisce solo un eccellente pascolo. La sulla produce materiale vegetale molto acquoso (circa 80-85% di acqua) e piuttosto grossolano: ciò rende la fienagione difficile, per cui sarà necessario dotarsi di particolari accorgimenti per raccogliere al meglio questa leguminosa. Le produzioni di fieno sono molto variabili, con medie di 4-5 t/ha. Il foraggio si presta bene ad essere insilato e pascolato.

Il fiore, tipico delle leguminose, è costituito da un'infiorescenza a racemo ascellare allungato spiciforme, denso e di forma conico-globosa, formata da un asse non ramificato sul quale sono inseriti con brevi peduncoli 20-40 fiori piuttosto grandi e dai peduncoli lunghi. Il calice presenta denti più lunghi del tubo. La sulla presenta una corolla vistosa rosso porpora, raramente bianca, un vessillo poco più lungo delle ali e della carena, lunga 11-12mm, foglioline più o meno grandi e larghe 5-35 mm. Questa leguminosa fiorisce verso la fine della primavera da aprile a giugno. La fecondazione, incrociata, assicurata dalle api e da altri insetti. Il frutto è un legume definito lomento, nome che deriva dal fatto che a maturità si disarticola in tanti segmenti quanti sono i semi (discoideali, sub-reniformi, di colore giallo e solitamente in numero di 3-5), permettendo così la disseminazione grazie a 2-4 articoli quasi rotondi, ingrosati al margine, tuberculati spinosi e glabri. Il frutto si presenta vestito in un discoide irto di aculei, contenente un seme di forma lenticolare, lucente, di colore giallognolo. 1000 dei suoi semi, che si presentano discoideali, interi pesano 9 g, senza guscio 4,5. Nella sulla è caratteristica la presenza spesso di un'alta percentuale di semi duri. La pianta di sulla è molto acquosa, ricca di zuccheri solubili e abbondantemente nettariifera, per cui è molto ricercata dalle api.

TRIFOGLIO SOTTERRANEO (*Trifolium subterraneum*)



Il trifoglio sotterraneo, così chiamato per il suo spiccato geocarpismo, fa parte del gruppo delle leguminose annuali autoriseminanti. Il trifoglio sotterraneo è una tipica foraggera da climi mediterranei caratterizzati da estati calde e asciutte e inverni umidi e miti (media delle minime del mese più freddo non inferiori a +1 °C). Grazie al suo ciclo congeniale ai climi mediterranei, alla sua persistenza in coltura in coltura dovuta al fenomeno dell'autorisemina, all'adattabilità a suoli poveri (che fra l'altro arricchisce di azoto) e a pascolamenti continui e severi, il trifoglio sotterraneo è chiamato a svolgere un ruolo importante in molte regioni Sud-europee, non solo come risorsa fondamentale dei sistemi prato-pascolivi, ma anche in utilizzazioni non convenzionali, ad esempio in sistemi multiuso in aree viticole o forestali. Più frequentemente il trifoglio sotterraneo è usato per infittire, o costituire ex novo, pascoli permanenti fuori rotazione di durata indefinita.

Botanica

Il trifoglio sotterraneo è una leguminosa autogamica, annuale, a ciclo autunno-primaverile, di taglia bassa (15-30 cm) con radici poco profonde, steli striscianti e pelosi, foglie trifogliate provviste di caratteristiche macchie (utili per il riconoscimento varietale), peduncoli fiorali che portano capolini formati da 2-3 fiori di colore bianco che, dopo la fecondazione, si incurvano verso il terreno e lo penetrano per qualche centimetro, deponendovi i legumi maturi (detto "glomeruli") che, molto numerosi, finiscono per stratificarsi abbondantemente entro e fuori terra.

Il manto vegetale è singolarmente molto contenuto in altezza ed estremamente compatto, con il grosso della fitomassa appressato al suolo (5-10 cm), con foglie situate in alto e steli ed organi riproduttivi allocati in basso, e ben funzionante anche quando sottoposto a frequenti defogliazioni.

I glomeruli contengono semi subsferici di colore bruno (lilla in certe varietà).

Operazioni colturali

Le specie vegetali scelte per la costituzione del *prato permanente stabile* appartengono alla famiglia delle *leguminosae*, che aumentano la fertilità del terreno principalmente grazie alla loro capacità di fissare l'azoto, e delle *graminacee*. La tipologia di piante scelte ha ciclo poliennale, a seguito anche della loro capacità di autorisemina in modo particolare il trifoglio sotterraneo), consentendo così la copertura del suolo in modo continuativo per diversi anni dopo la prima semina.

Di seguito si descrivono cronologicamente le operazioni colturali previste per poter avviare la coltivazione ed il mantenimento del prato stabile permanente. Le superfici oggetto di coltivazione non sono irrigue e pertanto si prevede una tecnica di coltivazione in "asciutto", cioè tenendo conto solo dell'apporto idrico dovuto alle precipitazioni meteoriche.

Lavorazioni del terreno

Le lavorazioni del terreno dovranno essere avviate successivamente alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico e preferibilmente nel periodo autunno-invernale. Si prevedono delle lavorazioni del terreno superficiali (20-30 cm). Una prima aratura autunnale preparatoria del terreno con aratro a dischi ed eventualmente contestuale concimazione di fondo. Una seconda aratura (con aratro a dischi) verso fine inverno e successiva *fresatura* con il fine ultimo di preparare adeguato letto di semina.

Definizione del miscuglio di piante e quantità di seme

Qualunque sia il miscuglio, si instaurerà e produrrà della biomassa. Tuttavia, al fine di ottenere il massimo dei risultati, si è tenuto conto delle seguenti regole di base:

- Consociare delle piante con sviluppo vegetativo differente che andranno a completarsi nell'utilizzo dello spazio, invece che competere;
- Combinare piante più slanciate ad altre cespugliose, piante rampicanti a delle altre più striscianti;
- Scegliere specie con apparati radicali differenti;
- Scegliere delle specie che fioriscono rapidamente ed in modo differenziato per fornire del polline e del nettare agli insetti utili in un periodo di scarse fioriture;
- Adattare la densità di ciascuna delle specie rispetto alla dose in purezza;
- Utilizzare specie vegetali appetite dal bestiame al pascolo.

La quantità consigliata di seme da utilizzare per singola coltura in purezza è indicata nella seguente tabella:

ERBA MEDICA	SULLA	TRIFOGLIO SOTTERRANEO
30-40 Kg/Ha	35-40 Kg/Ha (seme nudo)	30-35 Kg/Ha

La quantità di seme considerata è maggiore rispetto ai quantitativi normalmente previsti nell'ordinarietà, poiché si ha l'obiettivo primario di avere una copertura vegetale quanto più omogenea possibile del suolo. Il miscuglio, in base alle considerazioni precedentemente fatte, prevede una incidenza percentuale con indicazione della relativa quantità di seme ad ettaro per singola pianta così ripartita:

ERBA MEDICA	SULLA	TRIFOGLIO SOTTERRANEO
30 %	30 %	40 %

Semina

La semina è prevista a fine inverno (febbraio-marzo). La semina sarà fatta a *spaglio* con idonee seminatrici. Se non si è provveduto alla concimazione di fondo organica durante le operazioni di aratura è consigliabile effettuare una concimazione contestualmente alla semina. In tal caso è consigliabile effettuare concimazioni con prodotti che consentano di apportare quantità di fosforo pari a 100-150 Kg/Ha e potassio pari a 100 Kg/Ha. Utilizzazione delle produzioni di foraggio fresco del prato. Essendo un erbaio di prato stabile non irriguo sono ipotizzabili un numero massimo di due periodi durante i quali le piante completerebbero il loro ciclo vitale.

Se l'attività fosse svolta secondo i canoni di una attività agricola convenzionale si ipotizzerebbero n. 2 sfalci all'anno per la produzione di foraggio.

Si prevede una fioritura a scalare che, a seconda dell'andamento climatico stagionale, può avere inizio ad aprile-maggio. Pertanto, oltre alla produzione di foraggio tardo primaverile (fine maggio normalmente), nel caso di adeguate precipitazioni tardo-primaverili ed estive, è ipotizzabile effettuare una seconda produzione a fine agosto - settembre.

Considerato che obiettivo primario è quello di mantenere la continuità ed il livello di efficienza produttiva della copertura vegetale del terreno per ottimizzare le performances di protezione del suolo, si è ritenuto tecnicamente valido ed opportuno svolgere una attività pascoliva (ovini) sull'intera superficie. Il pascolo consentirebbe una *naturale ed efficiente manutenzione* dell'area con una forte valorizzazione economica delle biomasse di foraggio prodotte senza che ci sia bisogno di lavorazioni meccaniche per la raccolta del foraggio.

Quadro economico

La messa in coltura di prato stabile permanente di leguminose, nel contesto nel quale si opera, ha l'obiettivo principale di protezione/stabilità del suolo e miglioramento della fertilità del terreno. Nonostante ciò, al fine di consentire una gestione economicamente sostenibile è necessario considerare il prato stabile in chiave produttiva secondo due tipi di valutazione:

- Produttiva legata prettamente alla quantità di biomassa (fieno da foraggio) ottenibile durante l'annata agraria;
- Produttiva legata, non solo alla produzione di fieno per l'attività zootecnica (pascolo), ma anche alla *produttività mellifera* delle singole piante (apicoltura) valorizzando in tal senso anche l'aspetto legato alla tutela della biodiversità.

Per ovvie ragioni si è optato per la valutazione economica che tiene conto anche dell'alto valore ecologico che avrebbe l'edificazione del prato permanente stabile se gestito considerando la contestuale presenza di un allevamento stanziale di api all'interno dell'area progettuale.

Analisi dei fattori di sostenibilità economica dell'erbaio permanente

Da quanto riportato nei paragrafi precedenti risulta evidente come l'attività economica sia sostenibile dal punto di vista agro-ambientale.

La convenienza economica da parte della proprietà del parco agrivoltaico nell'attuare l'attività di produzione di colture foraggere può essere configurata come illustrato di seguito.

L'investimento iniziale è riferibile solo alla realizzazione degli erbai permanenti.

ANALISI DEI COSTI DI MESSA A CULTURA DEL PRATO AD ETTARO

VOCE DI COSTO	QUANTITA'	COSTO UNITARIO MEDIO	COSTO AD ETTARO (€/Ha)	RIEPILOGO COSTI AD ETTARO (€)
SEME (miscuglio)	40 kg	5,0 €/Kg	200,0	200,0
N.2 Aratura terreno di medio impasto fino a 30 cm di profondità + N. 1 fresatura	1	350,0 €/Ha	350,0	350,0
CONCIMAZIONE DI FONDO ORGANICA	1	100,0 €/Ha	100,0	100,0
SEMINA	1	50,0 €/Ha	50,0	70,0
			TOTALE COSTI	720,00

Bisogna considerare che le operazioni di semina e lavorazioni del terreno, negli anni successivi al primo (anno dell'impianto), saranno ridotte poiché trattasi di prato poliennale.

Dal secondo anno sarà necessario effettuare delle *rottture* del cotico erboso per

favorire la propagazione ed eventuali semine per colmare le *fallanze*. Di conseguenza dal secondo al sesto anno in poi è ipotizzabile una riduzione dei costi del 60%. Al settimo anno si interverrà con una semina più cospicua in copertura, con costi stimati di € 350,00/ha, per continuare a ripetere il ciclo colturale. L'analisi economica è stata fatta in modo molto prudente (valori minimi di produzione) per quanto riguarda la produzione di foraggio, proprio perché la finalità del prato stabile permanente non è prettamente legata alla produzione agricola.

Zootecnia

Il *pascolo ovino di tipo vagante* è la soluzione ecocompatibile ed economicamente sostenibile che consente di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco fotovoltaico. Le finalità nonché gli obiettivi dell'attività pascoliva possono essere così elencate:

- Mantenimento e ricostituzione del prato stabile permanente attraverso l'attività di brucatura ed il rilascio delle deiezioni (sostanza organica che funge da concime naturale) degli animali;
- L'asportazione della massa vegetale attraverso la brucatura delle pecore ha notevole efficacia in termini di prevenzione degli incendi;
- Valorizzazione economica attraverso una attività zootecnica tipica dell'area;
- Favorire e salvaguardare la biodiversità delle razze ovine locali.



Ovini (pecore) al pascolo in un parco fotovoltaico durante la brucatura.



Per la tipologia tecnica e strutturale dell'impianto fotovoltaico e per le caratteristiche agro-ambientali dell'area si ritiene opportuno l'utilizzo in particolare di due razze ovine (pecore) delle quali, di seguito, se ne descrivono le caratteristiche in modo schematico.

CORNELLA BIANCA



Il suo ambiente di allevamento principale è l'alto appennino emiliano delle province di Reggio Emilia, Modena e Bologna. Nel passato si sono probabilmente verificati scambi di riproduttori con le razze Garfagnina e Massese, allevate in zone limitrofe, con le quali la Cornella ha avuto da sempre stretti contatti, soprattutto nel periodo invernale, quando parte dei greggi si spostavano dall'alto Appennino emiliano verso la Toscana. Negli ultimi decenni ha subito un forte decremento numerico, per la crisi generalizzata che ha riguardato l'allevamento ovino a causa dei costi di allevamento.

Caratteristiche morfologiche

Taglia: medio-pesante.

Collo: diritto e giustamente proporzionato.

Tronco: Profilo del dorso rettilineo. Il dorso è lungo e largo con masse muscolari proporzionate. Groppa trapezoidale spesso inclinata raramente obliqua. Coda spessa e lunga con attacco basso. Ventre rotondo di volume medio. Torace non eccessivamente alto. L'apparato mammario denota ottima predisposizione alla produzione di latte.

Vello: bianco, semichiuso, con bioccoli corti e fini.

Pelle e pigmentazione: pelle sottile, elastica e di colore bianco rosato, talora con lieve picchiettatura nera o marrone sulla testa, negli arti, e, in genere nelle parti prive di lana.

Altezza media al garrese:

- Maschi a. cm. 85-90

- Femmine a. cm. 75-80

Peso medio:

- Maschi a. Kg. 80-85

- Femmine a. Kg. 65-70

Caratteri produttivi

E' una razza a duplice attitudine, latte e carne. Tuttavia la selezione è stata maggiormente orientata al miglioramento della produzione di latte.

La carne viene ottenuta con agnelli da latte, macellati ad un peso di 10 - 12 kg.

La lattazione dura mediamente 120- 150 giorni con produzione complessiva di circa 100-130 kg per capo. Il latte, dopo lo svezzamento dell'agnello, viene tradizionalmente trasformato in pecorino e ricotta.

CORNIGLIESE



Popolazione originaria dell'alto Appennino parmense, prende il suo nome dal paese d'origine, Corniglio, situato a circa 1200 metri di altezza. Fu ottenuta alla metà del Settecento dai Borboni di Parma mediante l'incrocio fra una popolazione ovina locale e la razza spagnola Merinos, introdotta per migliorare la qualità della lana, a quei tempi il prodotto più apprezzato della pecora. Agli inizi del Novecento ne fu aumentata la mole per ottenere una maggiore produzione di carne mediante l'immissione di arieti di razza Bergamasca. L'allevamento tradizionale era quello transumante e i greggi passavano l'inverno nella pianura emiliana e

lombarda, per ritornare poi con la stagione favorevole nei pascoli di montagna. Attualmente solo pochi pastori praticano ancora la transumanza verso la pianura e preferiscono stabulare gli animali durante il periodo più freddo. Originariamente era a triplice attitudine, mentre oggi viene allevata prevalentemente per la produzione della carne nel parmense e nel reggiano, mentre nel modenese e bolognese, oltre che per la produzione dell'agnello, viene impiegata anche per la produzione di latte destinato alla caseificazione di formaggi tipici.

E' una razza rustica e robusta presenta buona versatilità in ogni condizione climatica ed ambientale. E' in corso un programma di studio e caratterizzazione della razza attuato dall'Università di Bologna in collaborazione con l'associazione RARE e la Provincia di Modena.

Il suo ambiente di allevamento principale è l'alto appennino emiliano delle province di Reggio Emilia, Modena e Bologna. Nel passato si sono probabilmente verificati scambi di riproduttori con le razze Garfagnina e Massese, allevate in zone limitrofe, con le quali la Cornella ha avuto da sempre stretti contatti, soprattutto nel periodo invernale, quando parte dei greggi si spostavano dall'alto Appennino emiliano verso la Toscana. Negli ultimi decenni ha subito un forte decremento numerico, per la crisi generalizzata che ha riguardato l'allevamento ovino a causa dei costi di allevamento.

Caratteristiche morfologiche

Taglia: pesante.

Collo: Il collo è di media lunghezza, forte, ben attaccato alle spalle.

Tronco: Il tronco è lungo; il petto e la groppa sono larghi, con masse muscolari compatte.

La mammella è ben sviluppata, sostenuta, spugnosa, con capezzoli lunghi e divaricati.

Vello: con eventuali macchie, ricoprente anche il ventre, la parte superiore degli arti e parzialmente la testa, a lana semifine, compatta.

Altezza media al garrese:

- Maschi a. cm. 85

- Femmine a. cm. 75

Peso medio:

- Maschi a. Kg. 100

- Femmine a. Kg. 75

Caratteri produttivi

E' una razza a triplice attitudine, oggi maggiormente allevata per la produzione di carne grazie alla mole grande e alle masse muscolari compatte e alla contenuta adiposità. La razza si presta ottimamente per la produzione di agnelloni e castrati.

Alcuni allevamenti di medie dimensioni la utilizzano anche per la produzione di latte per

la trasformazione in formaggi tipici, pecorino e ricotta in particolare. La lattazione dura circa 180 gg., con produzione complessiva per capo di circa 160 litri con il 8% di grasso e il 6,5% di proteine.

Analisi della gestione dell'attività di pascolo

E' prevista nelle aree di progetto una attività di pascolo ovino di tipo vagante, pertanto una gestione dell'attività zootecnica affidata ad allevatore professionale della zona. L'attività di pascolo nelle aree di progetto necessita che venga svolta con una certa continuità nel periodo autunnale-invernale e, successivamente al periodo di fioritura prevista del prato stabile permanente di leguminose messo a coltura. Nello specifico per il prato stabile permanente di leguminose sono previste (come indicato nei paragrafi precedenti) due produzioni annue, la prima in primavera e la seconda nel periodo estivo. Il pascolo del prato permanente deve essere effettuato successivamente alla fioritura delle specie vegetali seminate (erba medica, sulla e trifoglio sotterraneo) al fine di consentire l'attività impollinatrice e produttiva delle api afferenti all'allevamento stanziale di cui si prevede la realizzazione.

La scelta delle razze ovine da utilizzare è condizionata fortemente dall'esigenza di favorire lo sviluppo di un'attività zootecnica legata alle radicate tradizioni territoriali nell'ottica della tutela della biodiversità e la conservazione dei genotipi autoctoni. In un ambito di operatività proteso verso la "sostenibilità ecologica", nell'ambito degli erbivori domestici, ogni razza è caratterizzata da una diversa capacità selettiva e da percorsi preferenziali e di sosta. L'attività di pascolamento in particolari habitat è stata riconosciuta quale fattore chiave nella conservazione di quegli stessi habitat semi-naturali di altissimo valore ecologico (MacDonald et al., 2000; Sarmiento,2006); inoltre il pascolamento da parte delle razze autoctone ha un basso impatto sulla biodiversità vegetale ed ha, di contro, un effetto benefico nel creare condizioni favorevoli per l'avifauna erbivora ed insettivora (Chabuz et al.,2012).

Per poter definire il numero adeguato di capi ovini da fare pascolare nell'area di progetto si procede, nei paragrafi successivi, con il calcolo del bestiame ovino allevabile con il metodo delle Unità Foraggere (UF).

Calcolo del BESTIAME ALLEVABILE con il metodo delle Unità Foraggere (UF)

Questa procedura di calcolo si rende necessaria quando si vuole dimensionare l'allevamento alla produzione foraggera aziendale:

Il calcolo viene definito analizzando le seguenti fasi:

- 1) Determinazione della produzione foraggera aziendale in UF;
- 2) Calcolo del consumo annuo di un gruppo omogeneo;
- 3) Calcolo del numero di animali per gruppo omogeneo;

- 4) Calcolo del N. totale di capi allevabili.
- 5) Determinazione della produzione foraggera aziendale in U.F.

Oltre alle Unità Foraggere tradizionali (U.F.) si tiene conto delle Unità Foraggere Latte (U.F.L. - esprime il valore nutritivo degli alimenti per i ruminanti destinati alla produzione di latte) e delle Unità Foraggere Carne (U.F.C. - da utilizzare per soggetti in accrescimento rapido all'ingrasso).

Come precedentemente calcolato, si prevede una produzione ad ettaro annua di foraggio fresco da prato polifita non irriguo pari a Q.li 84. Nella tabella seguente si riportano i dati relativi alle produzioni unitarie previste.

Produzione unitaria di foraggio e corrispondenti unità foraggere per quintale ⁵				
COLTURA	Q.li/Ha	U.F./Q.le	U.F.L./Q.le	U.F.C./Q.le
Foraggio verde da più sfalci - Prato polifita non irriguo	84	13	16	15

Nella tabella che segue si riporta il calcolo riferito alla superficie complessiva utilizzabile.

Produzione complessiva di foraggio e corrispondenti unità foraggere totali					
COLTURA	Sup. Tot. Coltivabile (Ha)	Q.li totali	U.F. totali	U.F.L. totali	U.F.C. totali
Foraggio verde da più sfalci - Prato polifita non irriguo	80	6.560	85.280	104.960	98.400

Calcolo del consumo annuo di un gruppo omogeneo

Si considerano, per semplificazione del calcolo, solo due gruppi omogenei di animali adulti al pascolo: pecore da latte e pecore da carne peso vivo 70-75 kg.

Nella seguente tabella si riporta il consumo annuo medio riferito al singolo gruppo omogeneo considerato.

FABBISOGNO DELLA SPECIE ANIMALE DI INTERESSE ZOOTECNICO ESPRESSO IN UF-UFL-UFC PER CAPO/ANNO(4)			
SPECIE	UF	U.F.L. (valore medio)	U.F.C. (valore medio)
Pecora da latte	/	560	/
pecore da carne peso vivo 50 - 80 kg	/	/	630

Fonte dati statistici di calcolo: I.S.M.E.A. - Rete Rurale Nazionale - C.R.E.A.

Calcolo del numero di animali per gruppo omogeneo

Si ritiene di optare per l'allevamento di ovini da carne per omogeneità di gestione.

Numero di ovini adulti per categoria omogenea sostenibile per l'attività di pascolo nell'area di progetto						
SPECIE	UF di riferimento disponibili	U.F.L. totali disponibili	U.F.C. totali disponibili	U.F.L. (valore medio)	U.F.C. (valore medio)	Numero capi
Pecora da latte	85.280	104.960		560		188

Calcolo del N. totale di capi allevabili

In base al calcolo semplificato sopra riportato nell'area di progetto del parco fotovoltaico è possibile un carico complessivo annuo di animali di razza ovina al pascolo pari a n. 188 pecore da latte.

Analisi dei fattori di sostenibilità economica dell'attività di pascolo

Da quanto riportato nei paragrafi precedenti risulta evidente come l'attività economica zootecnica del pascolo sia sostenibile dal punto di vista agro-ambientale. Affinché l'attività di pascolo sia anche economicamente sostenibile per le finalità afferenti alla gestione del parco fotovoltaico, risulta essere necessario (come già accennato in precedenza) affidare l'attività pascoliva ad imprenditore agricolo- zootecnico che disponga di strutture adeguate (ovile, ecc...) nelle immediate vicinanze dell'area di pascolo. La convenienza economica da parte della proprietà del parco fotovoltaico nell'attuare l'attività pascoliva può essere configurata come illustrato di seguito.

L'investimento iniziale è riferibile solo alla realizzazione di strutture per il ricovero degli ovini. Il numero minimo dei capi ovini necessario per l'attività di pascolo nell'area di progetto è pari a 80, la cui ripartizione per categoria è omogenea. Bisogna considerare che per ogni n. 20 pecore è necessario n. 1 ariete. Il costo medio di un ovino adulto può variare in funzione di diversi fattori quali:

- Razza;
- Genealogia;
- Performance produttive (prolificità, quantità e qualità della produzione di latte, carne e lana, ecc...).

Una volta costituito il gregge (n. 188 capi adulti) la gestione sarà affidata ad una impresa agricola per la conduzione dell'allevamento. Tale condizione consentirà di ovviare alle non poche criticità di gestione dovute agli allevamenti zootecnici ovini, legate sia agli aspetti produttivi che sanitari. Nell'accordo con l'allevatore sarà definito principalmente il cronoprogramma e le modalità dell'attività di pascolo nel parco fotovoltaico. All'allevatore rimarrebbero in carico le

spese di gestione ordinaria (veterinario, salari, stipendi, quote varie, spese di alimentazione integrativa, spese varie, ecc...) e straordinaria a fronte di un Utile Lordo di Stalla congruo (vendita di latte ed agnelli, rimonta interna, ecc...), nonché un altrettanto congrua remunerazione dalla vendita.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei costi di gestione relativa all'attività di pascolo. Per l'elaborazione dei costi di gestione si considera che l'attività di pascolo venga svolta per un minimo 100 giorni/anno.

Tabella riepilogativa dei costi afferenti all'attività di pascolo con ipotesi di accordo esterno

VOCE CONTABILE	SPECIFICA VOCE DI BILANCIO	COSTO UNITARIO	NUMERO TOTALE	Importo (€)	Precisazioni	NOTE
INVESTIMENTO INIZIALE	RIPARO PER GLI ANIMALI	40.000 €	1	40.000,00 €	Tettoia amovibile ecocompatibil e con abbeveratoio (valore di stima)	
	CONTO ANIMALI	110 €	188	11.000,00 €		
<i>Totale investimento iniziale</i>				36.000,00 €		
COSTI DI GESTIONE	TRASPORTO			0,00 €		
	MANUTENZIONE			800,00 €	2% del valore della tettoia	
	Spese varie			1.500 €		
<i>Totale costi di gestione</i>				2.800,00 €		

Ricavi

Negli allevamenti ovicaprini i ricavi ottenibili sono dati dalla vendita degli agnelli e del latte.

Le agnelle raggiungono la pubertà all'età di 4-6 mesi, ma è consigliato non farle fecondare prima che hanno raggiunto almeno il 40-60% del loro peso da adulti. Questo accorgimento è indispensabile perché si potrebbero avere difficoltà al parto. Ad influenzare il primo calore negli ovini è l'alimentazione, infatti scarsi apporti nutritivi possono incidere nello sviluppo dell'apparato riproduttore. Dopo la gravidanza che dura circa 150 giorni si ha il parto, molto diffusi sono i parti gemellari. Gli agnelli dopo la nascita vengono controllati, per valutare se essere destinati alla rimonta o essere venduti per la

macellazione.

I prodotti maggiormente richiesti dall'allevamento di pecore in Italia sono:

- Agnello da latte per ottenere questo prodotto, è necessario che dopo la nascita, l'agnello rimanga al pascolo con la madre e si nutra del suo latte per circa 4-5 settimane, momento in cui avrà raggiunto un peso 8-12 kg, ottimale per essere venduto al macello.
- Agnellone pesante questi soggetti vengono macellati al raggiungimento di 25-40 kg.
- Latte.

Nel corso dell'anno mediamente le pecore partoriscono 1,5 volte, 3 volte in 2 anni; pertanto, mediamente nascono 2 agnelli/capo, considerando la quota dei parti gemellari. Degli agnelli nati una quota del 20% è destinata alla rimonta interna.

Con un carico di bestiame di 188 capi adulti si ottengono circa 300 agnelli, di cui 20 destinati alla rimonta e 180 destinati alla vendita.

Prodotto	N.	Quantità (Kg)	Prezzo (€/Kg)	Importo totale (iva inclusa)
Agnelli da latte	150	1.800	4	7.200,00
Agnelloni	150	6.000	3	18.000,00
Latte	100	37.600	1	37.600,00
Totale PLV				62.800,00 €

Fatto salvo l'investimento iniziale definito dall'acquisto dei capi e dalla realizzazione della tettoia di sosta, l'utile o la perdita di esercizio dal primo anno di attività è definibile con la seguente formula:

utile/perdita di esercizio dal 1° anno = PLV - Costi vari



€ 62.800,00 – 2.800,00



Utile di esercizio dal 1° anno = € 60.000,00

In alternativa all'allevamento all'interno del parco fotovoltaico, gli stessi erbai possono essere sfalciati per ottenere un insilato da avviare al mercato dei foraggi per essere destinato agli allevamenti di ovini e bovini presenti in zona, oppure agli impianti di biogas.



Falciacondizionatrice frontale larghezza 3 metri



Trinciacaricatrice

APICOLTURA

Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell'area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e protezione dell'ambiente nonché all'implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, si intende avviare un *allevamento di api stanziale*.

La messa a coltura del prato stabile e le caratteristiche dell'areale in cui si colloca il parco fotovoltaico, crea le condizioni ambientali idonee affinché l'apicoltura possa essere considerata una attività "zootecnica" economicamente sostenibile.

L'ape è un insetto, appartenente alla famiglia degli imenotteri, al genere *Apis*, specie mellifera (*adamsonii*). Si prevede l'allevamento dell'ape italiana o ape ligustica (*Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806) che è una sottospecie dell'ape mellifera (*Apis mellifera*), molto apprezzata internazionalmente in quanto particolarmente prolifica, mansueta e produttiva.

Di seguito si analizzano i fattori ambientali ed economici per il dimensionamento dell'attività apistica, considerando nel calcolo della PLV (Produzione Lorda Vendibile) la sola produzione di miele. L'attività apistica ha come obiettivo primario quella della tutela della biodiversità e pertanto non si prevede lo sfruttamento massivo delle potenzialità tipico degli allevamenti *zootecnici intensivi*, facendo svolgere all'apicoltura una funzione principalmente di valenza ambientale ed ecologica.



Calcolo del potenziale mellifero

Si definisce *potenziale mellifero* di una pianta la quantità teorica di miele che è possibile ottenere in condizioni ideali da una determinata estensione di terreno occupata interamente dalla specie in questione.

Conoscendo il numero di fiori presenti in un ettaro e la quantità di nettare prodotto da un fiore nella sua vita, e considerando che gli zuccheri entrano a far parte della composizione media del miele in ragione dell'80% (cioè 0,8 Kg zuccheri = 1 Kg miele), si applica la seguente formula:

$$\text{Kg miele/Ha} = \text{Kg zucchero/Ha} \times 100/80$$

Il valore così calcolato non tiene conto di tutti quegli eventi negativi che tendono ad abbassarlo (condizioni climatiche sfavorevoli ecc...) né può ovviamente fornire previsioni dirette sulla quantità di miele che l'apicoltore può realmente ottenere: su questa incidono infatti vari fattori quali l'appetibilità della specie, la concorrenza di altri pronubi (diurni e notturni), il consumo di miele da parte della colonia stessa per la propria alimentazione, lo sfruttamento più o meno oculato della coltura (n. di arnie per ettaro e la loro disposizione), ecc... .

Tuttavia, sulla base dei dati riscontrati in letteratura, è possibile raggruppare le varie specie studiate secondo classi di produttività concepite così come riportato nella seguente tabella:

CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/Ha di miele)
I	meno di 25
II	da 26 a 50
III	da 51 a 100
IV	da 101 a 200
V	da 201 a 500
VI	oltre 500

Nello specifico, nel valutare e definire il potenziale mellifero per la vegetazione presente nell'area di progetto si è tenuto conto di diversi fattori quali:

- Specie vegetali utilizzate per la messa a coltura del prato stabile permanente di leguminose e loro proporzione nel miscuglio;
- Piante mellifere caratterizzanti la vegetazione spontanea;
- Caratterizzazione Agro-ambientale (clima, coltivazioni agrarie, ecc...).

Il potenziale mellifero è estremamente variabile rispetto ad alcuni parametri: condizioni meteo (vento, pioggia,), temperature (sotto i 10 gradi molte piante non producono nettare), umidità del suolo e dell'aria, caratteristiche del suolo (alcune piante pur crescendo in suoli non a loro congeniali, non producono nettare), posizione rispetto al sole e altitudine, ecc... Naturalmente per avere un dato quanto più attendibile, sarebbe opportuno fare dei rilievi floristici di dettaglio per più anni di osservazione (calcolo del numero di fiori per specie e per unità di superficie, periodo di fioritura, ecc...). Pertanto, in base alle criticità individuate, si reputa opportuno considerare il potenziale mellifero minimo di quello indicato in letteratura. La sottostima del dato consente di fare valutazioni economiche prudenziali, abbassando notevolmente i fattori di rischio legati all'attività d'impresa.

Nella Tabella seguente si riporta il nome delle piante mellifere afferenti al prato stabile permanente ed alla vegetazione spontanea con il riferimento del periodo di fioritura, della classe e del potenziale mellifero.

Parametri di produzione di miele delle principali piante mellifere presenti nell'area di progetto.

FAMIGLIA	SPECIE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/ha di miele)
LEGUMINOSAE	<i>Medicago sativa L.</i>	250
LEGUMINOSAE	<i>Sulla</i>	250
LEGUMINOSAE	<i>Trifolium subterraneum L.</i>	60

Una volta definito il potenziale mellifero delle principali piante prese in considerazione, si rapporta la produzione di miele unitaria all'intera superficie di riferimento progettuale. Dal calcolo viene escluso il potenziale mellifero del sistema agro-ambientale extra- progetto.

Nella tabella seguente si riporta la ripartizione dell'area complessiva di progetto in base all'uso del suolo ed il calcolo del quantitativo complessivo di produzione mellifera potenziale minima prevista.

Calcolo della produzione mellifera potenziale minima

USO DEL SUOLO	SUPERFICIE (Ha)		POTENZIALE MELLIFERO UNITARIO (Kg/Ha)	POTENZIALE MELLIFERO TOTALE (Kg)
Area d'insidenza dei moduli fotovoltaici	80			
Area interna ai singoli comparti fotovoltaici seminabile con il prato stabile permanente di	Erba medica	28	250	7.000
	Sulla	28	250	7.000
	Trifoglio	24	60	1.440
Tot. HA 80				15.440

Come si evince dalla tabella summenzionata la superficie di riferimento per il calcolo del potenziale mellifero minimo totale è di circa Ha 80. La superficie destinata alle opere di mitigazione ambientale sicuramente incide nella valutazione del potenziale mellifero complessivo, ma essendo non definibile in modo statisticamente valido l'apporto dei dati inerenti alla vegetazione, si è ritenuto opportuno escluderla dal calcolo.

Calcolo del numero di arnie

La quantità di miele prodotto da un'arnia è molto variabile: si possono ottenere dalla smielatura di un'arnia stanziata in media 10-15 Kg di miele all'anno, con punte che oltrepassano i 40 Kg. Come per il polline, anche per il nettare l'entità della raccolta per arnia è in linea di massima proporzionale alla robustezza e alla consistenza numerica della colonia e segue nel corso dell'anno un andamento che è correlato con la situazione climatica e floristica. Anzi in questo caso il fattore "clima" è di importanza ancora più rilevante, in quanto, come già detto, influisce direttamente sulla secrezione nettariifera. Se ad esempio i valori di umidità relativa si innalzano oltre un certo limite, la produzione di nettare è elevata, ma esso è anche più diluito e per ottenere la stessa quantità di miele le api devono quindi svolgere un lavoro molto maggiore.

Per l'area di progetto è ipotizzabile un carico di n. 2-3 arnie ad ettaro (numero ottimale in funzione del tipo di vegetazione); ma in base alla valutazione dei fattori limitanti la produzione di cui si è detto risulta essere opportuno installare, almeno per il primo anno,

un numero di arnie complessivo pari a 30. Tale valutazione operativa definirebbe un numero di arnie ad ettaro inferiore all'unità. Pertanto il carico ad ettaro di arnie sarebbe così definito:

n. 30 arnie / superficie utile complessiva (Ha)



$30 / 80 \text{ Ha} = 0,37$ (numero arnie ad ettaro)

Come si evince il carico ad ettaro di arnie stimato è ben al di sotto della potenzialità espressa dal territorio.

Ubicazione delle arnie

Oltre al numero di alveari/arnie per ettaro acquista molta importanza anche la loro disposizione all'interno della coltura.

Il raggio di azione della bottinatrice di nettare è molto più ampio di quello della bottinatrice di polline: normalmente infatti può estendersi fino a 3 chilometri, e in condizioni particolari può essere largamente superato. Il raggio di volo degli altri apoidei, escluso i bombi che possono volare per distanze più rilevanti, è in genere limitato, circoscritto a poca distanza dal nido, da poche decine di metri a 200-300 metri.

Gli elementi che bisogna considerare per l'ubicazione e posizionamento degli alveari per l'apicoltura stanziale, possono essere così elencati:

1. Scegliere un luogo in cui sono disponibili sufficienti risorse nettarifere per lo sviluppo e la crescita delle colonie. Se possibile evitare campi coltivati con monocolture dove si pratica la coltura intensiva.
2. L'apiario deve essere installato lontano da strade trafficate, da fonti di rumore e vibrazioni troppo forti e da elettrodotti. Tutti questi elementi disturbano la vita e lo sviluppo della colonia.
3. Luoghi troppo ventosi o dove c'è un eccessivo ristagno di umidità sono vivamente sconsigliati. Troppo vento non solo disturba le api, contribuendo a innervosirle e ad aumentarne l'aggressività, ma riduce la produzione di nettare. Per contro, troppa umidità favorisce l'insorgenza di micosi e patologie.
4. Accertarsi della disponibilità di acqua corrente nelle vicinanze, altrimenti predisporre degli abbeveratoi con ricambio frequente dell'acqua. L'acqua serve in

primavera per l'allevamento della covata, e in estate per la regolazione termica dell'alveare. In primavera le api abbandonano la raccolta d'acqua quando le fioriture sono massime.

5. Preferire postazioni che si trovano al di sotto della fonte nettariana da cui attingono le api. In tal modo, saranno più leggere durante il volo in salita e agevolate nel volo di ritorno a casa, quando sono cariche di nettare e quindi più pesanti.
6. Posizionare le arnie preferibilmente dove vi è presenza di alberi caducifoglie. Questo tipo di vegetazione è davvero ottimale, in quanto permette di avere ombra d'estate, evitando così eccessivi surriscaldamenti degli alveari, ma nel contempo in inverno i raggi del sole possono scaldare le famiglie senza essere ostacolati e schermati da fronde sempreverdi. Anche in questo caso, però, si può intervenire "artificialmente" creando tettoie o ripari per proteggere le api dalla calura estiva o sistemi di coibentazione per il freddo.
7. Una volta scelto il luogo è anche importante il posizionamento delle arnie. Sicuramente è importantissimo che le arnie siano rivolte a sud e che siano esposte al sole almeno nelle ore mattutine. Questo favorisce la ripresa dell'attività delle api. Ottimo sarebbe se ricevessero luce anche nel pomeriggio, soprattutto d'inverno.
8. Dopo aver scelto la direzione, bisogna considerare il posizionamento vero e proprio. Per poter limitare il fenomeno della "deriva" è utile posizionare le arnie lungo linee curve, a semicerchio, in cerchio, a ferro di cavallo, a L o a S. Inoltre, bisogna avere l'accortezza di disporre le cassette in modo da intercalarne i colori per non confondere ulteriormente le api.
9. Bisogna considerare la distanza da terra e fra le arnie stesse. Non bisogna posizionarle troppo vicino al suolo perché altrimenti si favorirebbe il ristagno di umidità. L'opzione migliore è quella di metterle su blocchi singoli perché se poggiassero su traversine lunghe le eventuali vibrazioni, indotte su un'arnia si propagherebbero alle arnie contigue. Generalmente, inoltre, le arnie devono essere posizionate a 35-40 cm l'una dall'altra e, se disposte in file, deve esserci una distanza di almeno 4 m.
10. E' necessario evitare ostacoli davanti alle porticine di volo delle arnie, siano essi erba alta, arbusti o elementi di altra natura. Questi ovviamente disturbano le api e il loro lavoro.

In base alle precauzioni sopra riportate e in funzione della morfologia e l'uso del

suolo definitivo dell'area di progetto, si ritiene opportuno posizionare le arnie al centro, che consente alle api di "pascolare" tranquillamente nel raggio massimo di 600 ml come indicato nella Figura seguente:



Ubicazione delle arnie

11. Le postazioni per le arnie si ritiene opportuno posizionarle nelle aree dove è presente l'acqua nelle immediate vicinanze dei canali che caratterizzano la rete idrografica superficiale. In tali ambiti sono previste opere di mitigazione idraulica che prevedono la piantumazione di specie arbustive ed arboree che possono essere confacenti alle esigenze degli apiai.

Analisi economica dell'attività apistica

La presente analisi economica si pone i seguenti obiettivi:

- stimare, dal confronto tra ricavi e costi relativi ad un ciclo produttivo, il reddito dell'imprenditore;
- determinare, attraverso l'individuazione delle singole voci di spesa, i costi relativi alla produzione del miele.

Per raggiungere entrambi gli obiettivi, è necessario predisporre un bilancio aziendale. Tale bilancio, che prende lo spunto da un bilancio normalmente utilizzato in aziende zootecniche, è stato tarato e modificato per rispondere alle esigenze peculiari di un'azienda apistica. Il ciclo produttivo dell'azienda agraria al quale, di norma, fa riferimento il bilancio è un anno che normalmente nel sud Italia ha inizio nel mese di settembre. Nel caso specifico, per le aziende apistiche si è optato per la durata convenzionale del periodo di riferimento (1anno), ma utilizzando come giorno di inizio il 1° marzo: questa scelta è dettata dal fatto che, a quella data, si è normalmente in grado di stimare il numero corretto di famiglie/nuclei che hanno superato il periodo invernale che costituirà il "capitale bestiame iniziale".

In questo caso viene redatto un *bilancio preventivo* considerando che non ci sia variazione della consistenza "zootecnica" tra l'inizio e la fine dell'annata agraria di riferimento. Non si considerano, poiché non valutabili preventivamente, le perdite di famiglie dovute alla sciamatura e a problemi sanitari (es. Varroa). Si considera che l'attività apistica venga svolta in modo stanziale da un singolo apicoltore e che per la definizione della Produzione Lorda Vendibile venga valutato solo il prodotto miele (non si considerano gli altri prodotti apistici vendibili quali: pappa reale, propoli, polline, cera, idromele, aceto di miele, veleno, ...).

Costo d'impianto dell'allevamento

Il costo d'impianto è definito dall'investimento iniziale necessario per la realizzazione delle arnie e l'acquisto degli animali (sciame). Di seguito si riporta il dettaglio dell'investimento riferito alla singola arnia.



Modello di arnia con 12 scomparti

Conto arnia iniziale gestito da apicoltore per allevamento di ape ligustica

Considerato che si prevede il posizionamento di n. 30 arnie avremo che il costo necessario per l'avvio attività sarà:

Voce di costo	Numero	Costo Unitario (€/Pz o €/Kg)	Costo totale	Precisazioni	IVA	Costo totale + IVA
Famiglia	1	100,00 €	100,00 €		10%	110,00 €
Regina	1	20,00 €	20,00 €		10%	22,00 €
Arnia (12 telaini)	1	55,00 €	55,00 €		22%	67,10 €
Melari	5	9,00 €	45,00 €		22%	54,90 €
Telai	12	0,70 €	8,40 €		22%	10,25 €
Cera bio per telai nido	1,32	35,00 €	46,20 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 110 gr. Sono necessari 12 fogli per un peso complessivo di Kg. 1,32. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	50,82 €
Telaini per melario	55	0,70 €	38,50 €	Per ogni arnia si considerano n. 5 melari, e per ogni melario n. 11 telaini	22%	46,97 €
Cera bio per telaini melario	3,025	35,00 €	105,88 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 55 gr. Sono necessari 55 fogli per un peso complessivo di Kg. 3,025. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	116,46 €
Escludi regina	1	5,00 €	5,00 €		22%	6,10 €
Apiscampo	1	15,00 €	15,00 €		22%	18,30 €
			Costo totale arnia 438,98 €			502,90 €

Il calcolo viene fatto tenendo conto della gestione complessiva dell'allevamento effettuata da 1 solo operatore. Si considera il prezzo medio ordinario di mercato riferito alla singola voce di spesa dando il valore complessivo.

La voce di spesa riferita al candito (alimento di soccorso da dare alle api nel periodo invernale) è fortemente condizionato dall'andamento climatico stagionale e pertanto si considerano valori prudenziali alti di gestione. Per quanto riguarda le spese di trasformazione, non avendo a disposizione attrezzature e locali, ci si avvarrà della prestazione di contoterzisti.

PLV (Produzione Lorda Vendibile)

Come già detto l'unica produzione vendibile dell'attività apistica è il miele. Si prevede una produzione di miele media per singola arnia di 25 Kg/anno.

Quadro economico riepilogativo e bilancio

Prodotto	Quantità (Kg)	Prezzo (€/Kg)	Importo totale (iva inclusa)
Miele bio - vaso da 1Kg	450	14,00 €	6.300,00 €
Miele bio - vaso da 0,5 kg	450	15,00 €	6.750,00 €
tale PLV			13.050,00 €

VOCE CONTABILE	SPECIFICA VOCE DI BILANCIO	Importo	Precisazioni
INVESTIMENTO INIZIALE	CONTO ARNIE	13.169,40 €	importo IVA esclusa
RICAVI VENDITA MIELE	Produzione Lorda Vendibile (PLV)	13.050,00 €	
COSTI DI GESTIONE	SPESE GESTIONE	1.485,00 €	
	ASSICURAZIONE	600,00 €	
	MANUTENZIONE	197,54 €	1,5%
	REINTEGRAZIONE ARNIE	2.633,88 €	Durata di un'arnia= 5 anni. Tasso d'interesse applicato 5%
	Totale costi di gestione	4.916,42 €	

Fatto salvo l'investimento iniziale definito dal conto arnia, l'utile o la perdita di esercizio dal primo anno di attività è definibile con la seguente formula:

utile/perdita di esercizio dal 1° anno



€ 13.050,00 – 4.916,42



Utile di esercizio dal 1° anno = € 8.133,58

COLTURE DELLA FASCIA PERIMETRALE

Alloro

E' stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare lungo la fascia arborea perimetrale. In particolare sono state prese in considerazione le seguenti colture:

- ogliastro (o olivo selvatico), tradizionalmente utilizzato in Sicilia come pianta perimetrale, ma di dimensioni ridotte e del tutto improduttivo;
- olivo, certamente adatto all'area;
- conifere (pini e cipressi), molto belle esteticamente ed ampiamente utilizzate come piante perimetrali in tutta Italia, ma poco adatte all'areale di riferimento, troppo alte (presenterebbero pertanto vari problemi di ombreggiamento dell'impianto) e anch'esse del tutto improduttive;
- piante autoctone della macchia mediterranea.

La scelta è quindi ricaduta sull'impianto di alloro. E' previsto l'impianto di circa 1.500 piante.



Alloro sulla fascia perimetrale

L'alloro (*Laurus nobilis*) è una pianta sempreverde che assume solitamente un portamento arbustivo, ma che lasciata crescere liberamente diviene un albero dalla taglia relativamente contenuta, raggiungendo anche i 10-12 metri di altezza.

Le altezze più comuni delle siepi in lauro sono comprese tra i 2 e gli 8 metri.

La pianta di alloro forma una vegetazione molto folla, con rami ravvicinati dalla corteccia liscia e fogliame fitto, e questa caratteristica la rende molto adatta alla formazione di siepi. Le foglie sono piuttosto spesse e coriacee, lucide, di colore verde scuro nella pagina superiore, più chiaro in quella inferiore e di forma ovale appuntita dai margini leggermente seghettati.

L'alloro è una specie rustica e adattabile, che non presenta esigenze molto particolari, anche se essendo un'essenza mediterranea sicuramente trova le sue condizioni ideali lungo la costa, in pianura o prima collina, al massimo fino a 800 metri slm. Tuttavia, in inverno è in grado di tollerare abbassamenti di temperatura sotto lo zero, purché non troppo prolungati.

Si adatta a svariati tipi di terreno, purché non asfittici, e quindi pur nella variabilità devono essere drenanti a sufficienza, mentre come posizione può crescere facilmente sia in pieno sole sia in mezz'ombra.

Per creare la siepe perimetrale saranno acquistate piantine già abbastanza cresciute per metterle a dimora tra ottobre e marzo, evitando però i periodi molto piovosi e quelli freddi.

Per il trapianto si scaveranno buche abbastanza profonde, in modo da allentare tutta la terra che si troverà poi in prossimità delle radici. Le piante saranno inserite ben diritte sul fondo, e poi si ricoprirà le stesse buche con la terra di scavo mescolata a concimi di fondo.

Dopo la messa a dimora della pianta di alloro, è importante nelle prime fasi per garantire condizioni favorevoli di crescita. Come molte altre piante da siepe si tratta di una specie adattabile e resistente, capace di crescere in buona autonomia.

Le irrigazioni devono essere somministrate con regolarità solo agli esemplari giovani, dopodiché le precipitazioni di solito sono sufficienti per rispondere ai fabbisogni della pianta, che non sono comunque alti, e questo darà la possibilità di intervenire nei casi di siccità persistente, con irrigazioni di soccorso.

La fioritura dell'alloro avviene di norma nei mesi da marzo a maggio, ed è abbastanza abbondante. Le api raccolgono sia polline che nettare. Tuttavia il miele mono-florale di alloro; i fiori, in ogni caso, contribuiscono alla produzione di miele millefiori.

La superficie perimetrale dell'impianto di alloro corrisponde a circa 1 ettaro. Non si

considerano ricavi sulla fascia perimetrale di alloro, in quanto realizzata prevalentemente come mitigazione visiva.

Descrizione	Prezzo	Quantità		Costo
Lavorazioni di base:	unitario	Ha	Piante/Ha	
Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm. 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€ 300,00	1		€ 300,00
Concimazione di impianto	€ 300,00	1		€ 300,00
Acquisto di piantine (€/cad)	€ 8,00		1.500	€ 12.000,00
Manodopera	€ 0,50		1.500	€ 750,00
TOTALE costi				€ 13.350,00

ALLORO

Costi di gestione

Difesa	€ 100,00
Concimi	€ 300,00
Spese varie	€ 150,00
Ammortamento impianto	€ 667,50
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE IPOTIZZATI/Ha	€ 1.217,50

RIEPILOGO COSTI D'INVESTIMENTO

Erbai (ha 80)	€ 57.600,00
Apicoltura	€ 13.169,40
Alloro	€ 13.350,00
Zootecnia	€ 60.680,00
TOTALE	€ 144.799,40

ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Il confronto fra le alternative di progetto viene effettuata utilizzando l'analisi SWOT, uno strumento di supporto alle decisioni utilizzato comunemente dalle organizzazioni per effettuare scelte strategiche e a lungo termine.

Il confronto fra le alternative si fonda sulla comparazione qualitativa fra punti di forza, punti di debolezza, minacce e opportunità identificate ed elencate per le possibili opzioni progettuali relative allo sfruttamento di fonti di energia rinnovabile.

A livello metodologico, dall'analisi SWOT di ogni alternativa di progetto derivano 3 giudizi complessivi sulle componenti economica (convenienza sul lungo termine), sociale (opportunità occupazionali e rapporti con gli stakeholders) e ambientale (tutela delle matrici ambientali target e coerenza alle previsioni normative).

Il giudizio complessivo viene attribuito attraverso l'utilizzo di simboli facilmente comprensibili:

1. sostenibilità economica rappresentata dall'euro;
2. sostenibilità sociale raffigurata dalla sagoma stilizzata di una persona;
3. sostenibilità ambientale ritratta come un albero.

Il giudizio varia su una scala che va da "1" a "3" dove:

4. n. 1 simbolo corrisponde ad un "basso livello di sostenibilità";
5. n. 2 simboli significano "medio livello di sostenibilità";
6. n. 3 simboli coincidono con un "elevato livello di sostenibilità".

Il giudizio globale riassume i "punteggi" attribuiti alle tre componenti e viene espresso attraverso "emoticon" di gradimento, largamente utilizzati in molti contesti in cui è richiesta l'attribuzione di un giudizio qualitativo.

1.1 ALTERNATIVA "0"

Rappresenta la mancata realizzazione del progetto in esame ed il mantenimento della coltivazione cerealicola estensiva attualmente effettuata nell'area.

Tabella 1 - Analisi SWOT Alternativa "0"

AL T "0"	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
Fattori di origine interna	<p>PUNTI DI FORZA (<i>strengths</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Non richiede l'investimento di risorse economiche per la realizzazione di nuove opere/impianti; 2. Non comporta impatti legati alla fase di cantiere, seppur temporanei; 3. Mantiene inalterato lo stato attuale dei luoghi; 4. Non richiede l'espletamento di procedure amministrative (VIA, CdS, etc). 	<p>PUNTI DI DEBOLEZZA (<i>weaknesses</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La conduzione agricola degli 82,60 ha in esame non subisce evoluzioni che ne consentano il rinnovamento ed il conseguimento di vantaggi ambientali (minor fabbisogno idrico, minor ricorso a pesticidi e fertilizzanti) 2. L'assetto idraulico dell'area non viene rivisto e migliorato; 3. Non consente la creazione di nuovi posti di lavoro; 4. Non valorizza la prossimità dell'azienda agricola e le esigenze di approvvigionamento di foraggi di origine biologica; 5. Politiche di selezione degli stake holders non implementate.
Fattori di origine esterna	<p>OPPORTUNITÀ (<i>opportunities</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Esternalità positive legate alla disponibilità di produzione agricola destinata all'alimentazione umana ed animale nonché alla produzione di energia da biomasse 	<p>MINACCE (<i>threats</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Non contribuisce agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale; 2. Non contribuisce al collegamento alla rete elettrica nazionale di RFI nell'area 3. Non produce indotto e vantaggi Economici per la collettività.

Tabella 2 - Giudizio differenziale di sostenibilità Alternativa "0"

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA



SOSTENIBILITÀ SOCIALE



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE



GIUDIZIO GLOBALE



ALTERNATIVA 1: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO TRADIZIONALE

Una possibile alternativa al progetto in esame è rappresentata dall'opzione di sfruttare interamente gli 88 ha di terreno disponibili per la sola produzione di energia fotovoltaica senza prevedere la possibilità di mantenere la produttività agricola dell'area.

Va sottolineato che l'utilizzo di terreni agrari per l'installazione di pannelli fotovoltaici è generalmente ritenuta dannosa sia in termini di consumo del suolo, di impatto sul territorio ed in competizione con la produzione primaria (Mondino et al., 2015).

Tabella 3 - Analisi SWOT Alternativa "1"

ALT "1"	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
Fattori di origine interna	<p>PUNTI DI FORZA (<i>strengths</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consente la creazione di nuovi posti di lavoro; 2. consente di massimizzare la produzione di energia fotovoltaica per unità di superficie. 	<p>PUNTI DI DEBOLEZZA (<i>weaknesses</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comportare impatti legati alla fase di cantiere, seppur temporanei; 2. Comporta consumo di suolo; 3. Comporta un considerevole livello di intrusione visiva di elementi estranei allo stato attuale dei luoghi; 4. Richiede l'espletamento di procedure amministrative a livello locale (VIA, CdS, gare d'appalto) con tempistiche ed esito incerti; 5. Non consente neppure la minima prosecuzione dell'attività agricola nell'area e di conseguenza non rappresenta una fonte di integrazione del reddito agricolo; 6. L'ombreggiamento spinto del terreno e la modifica delle condizioni microclimatiche può dar luogo ad apprezzabili modifiche pedogenetiche; 7. richiede l'investimento di maggiori risorse economiche per la realizzazione di opere/impianti.
Fattori di origine esterna	<p>OPPORTUNITÀ (<i>opportunities</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contribuisce agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale; 2. Consente il collegamento alla rete elettrica nazionale di RFI nell'area; 	<p>MINACCE (<i>threats</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Esternalità negative legate alla totale mancanza di produzione agricola destinata all'alimentazione umana ed animale nonché alla produzione di energia da biomasse

	3. Produce indotto e vantaggi economici per la collettività.	
--	--	--

Tabella 4 - Giudizio differenziale di sostenibilità Alternativa "1"

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA	
SOSTENIBILITÀ SOCIALE	
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	
GIUDIZIO GLOBALE	

ALTERNATIVA 2: POSSIBILITA' DI SVILUPPO DI AGRICOLTURA INTENSIVA E DI PREGIO

L'area dell'impianto si sviluppa su un territorio totalmente destinato a colture erbacee.

Il territorio dell'agro di Baricella e Malalbergo si caratterizza per un'elevata vocazione agricola. I centri abitati, infatti, risultano inseriti in un territorio agricolo quasi completamente caratterizzato da coltivazioni rappresentative quali seminativi (cereali e foraggere), con presenza residuale di frutteti familiari. Il paesaggio circostante il futuro sito d'impianto è costituito principalmente da coltivazioni di ampi seminativi coltivati a cereali e foraggere.

Le caratteristiche pedoagronomiche e climatiche impediscono la possibilità di sviluppare sistemi di agricoltura intensiva e di pregio, sia nella situazione attuale sia a seguito della realizzazione dell'impianto agrovoltico.

ALTERNATIVA 3: PROPOSTA DI PROGETTO PROPOSTA DI PROGETTO

Si riferisce alla realizzazione dell'alternativa di progetto ovvero di un impianto agrovoltico che prevede la coltivazione di prato polifita stabile.

L'efficienza generale del progetto, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, viene implementata grazie all'utilizzo di pannelli mobili, in grado di orientarsi nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all'interno del sistema una quota di radiazione riflessa che permette una buona crescita delle piante sottostanti. Questo tipo di sistema si basa sul principio che un ombreggiamento parziale è tollerato dalle colture e determina al contempo vantaggi in termini di minor consumo idrico in estate e in condizioni siccitose (Dinesh e Pearce, 2016). La presenza dei pannelli fotovoltaici protegge le colture da eccessi di calore e contiene il riscaldamento del suolo (Marrou, Guilioni, Dufour, Dupraz, & Wéry, 2013) rendendo i sistemi agrovoltici più resilienti nei confronti dei cambiamenti climatici in atto, rispetto a colture tradizionali in pieno campo (Dupraz et al., 2011).

Tabella 5 - Analisi SWOT Alternativa di progetto

ALT PROG	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
tori di origine interna	<p>PUNTI DI FORZA (<i>strengths</i>)</p> <p>3. Consente la creazione di nuovi posti di lavoro anche di tipo qualificato (es: manutenzione delle fasce perimetrali di mitigazione visiva);</p> <p>4. Consente di ottenere ottime rese di produzione di energia fotovoltaica per unità di superficie;</p> <p>5. L'ombreggiamento parziale del suolo da parte dei pannelli protegge le colture da eccessi di calore e contiene il riscaldamento del suolo migliorando la produzione;</p> <p>6. La conduzione agricola degli 88 ha in esame subisce un rinnovamento che comporta vantaggi ambientali (minor fabbisogno idrico, minor ricorso a pesticidi e fertilizzanti);</p> <p>7. L'assetto idraulico dell'area viene rivisto e migliorato grazie alla realizzazione della rete di drenaggio riducendo fenomeni di ristagno;</p> <p>8. Valorizza la prossimità dell'azienda agricola e le esigenze di approvvigionamento di foraggi di origine biologica per gli allevamenti.</p>	<p>PUNTI DI DEBOLEZZA (<i>weaknesses</i>)</p> <p>9. Comportare impatti legati alla fase di cantiere, seppur temporanei;</p> <p>10. Comporta un livello medio di intrusione visiva di elementi estranei allo stato attuale dei luoghi;</p> <p>11. richiede l'investimento di importanti risorse economiche per la realizzazione di nuove opere/impianti;</p> <p>12. Richiede l'espletamento di procedure amministrative dalle tempistiche incerte (VIA, CdS, etc)</p>
Fattori di origine esterna	<p>OPPORTUNITÀ (<i>opportunities</i>)</p> <p>13. Contribuisce agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale;</p> <p>14. Consente il collegamento alla rete elettrica nazionale di RFI nell'area;</p> <p>15. Produce indotto e vantaggi economici per la collettività;</p> <p>16. Consente il mantenimento di una</p>	<p>MINACCE (<i>threats</i>)</p> <p>17. Non sono presenti minacce</p>
	<p>produzione agricola di pregio di tipo sostenibile destinata all'alimentazione animale.</p>	

Tabella 6 - Giudizio differenziale di sostenibilità Alternativa di progetto

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA



SOSTENIBILITÀ SOCIALE



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE



GIUDIZIO GLOBALE



CONFRONTO TRA LA COLTIVAZIONE ATTUALE E FUTURA: ANALISI MULTICRITERIO

Nella matrice di seguito riportata viene effettuata un'analisi comparativa dei più significativi aspetti socio-economici e ambientali attribuibili alla coltivazione cerealicola estensiva attualmente effettuata e a prato polifita stabile con contestuale realizzazione dell'impianto di conversione agrivoltaica.

Il grado di soddisfacimento del criterio di valutazione da parte delle alternative considerate è indicato tramite un indice che può variare tra 0 (criterio non soddisfatto) e 5 (criterio pienamente soddisfatto), passando per valori intermedi che indicano gradi diversi di soddisfacimento del medesimo criterio.

Ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un peso (valore compreso tra 0 e 1) moltiplicativo degli indici assegnati ad ogni criterio. Tale peso viene in genere assegnato tenendo conto anche di quanto espresso dai portatori di interesse.

I valori degli indici per ogni alternativa (moltiplicati per i pesi) vengono sommati, cosicché ad ogni alternativa di intervento corrisponda un punteggio totale, confrontabile con quello delle diverse opzioni/alternative. Può essere inoltre condotta un'analisi di sensibilità dei punteggi finali ai valori dei pesi, così da verificare quanto robusta sia la scelta della soluzione migliore.

Nel caso in esame, per un'analisi oggettiva tra le due coltivazioni a confronto (agri-voltaico con prato polifita permanente vs. colture cerealicole e foraggere attuali a destinazione energetica), si è costruita una matrice che assegna punteggi compresi tra -5 (minimo) e +5 (massimo) ad alcuni indicatori socio-economici ed ambientali.

Poiché si è voluto pesare in egual misura tutti i criteri, si è deciso di assegnare a ciascuno di essi un peso uguale e pari a 1.

La matrice evidenzia un punteggio significativamente maggiore del prato polifita permanente combinato all'impianto fotovoltaico, rispetto alle colture cerealicole estensive attualmente praticate.

Con questa soluzione il terreno agricolo oggetto di intervento, che non è utilizzabile per colture specializzate e protette, garantirà un reddito aggiuntivo al reddito caratteristico della sola produzione agricola grazie alla produzione di energia rinnovabile.

È quindi evidente come l'obiettivo di coniugare la coltivazione agricola con un razionale e conveniente uso del terreno, sia pienamente raggiunto con il sistema agri-voltaico.

Tabella 7 – Matrice di confronto fra attività agricola allo stato di fatto e allo stato di progetto

Aspetto sociale, economico o ambientale	Coltivazione cerealicola estensiva	Prato polifita pluriennale
<p>Occupazione (impiego di personale)</p>	<p>Limitato, in conseguenza della totale meccanizzazione. GIUDIZIO: 1</p>	<p>Medio, per le operazioni di allevamento e gestione. Impiego addizionale di maestranze agricole per la manutenzione delle siepi perimetrali di inserimento ambientale. Voce a parte è rappresentata dall'impiego dei tecnici specializzati impiegati nella costruzione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico. GIUDIZIO: 3</p>
<p>Fertilità agronomica dei terreni (contenuto di sostanza organica)</p>	<p>L'aratura profonda annuale comporta l'impoverimento progressivo per ossidazione della matrice organica del terreno. GIUDIZIO: 0</p>	<p>L'aratura è necessaria solo nel primo anno di impianto del prato polifita. Le specie leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico, fornendo una naturale concimazione del terreno, e le piante arricchiscono di sostanza organica il terreno. GIUDIZIO: 3</p>
<p>Effetti sul sistema idrico (consumo di acqua e qualità)</p>	<p>Elevato utilizzo di concimi, ammendanti e antiparassitari che contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda. GIUDIZIO: 1</p>	<p>Modeste necessità d'acqua di irrigazione. Limitato utilizzo di concimi. Nessun uso di antiparassitari. GIUDIZIO: 3</p>
<p>Utilizzo di carburanti fossili per le macchine agricole</p>	<p>L'aratura profonda richiede mezzi potenti ed un elevato consumo di carburante. GIUDIZIO: 2</p>	<p>La coltivazione richiede l'uso di mezzi agricoli leggeri dai consumi ridotti GIUDIZIO: 3</p>
<p>Biodiversità floristica e faunistica</p>	<p>La coltivazione è solitamente condotta in monocoltura (una sola specie coltivata), con minima biodiversità. GIUDIZIO: 0</p>	<p>I miscugli polifiti generalmente prevedono la coltivazione di numerose specie foraggere contemporaneamente (3 specie). Molte specie attraggono insetti impollinatori (api), ed il prato crea rifugio per fauna selvatica e nemici naturali (parassitoidi) dei parassiti delle piante. GIUDIZIO: 3</p>
<p>Margine lordo (valore economico del prodotto agricolo)</p>	<p>La coltivazione di cereali ha marginalità media rispetto a colture orticole o frutticole a più alto reddito. GIUDIZIO: 2</p>	<p>Il prato polifita produce una marginalità molto simile a quella delle coltivazioni cerealicole. GIUDIZIO: 2</p>
<p>Produzione di Energia Rinnovabile</p>	<p>La produzione dei cereali prodotti in sito è destinata all'alimentazione umana e animale. GIUDIZIO: 0</p>	<p>La produzione dell'associato impianto fotovoltaico produrrà annualmente circa 80.663,93 MWh/anno L'intera produzione di foraggio è inoltre sarà destinata per l'alimentazione animale. GIUDIZIO: 5</p>
<p>PUNTEGGIO TOTALE</p>	<p>6</p>	<p>22</p>

CONTINUITA' TRA L'ATTIVITA' AGRICOLA DI PROGETTO E QUELLA ATTUALE DELL'AREA IN ESAME

Il progetto proposto, con l'impianto di un prato permanente, si inserisce perfettamente nel contesto territoriale. Nella zona in esame le coltivazioni prevalenti sono quelle cerealicole, che si alternano in rotazione triennale, con le leguminose e le colture foraggere. Pertanto, tutte le aziende locali sono già dotate delle macchine e delle attrezzature necessarie alla coltivazione delle essenze proposte. Le colture foraggere solitamente vengono raccolte e conservate attraverso i processi di fienagione o insilamento.

La gestione dell'attività agricola sarà affidata a una azienda agricola professionale, che presenta l'organizzazione ovviare alle non poche criticità.

Dall'analisi dei costi medi di gestione di una attività agricola si evince come un accordo vantaggioso per la gestione del parco agrivoltaico per la proprietà si configurerebbe con il solo conferimento del capitale iniziale.

All'impresa conduttrice rimarrebbero in carico le spese di gestione ordinaria e straordinaria a fronte di un Utile Lordo di Stalla congruo. nonché un altrettanto congrua remunerazione dalla vendita.

Dall'analisi dei fascicoli aziendali degli ultimi 6 anni si evince che le aziende conduttrici hanno prevalentemente coltivato cereali (grano duro, orzo, avena, sorgo) e foraggere oltre alla presenza, in rotazione, di barbabietola da zucchero e patata.

Il confronto economico ed occupazionale viene fatto, tra situazione ante e post, con i cereali, che sono maggiormente rappresentativi.

VALUTAZIONE ECONOMICA ED OCCUPAZIONALE

Valutazione della redditività dell'area ante intervento

Di seguito si riporta l'analisi delle voci di bilancio elaborate sulla superficie unitaria di 1 ettaro/coltura relative alle sole attività agro-zootecniche relative all'attuale uso del suolo (Fonte Banca Dati RICA):

Cereali	Costi/Ha
Difesa	€ 200,00
Sementi	€ 150,00
Concimi	€ 300,00
Lavorazioni	€ 500,00
Spese varie	€ 90,00
Ammortamenti	€ 105,00
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE IPOTIZZATI/Ha	€ 1.345,00
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE (su Ha 92)	€ 123.740,00

Cereali	Ricavi
Ha	1
Produzione	60
Prezzo	€ 35,00
Integrazione	€ 250,00
TOTALE Ricavi/Ha	€ 2.350,00
TOTALE RICA VI (su Ha 92)	€ 216.200,00

Reddito Netto annuo **€ 92.460,00**

Valutazione della redditività dell'area post intervento

Le attività agricole post-investimento produrranno una redditività complessivamente pari a:

Erbai/zootecnia	€ 60.000,00
Cereali (Ha 9,5 residui)	€ 12.777,50
Apicoltura	€ 8.133,58
Alloro	-€ 1.217,50
PAC	€ 20.000,00
TOTALE	€ 99.693,58

Dunque le attività agricole post-investimento produrranno una redditività complessivamente pari ad **€ 99.693,58** importo confrontabile con lo stato di fatto.

Il confronto sopra riportato, va però completato considerando che gli attuali proprietari terrieri beneficerebbero di un cospicuo ristoro per la costituzione del diritto reale di superficie a favore della società promotrice dell'investimento.

Confronto tra la forza lavoro impiegata prima e dopo l'intervento

Dopo aver mostrato lo straordinario incremento della redditività delle aree, tutto a totale vantaggio degli attuali proprietari che, tra l'altro, alla fine della vita utile dell'impianto ritorneranno in possesso dei suoli privati degli impianti il cui smaltimento resta a carico dei proponenti, nel presente paragrafo sarà effettuata una analisi comparativa tra la mano d'opera attualmente impiegata nei suoli e quella che sarebbe impiegata nel caso in cui fosse realizzato l'impianto in progetto.

In tal modo sarà possibile valutare e confrontare anche il positivo risvolto in termini occupazionali a tutto vantaggio dell'intera comunità locale e non ristretto ai soli attuali proprietari terrieri.

La stima è stata effettuata a partire dai fabbisogni unitari delle attività agricole (*Determinazione del fabbisogno di lavoro occorrente per ettaro coltura – Regione Emilia Romagna – Determinazione n. 7780 del 16.07.2010*):

Fabbisogno di lavoro ante investimento

Prodotto	Ha	Ore/ha	Totale
Cereali	92	40	3.680

Fabbisogno di lavoro post investimento

Prodotto	Ha/n.	Ore/ha	Totale
ERBAI	80	7	560
Cereali	9,5	40	380
Ovini	188	8	1.504
Arnie	30	8	300
Alloro (assimilato al noce)	1	168	168
TOTALE			2.912

Fabbisogno di lavoro post investimento – Impianto FV

Voce	MW	Ore/MW	Totale
Vigilanza			300
Manutenzione Impianto	51,80	32	1.657,83
Manutenzione Storage	51,80	8	414,86
Pulizia Impianto	51,80	32	1.657,83
TOTALE			4.030,12

Pertanto, complessivamente, l'intero impianto impiegherà 6.942,12 ore/anno, rispetto un risvolto occupazionale attuale di 3.680 ore/anno.

MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

La realizzazione del **parco agro-energetico** consentirà di ottenere un impatto positivo sull'ambiente.

L'**impronta di carbonio**, cosiddetta carbon footprint, è una misura che esprime in termini di CO₂ equivalente il totale delle emissioni di gas a effetto serra associate direttamente o indirettamente a un prodotto, un'organizzazione o un servizio. Il **Protocollo di Kyoto** indica quali gas a effetto serra l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs). L'11,2% delle emissioni globali di gas serra antropogeniche (GHGe) è attribuito alle pratiche agricole ed è perciò necessario attuare strategie che ne consentano la riduzione.

L'**agricoltura** può assumere un ruolo negativo ma anche positivo sull'ecosistema, in ragione della sostenibilità nella gestione dei terreni. Vale a dire, laddove vengano adottate pratiche rispettose della biodiversità e delle funzioni ecologiche degli agroecosistemi. Riducendo altresì l'impiego di fitofarmaci e fertilizzanti di sintesi.

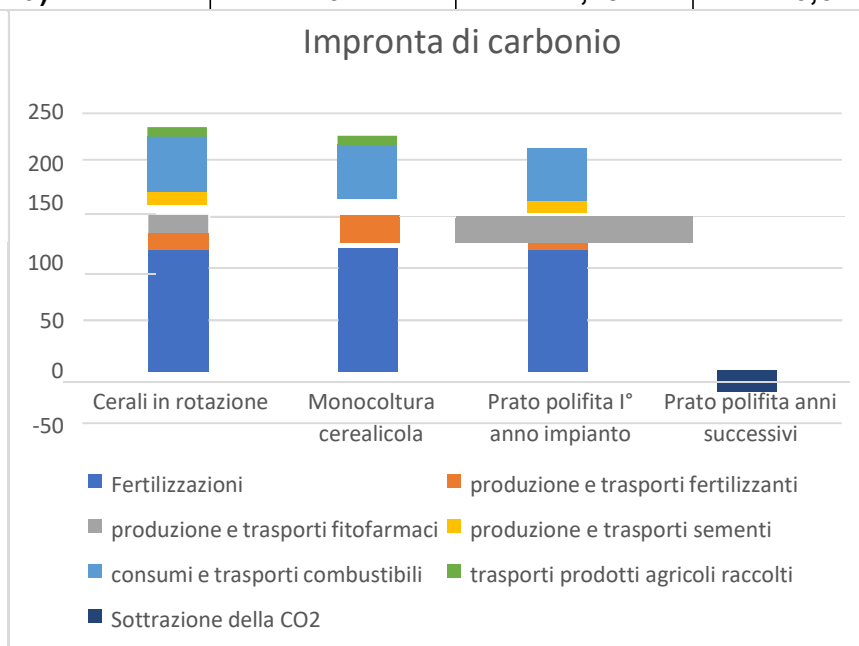
I **suoli** possono rappresentare una preziosa risorsa per mitigare il cambiamento climatico. Nella misura in cui essi costituiscano riserva di carbonio organico, sono infatti in grado di sequestrare i gas serra presenti in atmosfera. Diversi studi scientifici evidenziano che un incremento della sostanza organica nei suoli in misura dell'1% l'anno per almeno 50 anni comporterebbe, solo in Italia, un accumulo di quasi 50 milioni di tonnellate di CO₂. Pari al 10% circa delle emissioni nazionali di gas serra.

Agire con determinazione sulle tecniche agronomiche in questo comparto agricolo può dunque costituire un valido strumento per lenire gli effetti negativi dei cambiamenti climatici.

Per quanto attiene al Carbon Footprint nei sistemi cerealicoli la tecnica di coltivazione del frumento duro risulta la più impattante in termini di emissioni in gas serra. Ciò è in parte spiegato dal fatto che in tali sistemi per poter coltivare il frumento duro sono necessarie operazioni molto dispendiose come l'aratura, per ridurre il rischio di malattie fungine, o aumentare sensibilmente l'apporto artificiale di azoto, dal momento che i cereali in rotazione asportano forti quantità dell'elemento e lasciano residui colturali non facilmente degradabili dalla microflora del terreno. Per contro, per le colture foraggere o colture proteiche, il "costo ambientale" diminuisce sensibilmente. In questi casi l'azoto residuale delle colture della rotazione rende possibile una riduzione molto significativa degli apporti artificiali del nutriente ed è possibile realizzare tecniche di lavorazione del terreno di tipo conservativo. Nella tabella seguente si riporta il confronto tra le colture cerealicole, attualmente praticate, e quelle foraggere che saranno impiantate all'interno del parco agrivoltaico.

Carbon Footprint (t CO₂/Ha)

	Cerali in rotazione	Monocoltura cerealicola	Prato polifita 1° anno impianto	Prato polifita anni successivi
Produzioni medie (Ton/Ha)	3,3	2,97	5	5
Fertilizzazioni	123,09	118,0575	116,9355	0
produzione e trasporti fertilizzanti	11,55	11,1375	10,9725	0
produzione e trasporti fitofarmaci	23,1	22,275	21,945	0
produzione e trasporti sementi	11,55	11,1375	10,9725	0
consumi e trasporti combustibili	52,47	51,2325	49,8465	0
trasporti prodotti agricoli raccolti	9,24	8,91		0
Sottrazione della CO ₂				-20
TOTALE (t CO₂/Ha)	231	222,75	210,672	-20



Dalla tabella e dal grafico si evince come al passaggio dalla situazione attuale alla situazione di progetto, con l'impianto di un prato permanente, che richiederà solo saltuarie operazioni colturali, si possa ottenere un notevole riduzione delle emissioni di CO₂ pari a:

$$80 \text{ Ha} \times 20 \text{ Ton/ha/CO}_2 = 1.600 \text{ Ton/CO}_2 \text{ non emesse}$$

L'impianto fotovoltaico, infine, con una potenza installata di 51.807,28 kWp produrrà circa 80.663.934,96 kW/anno di energia. E' possibile stimare la quantità di emissione di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti contribuenti all'innalzamento dell'effetto serra paria 0,35 kg per ogni kWh prodotto mediante un sistema a generazione fotovoltaica.

Con la realizzazione dell'impianto si otterrà una non emissione di CO₂ pari a:

$$51.807,28 \text{ kWp} \times 1.557 \text{ ore/anno} = 80.663.934,96 \text{ kW/anno} \times 0,35 \text{ Kg/CO}_2 =$$

$$28.232,38 \text{ Ton/CO}_2 \text{ non emesse}$$

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il progetto nel suo insieme (fotovoltaico-agricoltura-zootecnia-apicoltura-frutticoltura) ha una sostenibilità ambientale ed economica in perfetta concordanza con le direttive programmatiche de “*Il Green Deal europeo*”. Infatti, in linea con quanto disposto dalle attuali direttive europee, si può affermare che con lo sviluppo dell’idea progettuale di “*fattoria solare*” vengano perseguiti due elementi costruttivi del GREEN DEAL:

- Costruire e ristrutturare in modo efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse.
- Preservare e ripristinare gli ecosistemi e la biodiversità.

Inoltre si vuol far notare come nell’analisi economica dell’attività agricola e di quella zootecnica si sia tenuto conto delle potenzialità minime di produzione. Nonostante l’analisi economica “prudenziante”, le attività previste creano marginalità economiche interessanti rispetto all’obiettivo primario di protezione e miglioramento dell’ambiente e della sua biodiversità.

Le attività agricole proposte sono quelle che meglio possono coniugare le esigenze delle colture consentendo di raggiungere i risultati attesi.

In conclusione, il progetto integrato, grazie alle scelte progettuali effettuate, permetterà di raggiungere considerevoli obiettivi d’incremento in termini economici, occupazionali ed ambientali.

Dr Agr. Matteo Sorrenti

