

Indice generale

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	4
1.1	Localizzazione del sito di progetto.....	4
1.2	Dati generali del progetto.....	6
1.3	Viste d'insieme dell'impianto.....	10
1.4	Nota integrativa al paragrafo (punto 1.1.1 e 1.1.2 della nota trasmessa dal CTVA dal MiTE n. U.0004088 del 20-06-2022).....	14
1.4.1	Scelte progettuali per l'agrophotovoltaico multi-uso - identificazione delle soluzioni sperimentali in funzione del design.....	14
1.4.2	SoW-Scope of Work.....	15
1.4.3	Il progetto integrato di agro-forestazione per la produzione di miele nelle aree esterne al parco fotovoltaico.....	16
1.4.3.1	Realizzazione di siepi perimetrale arboreo-arbustive autoctone e impianto arboreo tra i due sotto-campi.....	16
1.4.3.1.1	Realizzazione di siepi perimetrale arboreo-arbustive autoctone.....	16
1.4.3.1.2	Impianto arboreo tra i due sotto-campi.....	17
1.4.3.1.3	Schede botaniche delle specie che costituiranno la fascia perimetrale.....	18
1.4.3.2	Definizione del piano colturale.....	23
1.4.3.3	Piano colturale impianto arboreo tra i due sotto-campi.....	25
1.4.3.4	Preparazione del sito d'impianto della fascia perimetrale e della fascia di rispetto.....	26
1.4.3.5	Modalità e tecniche di impianto.....	27
1.4.3.6	Gestione e manutenzione delle siepi delle specie arboree.....	27
1.4.3.7	Dettaglio della gestione post-impianto della <i>Ceratonia siliqua</i> L.....	28
1.4.3.8	Mezzi previsti per l'attività.....	29
1.4.4	Fotosimulazione.....	30
1.4.5	Identificazione delle soluzioni sperimentali in funzione del design nelle aree interne al campo fotovoltaico.....	33
1.4.5.1	Soluzioni.....	33
1.4.5.2	Rotazioni.....	33
1.4.5.3	Soluzioni agro-zootecniche.....	35
1.4.6	Sperimentazione.....	37
1.4.6.1	Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni.....	37
1.4.6.2	Progettazione delle soluzioni irrigue.....	41
1.4.6.3	Design sperimentale.....	41
1.4.6.3.1	Descrizione della sperimentazione per parcelle.....	41
1.4.6.4	Gestione delle attività e manutenzione.....	47
1.4.6.5	Monitoraggio della sperimentazione.....	47
1.4.6.6	Cronoprogramma.....	48
1.4.7	La flora apistica.....	49
1.4.8	Attività in apiaro.....	51
1.4.8.1	Scelta del luogo.....	51

1.4.8.2	Disposizione alveari.....	52
1.4.8.3	Il calendario dell'apicoltore.....	52
1.4.9	Benefici dell'impianto APV.....	53
1.4.10	Impatti ambientali.....	54
1.4.11	Integrazione delle scelte progettuali con soluzioni digitali innovative per un'agricoltura sostenibile.....	56
1.4.11.1	Sistemi di monitoraggio adottato per le colture arboree ed erbacee.....	57
1.4.12	Risultati attesi.....	59
1.5	Motivazioni della scelta del collegamento dell'impianto al punto di consegna dell'energia prodotta.....	60
1.6	Relazione preliminare sulla fase di cantierizzazione.....	60
1.6.1	Materiali.....	61
1.6.2	Risorse umane.....	61
1.6.3	Recinzioni.....	64
1.6.4	Livellamenti.....	66
1.6.5	Scolo delle acque meteoriche.....	66
1.6.6	Movimentazione terra.....	66
1.6.7	Dismissione.....	67
2	SERVIZI ECOSISTEMICI.....	70
2.1	Introduzione.....	70
2.2	La valutazione biofisica ed economica dei servizi ecosistemici.....	72
3	LA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI NELL'AREA DI PROGETTO.....	81
3.1	Calcolo variazione dei servizi ecosistemici ante/post operam.....	82
3.2	Bilancio tra benefici e costi ambientali.....	87
3.3	Nota integrativo sulle ricadute occupazionale generate dall'opera (punto 1.1.3 della nota trasmessa dal CTVA dal MiTE n. U.0004088 del 20-06-2022).....	88

Indice delle figure

Illustrazione 1.1: Tecnica del "no dig" o "perforazione teleguidata" che sarà utilizzata per l'attraversamento dei corsi d'acqua.....	6
Illustrazione 1.2: Struttura impianto fotovoltaico.....	8

Illustrazione 1.3: Vista d'insieme dell'impianto con collegamento in MT/AT (per una visualizzazione di dettaglio della mappa si veda elaborato B4HXL97_4.1_3_inquadramento su ortofoto).....	13
Illustrazione 1.4: Lay-out progettuale con indicazione della fascia di rispetto su cui insiste l'impianto che sarà oggetto di piantumazione arborea.....	17
Illustrazione 1.5: Caratteri tassonomici.....	19
Illustrazione 1.6: Caratteristica cespugliosa della specie.....	20
Illustrazione 1.7: Caratteri tassonomici.....	21
Illustrazione 1.8: Caratteri tassonomici.....	22
Illustrazione 1.9: esemplare manufeso ad arbustivo.....	22
Illustrazione 1.10: Sesto d'impianto nelle fasce perimetrali l'impianto.....	24
Illustrazione 1.11: Il foto-inserimento dimostrativo evidenzia una siepe posta perimetralmente all'area intervallata da specie arboree (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2)	24
Illustrazione 1.12: Sesto d'impianto nella fasce di rispetto del canale.....	25
Illustrazione 1.13: Foto dimostrativa (Fonte: http://www.verdeinsiemeweb.com).....	26
Illustrazione 1.14: L'immagine dimostrativa evidenzia una trattrice gommata convenzionale con braccio per le opere di "profilatura" delle siepi.....	29
Illustrazione 1.15: Punto di scatto eseguito dalla strada interpodereale (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2).....	30
Illustrazione 1.16: Foto simulazione da strada interpodereale (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2).....	30
Illustrazione 1.17: Punto di scatto eseguito dalla SS 16 (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2).....	31
Illustrazione 1.18: Foto simulazione di dettaglio in corrispondenza dell'apiario (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2).....	32
Illustrazione 1.19: Cicli colturali.....	34
Illustrazione 1.20: Rappresentazione del rotolone, modello Smart G1 63/G320, con relativo raggio di irrigazione.....	41
Illustrazione 1.21: Rappresentazione degli impianti delle colture di trifoglio, farro, camomilla e rosmarino.....	43
Illustrazione 1.22: Rappresentazione dell'impianto al primo e secondo anno.....	44
Illustrazione 1.23: Rappresentazione dell'impianto al terzo e ottavo anno.....	45
Illustrazione 1.24: Rappresentazione del prospetto frontale delle colture.....	46
Illustrazione 1.25: Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per la trebbiatura.....	47
Illustrazione 1.26: La figura evidenzia la distanza dal terreno per evitare il contatto diretto suolo-apiario e la colorazione diversa serve per rimediare alla "deriva".....	52
Illustrazione 1.27: Tipologia di recinzione utilizzata.....	65

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

1.1 Localizzazione del sito di progetto

L'area d'interesse (di seguito "Area") per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 43 ha di cui circa 33 ha in cui insiste il campo fotovoltaico e la potenza complessiva massima dell'impianto sarà pari a 18,513 MWp con potenza nominale in A.C. di 16,80 MWp.

L'Area è ubicata Regione Puglia, nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) ad una quota altimetrica di circa 90 m s.l.m., in c/da "Pozzilli" e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante, tranne che per una piccola porzione dell'area (posizionata in direzione nord) in cui è presente un canale naturale dal quale, comunque, si è considerata una fascia di rispetto di ml 150 entro la quale non sono state previste opere, ma si è considerata solo la viabilità esistente per permettere lo spostamento tra la zona nord e sud dell'impianto.

L'Area oggetto dell'intervento è ubicata geograficamente a Ovest del centro abitato del Comune di Apricena e a nord-est del centro abitato di San Paolo di Civitate (FG).

Le coordinate geografiche del sito sono: Lat. 41.786383°, Long. 15.316138°.

L'intera area ricade in zona agricola, la destinazione d'uso è "seminativo irriguo".

L'area dove saranno previste le opere di connessione, ricade nel Comune di San Paolo di Civitate (FG), nella zona nord dello stesso comune.

Nello specifico l'Area totale d'intervento (campo fotovoltaico, linea elettrica di connessione MT alla RTN e ubicazione stazione d'utenza) riguarderà i seguenti comuni:

- Comune di Apricena (FG) – campo fotovoltaico – estensione complessiva dell'area mq 428.331,00 – estensione complessiva dell'intervento mq 329.000,00;
- Comuni di Apricena (FG) e San Paolo di Civitate (FG) – Linea elettrica interrata di connessione in MT, della lunghezza complessiva di circa 6,0 km;
- Comune di San Paolo di Civitate (FG) – ubicazione stazione d'utenza

Per quanto riguarda le specifiche catastali si rimanda alle tabelle seguenti.

L'intera area ricade in zona agricola.

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato in MT della lunghezza di circa 6,0 km, uscente dalla cabina d'impianto, sarà collegato in antenna, sul nuovo stallo della sezione a 150 kV della stazione d'utenza; tale stazione d'utenza sarà ubicata in prossimità della futura stazione elettrica ubicata nel Comune di San Paolo di Civitate (FG) al Foglio di mappa n. 12, sulla particella da frazionare n. 427.

Dalla stazione d'utenza di cui sopra, mediante un cavidotto a 150 kV, il parco fotovoltaico sarà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV (prevista nel comune di San Paolo di Civitate) da

inserire in "entra - esce" alla linea a 150 kV "CP San Severo - CP Portocannone", previo ripotenziamento della stessa linea nel tratto tra la nuova SE di smistamento e la CP di San Severo e realizzazione di due nuovi collegamenti tra la nuova SE a 150 kV e una futura SE 150/380 kV da inserire in "entra - esce" alla linea 380 kV della RTN "Foggia - Larino".

Si riporta, nel seguito, il dettaglio catastale dell'area in cui ricade il campo fotovoltaico.

N.	Comune	Foglio di mappa	Particella
1	Apricena	14	114
2	Apricena	14	115
3	Apricena	14	177
4	Apricena	14	116
5	Apricena	14	120
6	Apricena	14	151
7	Apricena	14	14
8	Apricena	14	117
9	Apricena	14	121
10	Apricena	14	152
11	Apricena	14	173
12	Apricena	14	211

Tabella 1: Estremi catastali delle particelle interessate dal campo fotovoltaico

L'accessibilità al sito è buona e garantita dalla Strada Statale 16 Adriatica, un'arteria di importanza fondamentale che collega tutti i comuni limitrofi da nord a sud, passando attraverso la zona interessata dall'intervento. Perpendicolarmente a tale arteria e confinante con l'area in oggetto, vi è anche la Strada Provinciale 36 - "Strada di Serracapriola" che collega la zona in questione con il centro del Comune di Apricena, intersecando l'Autostrada A14, quest'ultima arteria d'importanza nazionale.

Si sottolinea, inoltre, che la zona d'interesse si trova in prossimità di parchi eolici esistenti che hanno già ampiamente antropizzato la stessa. Tutto ciò attiene al parco fotovoltaico.

Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato di collegamento del campo fotovoltaico alla stazione d'utenza di trasformazione, questo avrà una lunghezza di circa 6,0 km e percorrerà gran parte della viabilità esistente, per poi raggiungere la zona in cui si avrà la connessione alla RTN attraversando terreni di proprietà privata di cui al Piano Particolare di Esproprio e Asservimento; opere della Rete Nazionale Elettrica già approvate con Determinazione del Dirigente Infrastrutture Energetiche e Digitali n. 15 del 13.03.2017 pubblicata sul B.U.R.P n. 39 del 30.03.2017.

La strada esistente che sarà percorsa dall'elettrodotto interrato è la Strada Vicinale

“Serracannola Apicana”, lungo la quale sono presenti corsi d’acqua il cui attraversamento sarà possibile applicando la tecnica del “no dig” o “perforazione teleguidata” che permette la posa in opera di tubazioni e cavi interrati senza ricorrere agli scavi a cielo aperto e senza compromettere il naturale flusso degli stessi corsi d’acqua. Di seguito un’immagine esplicativa della tecnica prevista.

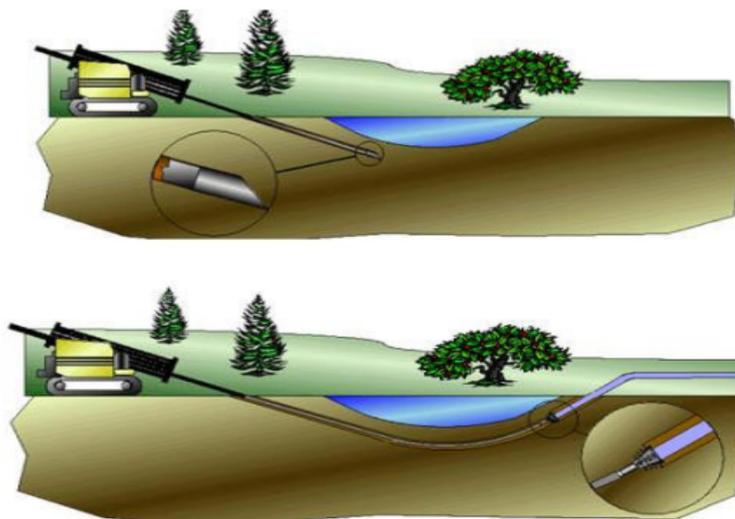


Illustrazione 1.1: Tecnica del “no dig” o “perforazione teleguidata” che sarà utilizzata per l’attraversamento dei corsi d’acqua.

1.2 Dati generali del progetto

L’impianto fotovoltaico di cui la presente sorgerà nella Regione Puglia, Comune di Apricena (Provincia di Foggia) e sarà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV (prevista nel comune di San Paolo di Civitate) da inserire in “entra – esce” alla linea a 150 kV “CP San Severo – CP Portocannone”, previo ripotenziamento della stessa linea nel tratto tra la nuova SE di smistamento e la CP di San Severo e realizzazione di due nuovi collegamenti tra la nuova SE a 150 kV e una futura SE 150/380 kV da inserire in “entra – esce” alla linea 380 kV della RTN “Foggia – Larino”.

Si precisa che le opere di cui sopra e relative alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), sono state approvate con Determinazione del Dirigente Infrastrutture Energetiche e Digitali n. 15 del 13.03.2017 pubblicata sul B.U.R.P n. 39 del 30.03.2017.

L’estensione complessiva sarà pari a circa 43 ha di cui circa 33 ha in cui insiste il campo fotovoltaico, e la potenza complessiva massima dell’impianto sarà pari a 18,513 MWp con potenza nominale in A.C. di 16,80 MWp.

L’utilizzo delle energie rinnovabili rappresenta una esigenza crescente sia per i paesi

industrializzati che per quelli in via di sviluppo.

I primi necessitano, nel breve periodo, di un uso più sostenibile delle risorse, di una riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico, di una diversificazione del mercato energetico e di una sicurezza di approvvigionamento. Per i paesi in via di sviluppo le energie rinnovabili rappresentano una concreta opportunità di sviluppo sostenibile e di sfruttamento dell'energia in aree remote.

In particolar modo l'Unione Europea mira ad aumentare l'uso delle risorse rinnovabili per limitare la dipendenza dalle fonti fossili convenzionali e allo stesso tempo far fronte ai pressanti problemi di carattere ambientale che sono generati dal loro utilizzo.

Il Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003 n. 387 recepisce la direttiva 2001/77/CE e introduce una serie di misure volte a superare i problemi connessi al mercato delle diverse fonti di energia rinnovabile.

Gli impegni assunti dall'Italia in ambito internazionale impongono al nostro paese di attuare degli interventi urgenti al fine di ridurre le emissioni di CO₂ e di incentivare al contempo l'uso di fonti energetiche rinnovabili, tra cui anche il solare fotovoltaico.

Il progetto di un impianto fotovoltaico (FV) per la produzione di energia elettrica ha degli evidenti effetti positivi sull'ambiente e sulla riduzione delle emissioni di CO₂ se si suppone che questa sostituisca la generazione da fonti energetiche convenzionali.

Sono infatti impianti modulari che sfruttano l'energia solare convertendola direttamente in energia elettrica.

Il fotovoltaico è una tecnologia che capta e trasforma l'energia solare direttamente in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto effetto fotovoltaico. Questo si basa sulla proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori opportunamente trattati (fra cui il silicio, elemento molto diffuso in natura), di generare elettricità quando vengono colpiti dalla radiazione solare, senza l'uso di alcun combustibile.

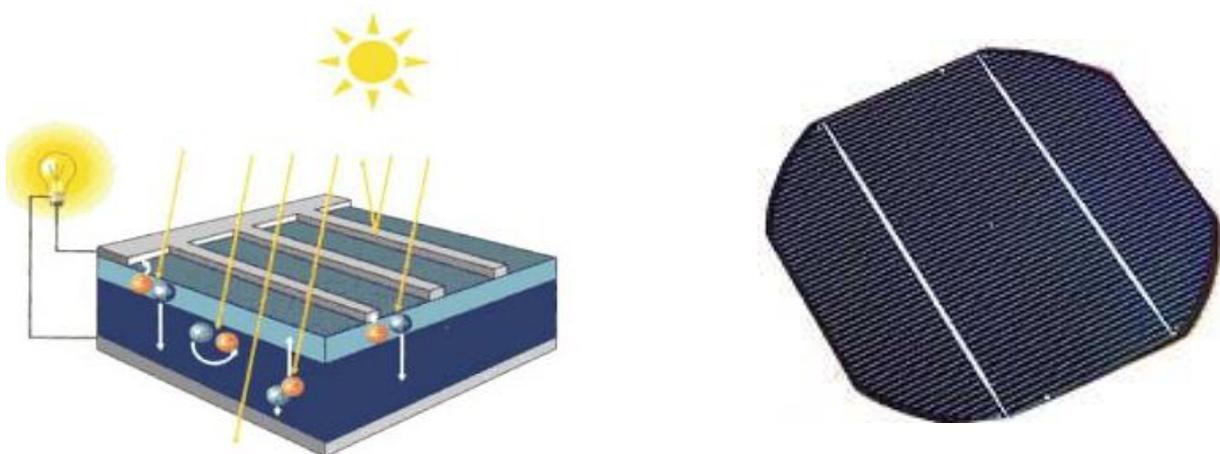


Figura 1 - Schema di funzionamento e foto di una cella fotovoltaica

Il dispositivo più elementare capace di operare la conversione dell'energia solare in energia elettrica è la cella fotovoltaica, una lastra di materiale semiconduttore (generalmente silicio) di forma quadrata e superficie di 100 cm² che genera una piccola differenza di potenziale tra la superficie superiore (-) e inferiore (+) e che tipicamente eroga 1-1,5 W di potenza quando è investita da una radiazione di 1000 W/mq (condizioni standard di irraggiamento). La radiazione solare incidente sulla cella è in grado di mettere in movimento gli elettroni interni al materiale, che quindi si spostano dalla faccia negativa a quella positiva, generando una corrente continua. Un dispositivo, l'inverter, trasforma la corrente continua in alternata.

Le celle sono connesse tra loro e raggruppate in elementi commerciali unitari strutturati in maniera da formare delle superfici più grandi, chiamati moduli, costituiti generalmente da 60-72 celle.

L'insieme di moduli collegati prima in serie (stringhe) e poi in parallelo costituiscono il campo o generatore FV che, insieme ad altri componenti come i circuiti elettrici di convogliamento, consente di realizzare i sistemi FV.

La corrente elettrica prodotta aumenta con la radiazione incidente e la ricerca scientifica in questo settore sta lavorando molto sia sull'aumento dell'efficienza della conversione sia sulla ricerca di materiali meno costosi.

Si tratta di un sistema "sostenibile" molto promettente in continua evoluzione con la sperimentazione e l'utilizzo di nuovi materiali e nuove tecnologie.

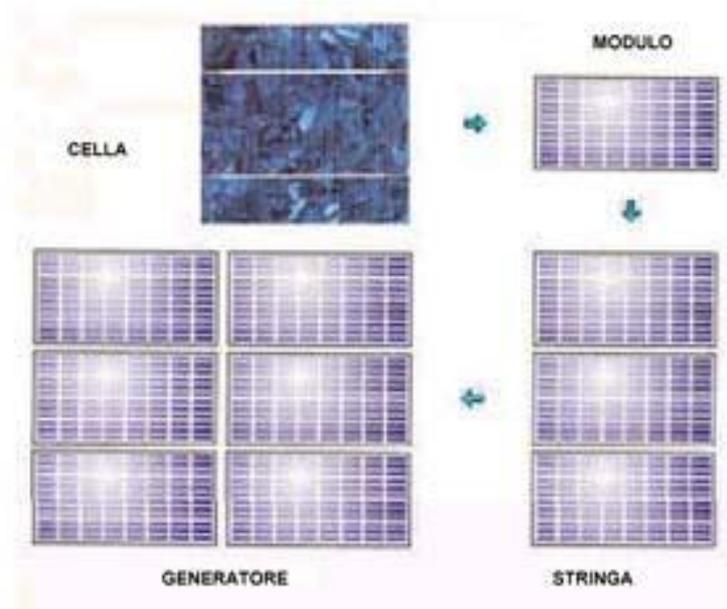


Illustrazione 1.2: Struttura impianto fotovoltaico

La struttura del sistema fotovoltaico può essere molto varia a seconda del tipo di applicazione. Una prima distinzione può essere fatta tra sistemi isolati (stand-alone) e sistemi collegati alla rete (grid-connected); questi ultimi a loro volta si dividono in centrali fotovoltaiche e sistemi integrati negli edifici.

Nei sistemi fotovoltaici isolati l'immagazzinamento dell'energia avviene, in genere, mediante degli accumulatori elettrochimici (tipo le batterie delle automobili). Nei sistemi grid-connected invece tutta la potenza prodotta viene immessa in rete.

I vantaggi dei sistemi fotovoltaici sono la modularità, le esigenze di manutenzione ridotte, la semplicità d'utilizzo, e, soprattutto, un impatto ambientale estremamente basso. In particolare, durante la fase di esercizio, l'unico vero impatto ambientale è rappresentato dall'occupazione di superficie. Tali caratteristiche rendono la tecnologia fotovoltaica particolarmente adatta all'integrazione negli edifici in ambiente urbano e industriale o all'utilizzo di aree rurali con assenza di elementi di particolar pregio e/o già compromesse dalla presenza di manufatti con caratteristiche di non ruralità e già ampiamente antropizzate. I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

Gli impianti fotovoltaici sono inoltre esenti da vibrazioni ed emissioni sonore e se ben integrati, non deturpano l'ambiente ma consentono di riutilizzare e recuperare superfici e spazi altrimenti inutilizzati.

Inoltre la produzione massima si ha nelle ore diurne, quando c'è maggiore richiesta di energia, alleggerendo la criticità del sistema elettrico.

Gli impianti fotovoltaici si distinguono inoltre in sistemi fissi e ad inseguimento. In un impianto fotovoltaico fisso i moduli vengono installati direttamente su tetti e coperture di edifici mediante ancoraggi oppure al suolo su apposite strutture. Gli impianti fotovoltaici ad inseguimento sono la risposta più innovativa alla richiesta di ottimizzazione della resa di un impianto fotovoltaico.

Poiché la radiazione solare varia nelle diverse ore della giornata e nel corso delle stagioni, gli inseguitori solari sono strutture che seguono i movimenti del sole, orientando i moduli per ottenere sempre la migliore esposizione e beneficiare della massima captazione solare.

Attualmente esistono in commercio due differenti tipologie di inseguitori:

- inseguitori ad un asse: il sole viene "inseguito" esclusivamente o nel suo movimento giornaliero (est/ovest, azimuth) o nel suo movimento stagionale (nord/sud, tilt). Rispetto a un impianto fisso realizzato con gli stessi componenti e nello stesso sito, l'incremento della produttività del sistema su scala annua si può stimare dal +5% (in caso di movimentazione sul tilt) al +25% (in caso di movimentazione sull'azimut);

- inseguitori a due assi: qui l'inseguimento del Sole avviene sia sull'asse orizzontale in

direzione est-ovest (azimut) sia su quello verticale in direzione nord-sud (tilt). Rispetto alla realizzazione su strutture fisse l'incremento di produttività è del 35-40% su scala annua, con picchi che possono raggiungere il 45-50% con le condizioni ottimali del periodo estivo, ma con costi di realizzazione e gestione ancora piuttosto alti.

L'energia solare è dunque una risorsa pulita e rinnovabile con numerosi vantaggi derivanti dal suo sfruttamento attraverso impianti fotovoltaici di diverso tipo (ambientali, sociali, economici, etc) e possono riassumersi in:

- assenza di qualsiasi tipo di emissioni inquinanti;
- risparmio di combustibili fossili;
- affidabilità degli impianti;
- costi di esercizio e manutenzione ridotti;
- modularità del sistema.

L'impianto in oggetto è di tipo a terra ad inseguimento solare mono-assiale, non integrato, da connettere alla rete (grid-connected) in modalità trifase in media tensione (MT).

Si tratta di impianti a inseguimento solare con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, di tipo bi-facciali, montati in configurazione bifilare su strutture metalliche (tracker) aventi un asse rotante (mozzo) per permettere l'inseguimento solare.

1.3 Viste d'insieme dell'impianto

L'impianto fotovoltaico di cui la presente sorgerà nella Regione Puglia, Comune di Apricena (Provincia di Foggia) ad una quota altimetrica di circa 90 m s.l.m., in c/da "Pozzilli" e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante, tranne che per una piccola porzione dell'area (posizionata in direzione nord) in cui è presente un canale naturale dal quale, comunque, si è considerata una fascia di rispetto di ml 150 entro la quale non sono state previste opere, ma si è considerata solo la viabilità esistente per permettere lo spostamento tra la zona nord e sud dell'impianto.

L'estensione complessiva sarà pari a circa 43 ha di cui circa 33 ha in cui insiste il campo fotovoltaico, e la potenza complessiva massima dell'impianto sarà pari a 18,513 MWp con potenza nominale in A.C. di 16,80 MWp.

L'area di intervento è contraddistinta al Catasto Terreni del comune di appartenenza al Foglio 14, particelle 14, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 151, 152, 173, 177 e 211.

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato in MT della lunghezza di circa 6,0 km, uscente dalla cabina d'impianto, sarà collegato in antenna sul nuovo stallo della sezione a 150 kV della stazione d'utenza; tale stazione d'utenza sarà ubicata in prossimità della futura stazione elettrica ubicata nel Comune di San Paolo di Civitate (FG) al Foglio di mappa n. 12, sulla particella da frazionare n. 427.

Dalla stazione d'utenza di cui sopra, mediante un cavidotto a 150 kV, il parco fotovoltaico

sarà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV (prevista nel comune di San Paolo di Civitate) da inserire in "entra - esce" alla linea a 150 kV "CP San Severo - CP Portocannone", previo ripotenziamento della stessa linea nel tratto tra la nuova SE di smistamento e la CP di San Severo e realizzazione di due nuovi collegamenti tra la nuova SE a 150 kV e una futura SE 150/380 kV da inserire in "entra - esce" alla linea 380 kV della RTN "Foggia - Larino".



Illustrazione 1.3: Vista d'insieme dell'impianto con collegamento in MT/AT (per una visualizzazione di dettaglio della mappa si veda elaborato B4HXL97_4.1_3_inquadramento su ortofoto)

Per le informazioni di dettaglio si rimanda ai seguenti documenti:

- Relazione Tecnica
- Stazione di trasformazione MT/AT
- Relazione Tecnica impianto

1.4 Nota integrativa al paragrafo (punto 1.1.1 e 1.1.2 della nota trasmessa dal CTVA dal MiTE n. U.0004088 del 20-06-2022)

Il presente paragrafo risponde a quanto richiesto nella nota del CTVA del MiTE n. U.0004088 del 20-06-2022 al punto 1.1.1 e 1.1.2 creando coerenza con quanto riportato negli elaborati specialistici (quadro economico, relazione di agroforestazione, relazione pedoagronomica, ecc.), e la realizzazione di un agrophotovoltaico.

1.4.1 Scelte progettuali per l'agrophotovoltaico multi-uso - identificazione delle soluzioni sperimentali in funzione del design

Con il termine AgroPhotoVoltaic (abbreviato APV) si indica un settore, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione, sullo stesso terreno, di impianti fotovoltaici.

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

I sistemi agrovoltaici sono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (PV) con la produzione agricola e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di Agricoltura 4.0 e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, garantirà una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto, sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione.

Il Piano Agro-Solare ha come obiettivi principali l'incremento della produttività dei terreni agricoli coinvolti, attraverso lo sviluppo dell'agricoltura biologica, anche con nuove coltivazioni accanto a quelle tradizionali, compresi gli aspetti zootecnici e di sicurezza sul lavoro. Il programma mira alla produzione di energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con il territorio, puntando all'impiego di mezzi agricoli elettrici. Il presente Report vuole essere di

supporto all'Azienda per comprendere i fattori che agiscono sulla scelta della coltura in funzione del design impiantistico dell'impianto fotovoltaico.

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

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

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

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

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

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

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

1.4.2 SoW-Scope of Work

Scopo principale dello studio è definire soluzioni agro-zootecniche da integrare con l'impianto solare per il sito ubicato nel Comune di Apricena (FG). Le attività richieste sono relative all'individuazione e alla sperimentazione di soluzioni di utilizzo polivalente del suolo per mitigare l'impatto dei grandi impianti FV e che non influiranno sull'efficienza della produzione energetica.

Inoltre, uno degli obiettivi che si vuole realizzare nel presente impianto è quello di effettuare una produzione di miele sostenibile, andando a monitorare il benessere delle api, in un contesto di Apicoltura 4.0.

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

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

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

L'agroforestazione si distingue in diverse tipologie:

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

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

1.4.3.1 Realizzazione di siepi perimetrale arboreo-arbustive autoctone e impianto arboreo tra i due sotto-campi

1.4.3.1.1

Realizzazione di siepi perimetrale arboreo-arbustive autoctone

Come descritto in precedenza l'agro-forestazione è ad oggi una pratica con benefit in termini di "green policy". Al fine anche di mitigare l'impatto paesaggistico, la scelta della tipologia di agro-forestazione da applicare è ricaduta sui "Sistemi lineari" nelle aree perimetrali all'impianto fotovoltaico in proposta, costituiti da siepi ed alberi intervallati a distanza regolare (fascia di

larghezza pari a 10 m).

Di seguito si evidenziano gli step per la realizzazione di un sistema lineare di siepi ed alberi:

- a) Sesto d'impianto su fascia perimetrale con apertura di buche manuali per l'impianto di materiale vegetativo a costituzione delle siepi e per i soggetti arborei;
- b) Pacciamatura biodegradabile, per consentire la percentuale di attecchimento, limitando la competizione delle specie infestanti avventizie, consentendo un contenimento dei costi di manutenzione della fascia impiantata;
- c) Irrigazione di soccorso per impedire una mortalità delle piante messe a dimora.

La scelta delle *cultivar* da impiantare, sulla base delle caratteristiche dell'area, è stata fatta in funzione della proposta progettuale di **realizzare un apiario**. Pertanto, la consapevolezza dell'aumento della biodiversità, la normativa in materia di apicoltura e la gestione alimentare dell'entomofauna pronuba, definiscono la scelta sulle seguenti specie arboreo-arbustive:

- Siepe: consociazione mista tra *Crataegus monogyna* e *Salvia rosmarinus*;
- Arboreo: sesto d'impianto di *Ceratonia siliqua* a distanza regolare.

1.4.3.1.2 Impianto arboreo tra i due sotto-campi

All'interno del campo fotovoltaico per una piccola porzione dell'area (posizionata in direzione nord) è presente un canale naturale dal quale, in sede di progettazione, si è considerata una fascia di rispetto di ml 150 entro la quale non sono state previste opere, se non la sola viabilità esistente per permettere lo spostamento tra la zona nord e sud dell'impianto stesso.

All'interno di questa fascia di rispetto, ai fini della presente relazione si è previsto di incrementare la superficie arborea produttiva.

La scelta delle *cultivar* da impiantare, sulla base delle caratteristiche dell'area, è stata fatta anche in questo caso in funzione della proposta

progettuale di **realizzare un apiario**. Pertanto, la consapevolezza dell'aumento della biodiversità, la normativa in materia di apicoltura e la gestione alimentare dell'entomofauna pronuba, definiscono la scelta sulla seguente specie arborea:

- sesto d'impianto di *Ceratonia siliqua* mettendo a dimora alberi lungo fasce lineari distanziando i filari fino a massimo 5 metri.



Illustrazione 1.4: Lay-out progettuale con indicazione della fascia di rispetto su cui insiste l'impianto che sarà oggetto di piantumazione arborea.

Certamente più di altre specie, l'importanza del carrubo non appare legata soltanto agli aspetti produttivi, ma anche al fatto che in determinate aree marginali esso può essere proposto per le sue caratteristiche di rusticità come unica coltura arborea praticabile, anche se in presenza di rese piuttosto ridotte, contribuendo alla salvaguardia ed alla tutela del territorio. Oltre alla funzione produttiva esso assume valenza anche come pianta ornamentale e svolge un ruolo nel paesaggio interpretando quella "multifunzionalità" che all'agricoltura viene sempre più richiesta ed attribuita.

Di seguito si evidenziano gli step per la realizzazione di filari ad alberi:

- a) Sesto d'impianto su fascia lineare con apertura di buche manuali e costituzione di filari arborei. Ogni 20 -25 piante femminili impiantate occorre almeno un esemplare di carrubo maschile in quanto l'impollinazione è entomofila.
- b) La pianta di carrubo riesce a tollerare in modo ottimale i periodi prolungati di siccità. Si tratta di una specie xerofita che riesce a vegetare tranquillamente in territori dove nel corso dell'anno si hanno precipitazioni comprese tra 250 e 500 mm. Nonostante questo le giovani piante necessitano di accorgimenti differenti, durante i primi 2-3 anni di crescita si dovrà provvedere alla loro irrigazione a scorrimento durante l'estate. Quando le piante saranno ben sviluppate il fabbisogno d'acqua potrà calare effettuando irrigazioni ad intervalli più distanziati.

1.4.3.1.3 Schede botaniche delle specie che costituiranno la fascia perimetrale

***Crataegus monogyna* Jacq.**

- Famiglia: Rosaceae
- Nome comune: Biancospino
- Forma biologica: Fanerofite cespugliose. Piante legnose con portamento cespuglioso.

Piccolo albero, ma più spesso arbusto a fogliame deciduo; cespuglioso, con radice fascicolata; chioma globosa o allungata; tronco sinuoso, spesso ramoso sin dalla base con corteccia compatta che nelle piante giovani è liscia di colore grigio-chiaro, è brunastra o rosso-ocracea e si sfalda a placche nei vecchi esemplari.

I ramoscelli sono di colore bruno-rossastro, quelli laterali terminano frequentemente con spine aguzze e scure lunghe sino a 2 cm, i rami + vecchi sono grigio-cenere. Altezza generalmente fra 2÷5 m, ma può raggiungere anche i 12 m; ha una crescita molto lenta e può vivere sino a 500 anni.

Le gemme sono alterne, disposte a spirale, rossastre e brillanti; sotto le gemme laterali



Illustrazione 1.6: Caratteristica cespugliosa della specie

Salvia rosmarinus Spenn.

- Famiglia: Lamiaceae
- Nome comune: rosmarino
- Forma biologica: Fanerofite cespugliose. Piante legnose con portamento cespuglioso.

Arbusto legnoso perenne sempreverde, ramosissimo con portamento a volte ascendente a volte prostrato, mai veramente eretto, alto fino a 2 metri, con corteccia bruno chiara.

Foglie lineari larghe 2-3 mm e lunghe 15-30 mm, revolute sul bordo, sessili, verde scure e lucide di sopra, bianco tomentose di sotto, opposte lungo i rami ed in fascetti ascellari.

Fiori raccolti in racemi ascellari brevi, generalmente nella parte superiore dei rami, ciascuno con 4-16 fiori. Calice campanulato bilabiato tomentoso di 5-6 mm diviso fino ad un terzo della lunghezza. Corolla azzurro-chiara o lilla, a volte rosea o bianca bilabiata a tubo sporgente, gonfia alla fauce, con labbro superiore dritto formato da due lobi connati e labbro inferiore trifido con lobo centrale più grande e concavo e lobi laterali oblunghi e più o meno rivoluti. I due stami superiori sono assenti, i due inferiori sono ascendenti e superanti la corolla. Stilo semplice a stimma bifido.

Frutto schizocarpico con 4 mericarpi (acheni) oblunghi, di color castano chiaro.



Illustrazione 1.7: Caratteri tassonomici.

Ceratonia siliqua L.

- Famiglia: Fabaceae
- Nome comune: Carrubo
- Forma biologica: Fanerofite arboree. Piante legnose con portamento arboreo.

Albero robusto, sempreverde; robusto apparato radicale; tronco tozzo e irregolare con rami alterni, sparsi e corona ampia, densa e globosa; corteccia dapprima liscia e grigiasta, quindi bruno rossiccia, fessurata. Altezza generalmente 1÷15 m, ma alcuni esemplari raggiungono dimensioni maestose.

Le foglie sono persistenti, coriacee, alterne, con rachide rossastro, hanno alla base piccole stipole caduche, paripennate con 3÷5 paia di segmenti picciolati, ovato-rotondi, con base arrotondata e apice retuso, margine intero o smarginato all'apice, di colore verde scuro, lucidi e glabri di sopra, glaucescenti e bruno-rossastri di sotto.

I piccolissimi fiori, di odore poco gradevole, sono unisessuali, dioici o poligami, tendono a ripartirsi su piante separate in base al sesso; talora compaiono prima della fogliazione sul tronco e sui rami più vecchi. Di colore verde-rossastro, hanno calice peloso a 5 sepali presto caduchi, corolla nulla, riuniti in racemi eretto-patenti formati da 50 e più elementi; portati da brevi peduncoli alla base dei quali troviamo piccole brattee, quelli maschili con 5÷7 stami liberi con filamenti biancastri, quelli femminili con pistillo con stimma bilobato giallo-verdastro al centro del nettario, stilo bianco-verdastro e arrossato alla base, concresciuto con l'ovario, fiori ermafroditi come quelli maschili, ma con pistillo al centro del nettario.

I frutti sono grossi legumi, sino a 15÷20 cm, coriacei e penduli, appiattiti, a suture ingrossate, indeiscenti, dapprima di colore verde chiaro, poi di colore bruno violaceo, nerastri a maturità con epicarpo crostoso e mesocarpo carnoso e zuccherino; contengono 10÷15 semi lenticolari, bruno-lucenti.

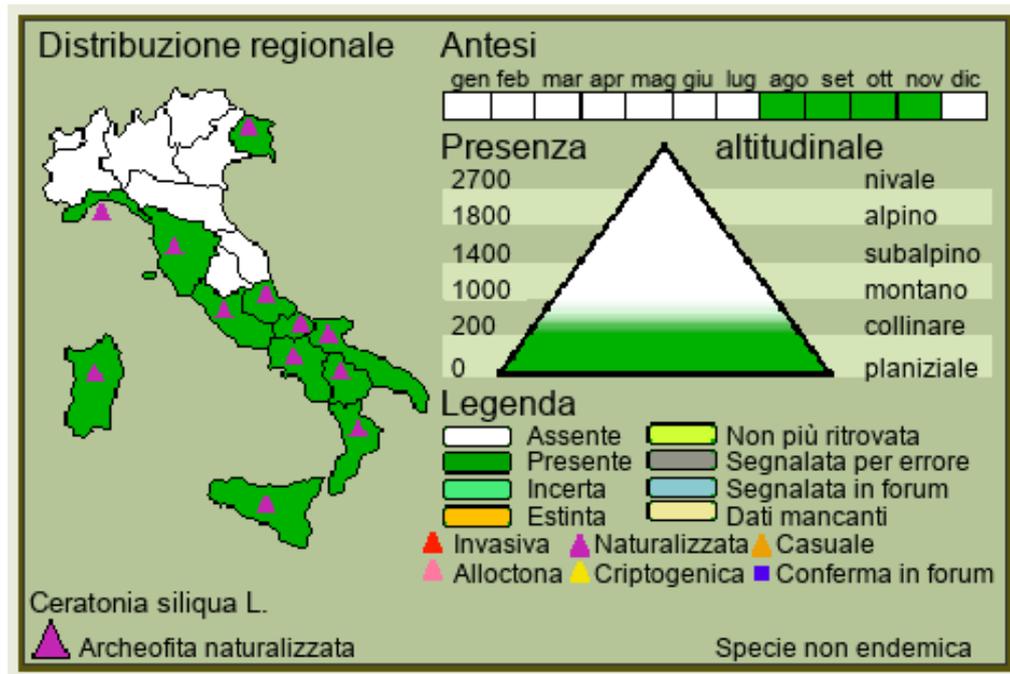


Illustrazione 1.8: Caratteri tassonomici.



Illustrazione 1.9: esemplare manuteso ad arbustivo.

1.4.3.2 Definizione del piano colturale

Piano colturale siepi perimetrale arboreo-arbustive autoctone

Lungo tutto il perimetro dell'area, sarà realizzata una siepe costituita come detto da specie tipiche delle comunità vegetanti di origine spontanea del Tavoliere, tenendo in considerazione aspetti di miglioramento dell'estetica dell'area, della biodiversità e soprattutto legate all'entomofauna.

Il modulo di impianto sarà costituito da un filare di piante di specie autoctone sempreverdi. L'altezza massima della siepe sarà di 4.0 mt, mentre la larghezza della siepe di 1,5-2.0 mt.

Il sesto d'impianto inoltre sarà realizzato ad una distanza dal confine di 3.0 mt (art. 892 del Codice Civile) consigliando una messa a dimora così riassumibile:

- **Siepe:** consociazione alternata tra Biancospino e Rosmarino, con una distanza di 1.0 mt tra ogni pianta messa a dimora con apertura di buche manuali di dimensioni pari a materiale vegetativo vivaistico di 15 cm x15 cm x15 cm;
- **Arborea:** messa a dimora internamente alla siepe con distanza dalla siepe di 1,5 mt e una interfila di distanza di 10 mt con apertura di buche manuali di dimensioni pari a materiale vegetativo vivaistico di 30 cm x30 cm x30 cm.

Si tratta di specie scelte in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area di intervento, con particolare riguardo all'inserimento di specie che presentano una buona funzione schermante, un buon valore estetico (portamento e fioritura) e una produzione pollonifera e nettarifera per l'entomofauna.

Di seguito in figura si descrive il sesto d'impianto della fascia perimetrale.

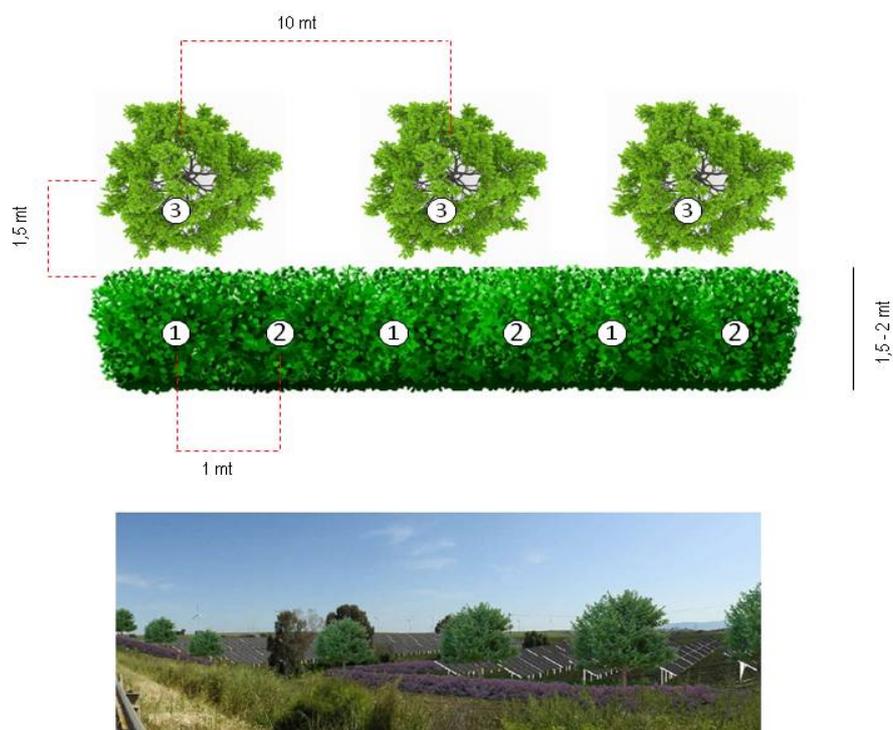


Illustrazione 1.10: Sesto d'impianto nelle fasce perimetrali l'impianto.

Legenda:

1. *Crataegus monogyna* Jacq.;
2. *Salvia rosmarinus* Spenn.;
3. *Ceratonia siliqua* L.



Illustrazione 1.11: Il foto-inserimento dimostrativo evidenzia una siepe posta perimetralmente all'area intervallata da specie arboree (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2) .

1.4.3.3 Piano colturale impianto arboreo tra i due sotto-campi

Fra i due sotto-campi fotovoltaici, nella fascia di rispetto di ml 150 entro la quale non sono state previste opere, sarà realizzata una alberatura costituita come detto da una specie tipiche della comunità vegetante della Puglia ma ormai poco utilizzata, tenendo in considerazione aspetti di miglioramento dell'estetica dell'area, della biodiversità e soprattutto legate all'entomofauna.

Il sesto d'impianto sarà realizzato ad una distanza dai sotto-campi e dal canale che li divide di 5.0 mt consigliando una messa a dimora così riassumibile:

- sesto d'impianto su fascia lineare con apertura di buche manuali di dimensioni pari al materiale vegetativo vivaistico di 30 cm x30 cm x30 cm per la costituzione di filari arborei. Ogni 20 -25 piante femminili impiantate occorre almeno un esemplare di carrubo maschile in quanto l'impollinazione è entomofila.
- La pianta di carrubo riesce a tollerare in modo ottimale i periodi prolungati di siccità. Si tratta di una specie xerofita che riesce a vegetare tranquillamente in territori dove nel corso dell'anno si hanno precipitazioni comprese tra 250 e 500 mm. Nonostante questo le giovani piante necessitano di accorgimenti differenti, durante i primi 2-3 anni di crescita si dovrà provvedere alla loro irrigazione a scorrimento durante l'estate. Quando le piante saranno ben sviluppate il fabbisogno d'acqua potrà calare effettuando irrigazioni ad intervalli più distanziati.

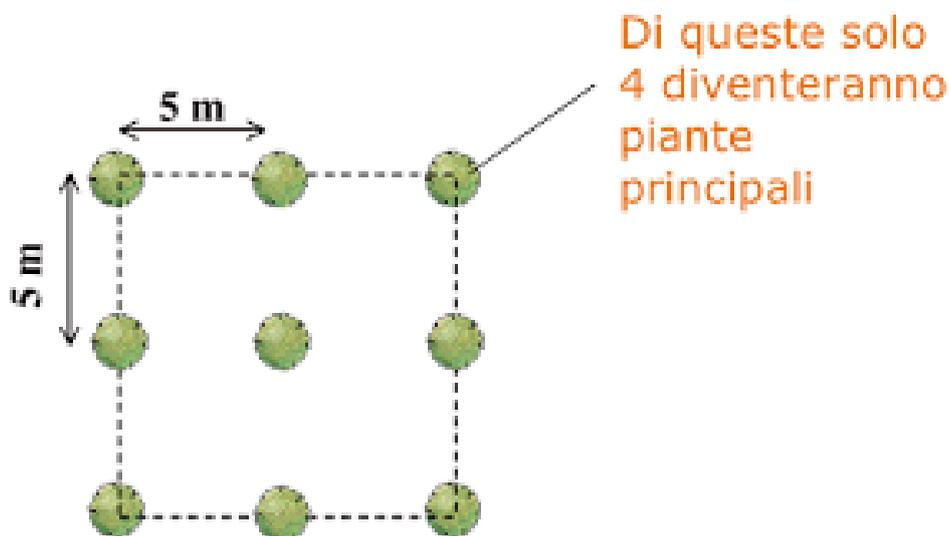


Illustrazione 1.12: Sesto d'impianto nella fasci di rispetto del canale.



Illustrazione 1.13: Foto dimostrativa (Fonte: <http://www.verdeinsiemeweb.com>)

1.4.3.4 Preparazione del sito d’impianto della fascia perimetrale e della fascia di rispetto

Nella maggior parte dei casi è consigliabile e raccomandabile eseguire la preparazione del suolo prima dell’impianto per favorire la ripresa delle giovani piante.

La preparazione del suolo prima dell’impianto di una siepe è pratica corrente nella maggior parte dei paesi europei. I classici lavori preparatori comprendono l’aratura in piano su strisce di terreno, lo scavo di un fosso, la costruzione di un terrapieno e la rimozione del legno morto e delle erbe infestanti. Agli agricoltori e ai proprietari è spesso consigliato lo schema d’impianto classico, ma in alcuni casi è possibile applicare degli schemi specifici (per esempio siepi di consolidamento). Preparazione “classica”.

Si possono individuare 5 tappe fondamentali nelle lavorazioni preliminari all’impianto, le quali sono combinabili in diversi modi.

- **1a tappa:** *Rimozione della vegetazione legnosa esistente* - Talvolta le specie legnose presenti sul luogo dell’impianto non possono essere integrate alla nuova siepe. Esse devono quindi essere eliminate subito.
- **2a tappa:** *Drenaggio ed aerazione del substrato* - I lavori di preparazione del suolo sono generalmente effettuati in autunno o in inverno e iniziano con una rippatura a 50 cm di profondità.
- **3a tappa:** *Aratura* - L’aratura permette di aerare il suolo e migliorare le sue capacità di ritenzione dell’acqua. Le macchine a dischi o a denti sono preferibili per evitare la formazione in superficie di una crosta impermeabile.
- **4a tappa:** *Diserbo* - Le erbe infestanti fanno concorrenza alle giovani piantine nei confronti di luce, acqua e sostanze nutritive. La striscia destinata alla siepe deve essere pulita e mantenuta tale fino al momento dell’impianto. La gestione della vegetazione

concorrente è particolarmente importante nel corso del primo anno.

1.4.3.5 Modalità e tecniche di impianto

I procedimenti possono essere così riassumibili:

- le siepi devono essere piantate preferibilmente tra l'autunno e il mese di marzo;
- per le piante alte, (in vaso o contenitore), la stagione d'impianto è compresa tra settembre e maggio;
- le piante a radice nuda, in particolare, devono essere piantate il prima possibile dopo l'espianto dal vivaio;
- piantare preferibilmente con clima mite e umido;
- gli impianti con terreno gelato, saturo d'acqua o troppo secco sono assolutamente da evitare;
- la terra attorno al foro d'impianto deve essere lavorata;
- impianto delle siepi devono essere potate prima dell'impianto;
- Le radici danneggiate devono essere tagliate con una lama ben affilata;
- posizionare le piante sul terreno alla stessa profondità che in vivaio;
- disporre le radici e calpestare bene il terreno attorno al foro d'impianto.

Durante i lavori d'impianto, le radici delle piante in attesa devono essere mantenute coperte per evitare il disseccamento.

1.4.3.6 Gestione e manutenzione delle siepi delle specie arboree

Per quanto riguarda la fascia perimetrale, essendo siepi di confine, la manutenzione rientra nelle classiche cure colturali ascrivibili alle potature, sfrondature e profilazione delle chiome. La manutenzione di tipo ordinaria su siepe è di breve ciclicità (1-3 anni) viceversa per le specie arboree si consigliano potature ogni 5 anni, sia per il mantenimento della produttività, sia per il contenimento delle altezze. Di seguito si schematizzano le 4 fasi per una corretta manutenzione dello strato arboreo-arbustivo:

a) Coltivazione:

- Ripulire annualmente la base della siepe risulta ovunque indispensabile, per controllare le erbe e la crescita degli alberi.
- Potare la siepe stessa è necessario laddove non si voglia perdere più di 2 m di terreno attorno al campo.

b) Allevamento:

- Rinforzare la densità delle chiome;
- Rinforzare la densità dei rami bassi, compresi tra 0 e 1 m.

c) Meccanizzazione:

- Eliminare fino a 4 m di altezza tutti i rami bassi responsabili di eventuali danni alle macchine (specchietti retrovisori).

d) Gestione:

- Intervenire prima che le branche non siano troppo grosse per l'attrezzo utilizzato (cesoia o trinciasarmenti). L'età massima varia da 2 a 4 anni a seconda del vigore del germoglio.

1.4.3.7 Dettaglio della gestione post-impianto della *Ceratonia siliqua*

L.

Raccolta

Tra i mesi di agosto ed ottobre i baccelli raggiungono il massimo della maturazione.

Quando il baccello è interamente di colore bruno scuro, così come anche il peduncolo che lo lega alla pianta, esso ha raggiunto il massimo in contenuto zuccherino nella polpa e tende a cadere naturalmente dalla pianta. Usualmente, la raccolta avviene raccogliendo manualmente i frutti caduti spontaneamente a terra (se in buone condizioni). Quando si vogliono ridurre i tempi di esecuzione, e l'orografia lo permette, la raccolta può avvenire per



bacchiatura, previa sistemazione di reti sul terreno; inoltre, si dovrà agire con cautela per non danneggiare i fiori, già presenti a fine estate - inizio autunno. Il prodotto raccolto viene disposto all'interno di sacchi che saranno movimentati manualmente. L'uso delle reti di plastica per captare i frutti permette di travasare le carrube direttamente nei sacchi.

Potatura

La gestione della chioma avviene con attrezzi rudimentali e azionati manualmente (seghetti a lama corta) o per i rami a maggior sezione, con comuni motoseghe. Nell'effettuare la potatura si tiene in considerazione che la fruttificazione in genere avviene su rami legnosi che abbiano almeno 2 anni di età.

Il carrubo è una specie che ha bisogno di pochi interventi di potatura, condotti dopo il periodo di raccolta (da fine agosto a ottobre); tradizionalmente non sono previsti interventi annuali, ma ogni 4 - 5 anni sono eseguiti rinnovi della chioma, eliminando le branche o i rami danneggiati. Tuttavia, i tronchi dovrebbero essere rimossi quando il loro diametro non supera i 6 cm; tagli su rami più grandi si rimarginano con più difficoltà.

E' possibile applicare sostanze protettive sul taglio. Occorre tenere presente che i rami troppo

grossi tendono a spezzarsi facilmente.

Gestione del terreno

Il terreno viene lavorato mediamente due – tre volte l'anno per circa 10 – 15 cm di profondità, con un erpice o un coltivatore. Le lavorazioni avvengono in autunno, in primavera e in estate, quando i bacelli iniziano a maturare. L'impiego di erbicidi non è diffuso, per il costo e per l'alterazione ambientale che comportano.

Post-raccolta

Attualmente, le carrube vengono portate nei centri di lavorazione subito dopo la raccolta. Grazie ad un impiego intensivo della manodopera sia per la raccolta che per la cernita, il prodotto si presenta pulito e il trasporto avviene senza impurità.

1.4.3.8 Mezzi previsti per l'attività

Oltre ai mezzi meccanici specifici che dovranno essere acquisiti per lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, la gestione richiede necessariamente l'impiego di una **trattrice gommata convenzionale**.

In considerazione della superficie e delle attività da svolgere, la trattrice gommata convenzionale dovrà essere di media potenza (100 kW) e con la possibilità di installare un elevatore frontale.

Le opere di manutenzione effettuate con mezzo meccanico deve prevedere la sola operazione di profilatura delle chiome riguardante le siepi. Non si assevera l'eventuale utilizzo di barre meccaniche per le specie arboree e pertanto si consiglia l'utilizzo di strumenti manuali come piccole motoseghe o cesoie.



Illustrazione 1.14: L'immagine dimostrativa evidenzia una trattrice gommata convenzionale con braccio per le opere di "profilatura" delle siepi.

1.4.4 Fotosimulazione



Illustrazione 1.15: Punto di scatto eseguito dalla strada interpoderale (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2)



Illustrazione 1.16: Foto simulazione da strada interpoderale (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2)



Illustrazione 1.17: Punto di scatto eseguito dalla SS 16 (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2)



Illustrazione 1.18: Foto simulazione di dettaglio in corrispondenza dell'apiario (per una visione di maggior dettaglio delle simulazioni si rimanda all'elaborato B4HXL97_4.3.6_2_indrelazpaesaggistica2)

1.4.5 Identificazione delle soluzioni sperimentali in funzione del design nelle aree interne al campo fotovoltaico

1.4.5.1 Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrovoltaico all'interno del campo fotovoltaico in proposta, è vincolata dalle seguenti limitazioni:

1. caratteristiche pedo-climatiche del sito;
2. larghezza delle fasce coltivabili tra i pannelli;
3. altezza dei pannelli da terra.

Il secondo vincolo produce due effetti negativi: 1) limita fortemente la possibilità di meccanizzare le colture, orientando la scelta verso specie che richiedono pochi interventi di gestione e con piccoli macchinari; 2) durante le ore più calde potrebbero verificarsi fenomeni di ombreggiamento, i quali non si ritiene possano causare problematiche a livello fisiologico della pianta.

Il terzo vincolo è forse il più limitante, perché restringe la scelta a quelle specie e/o varietà che hanno un *habitus* strisciante o prostrato, in modo da non superare i 50-90 cm di altezza e quindi non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici.

1.4.5.2 Rotazioni

In base a questi dati, si è deciso quindi di puntare in primo luogo su colture che avessero un *habitus* adatto alla tipologia d'impianto APV. Successivamente, tra queste, si è scelto un set di colture che fosse adatto alla coltivazione nell'areale del sito d'impianto e che avesse uno stretto legame con il territorio. La scelta, quindi, è ricaduta su piante erbacee spontanee nella flora italiana e specie erbacee già coltivate in zona, quali trifoglio, farro, camomilla e rosmarino.

In particolare, la scelta del farro (*Triticum dicoccum*) pur non essendo specie principalmente indirizzata all'allevamento apistico, è consequenziale alla tradizione agricola della provincia di Foggia.

Le quattro colture scelte sono state ideate in un sistema di rotazione annuale per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.

Nel dettaglio, si può considerare un primo ciclo con tre colture annuali poste in avvicendamento (I Ciclo) ed un secondo (II Ciclo) costituito dalla rotazione delle colture annuali con la coltura pluriennale.

I Ciclo: 7 anni con *Trifolium squarrosum*, *Triticum dicoccum* e *Matricaria chamomilla*

Le varie essenze roteranno tra loro per 7 anni. Tutte queste colture hanno durata annuale e vengono utilizzate per fini alimentari, zootecnici, apistici ed ambientali. In particolare la coltivazione di farro sarà destinata alla produzione di granella, la camomilla sarà finalizzata alla produzione di capolini, interessanti dal punto di vista alimentare e farmacologico, ed, infine, la coltura di trifoglio, oltre ad essere importante dal punto apistico, potrà produrre ottimo foraggio e semente, oltre a migliorare la fertilità del suolo grazie alla sua simbiosi radicale con batteri azotofissatori.

II Ciclo: 7 anni con *Rosmarinus officinalis* e 7 anni con *Trifolium squarrosum* + *Triticum dicoccum* + *Matricaria chamomilla*

Il *Rosmarinus officinalis* verrà utilizzato per i fini apistici e in post-fioritura verrà sfalciato ogni anno per la produzione di olio essenziale. Al termine del settimo anno le colture annuali si avvicenderanno annualmente nell’appezzamento precedentemente occupato dal rosmarino.

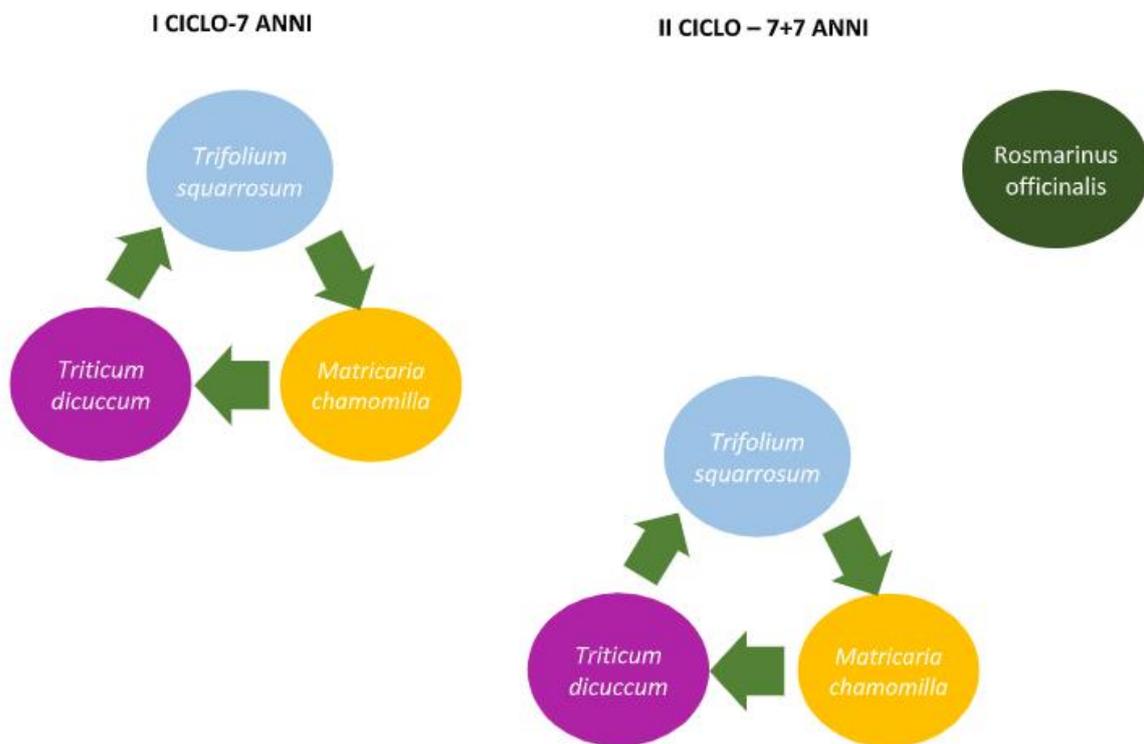


Illustrazione 1.19: Cicli colturali

1.4.5.3 Soluzioni agro-zootecniche

Nelle tabelle seguenti sono elencate le possibili soluzioni e alcuni aspetti agronomici.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrolvoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Trifolium squarrosum Resa: 40-50 t/ha foraggio fresco; 8-10 q/ha di seme</p> 	Il trifoglio squarrosso è una pianta erbacea annuale, con portamento eretto e poco ramificato. Ha un'altezza di circa 70-100 cm.	Il trifoglio squarrosso, in coltura pura, si semina ai primi di ottobre con circa 30-40 kg/ha di seme, in file distanti 18-20 cm.	Il trifoglio squarrosso è particolarmente adatto agli ambienti mediterranei, ai terreni argillosi e sabbiosi. In quanto leguminosa non necessita di concimazioni azotate.	Le irrigazioni risultano essere superflue.	La raccolta viene effettuata in fioritura (giugno) per la produzione di foraggio e in post-fioritura per la produzione di seme.

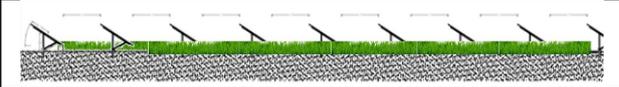
Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrolvoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Triticum dicoccum Resa: 2,8-3 t/ha</p> 	Il farro è una pianta erbacea annuale, con altezza compresa tra i 60-120 cm, a seconda delle cultivar.	La semina del farro è di norma autunnale. La semina post-invernale può avvenire da fine febbraio ad aprile inoltrato. La dose di semina è variabile da 70 a 150 kg/ha di seme vestito e può avvenire a spaglio o con le comuni seminatrici per cereali. La preparazione del letto di semina non richiede particolari accorgimenti come avviene per altri cereali.	Il farro è un cereale rustico adatto anche a terreni marginali. L'esigenza di elementi nutritivi è modesta e una letamazione pre-semina risulta essere sufficiente. Limitatissimo o assente è l'impiego di prodotti chimici di sintesi, in particolare di erbicidi.	Le irrigazioni risultano essere superflue.	La raccolta del farro è tardiva e varia da metà luglio fino a metà agosto in base all'areale e alla varietà. La trebbiatura richiede velocità ridotte a causa della fragilità del rachide.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Matricaria chamomilla Resa: 400 kg/ha di capolini</p> 	La camomilla è una pianta erbacea annuale con fusto eretto alto circa 50 cm.	<p>La semina della camomilla si effettua in agosto-settembre nei climi freddi e fino ad ottobre-novembre nelle zone più calde. Le semine primaverili sono possibili, ma comportano produzioni inferiori e la necessità di irrigazione. La semina può essere effettuata a spaglio o a file con densità di circa 2-3 kg/ha di seme puro o 20-25 piante/m².</p>	La camomilla cresce facilmente anche spontaneamente, ma se coltivata predilige terreni asciutti, anche poveri, e tollera bene un certo livello di calcare. Sopporta suoli salini.	L'irrigazione è consigliabile solo nelle prime fasi di crescita, poichè in seguito la pianta resiste bene alla siccità.	La raccolta della camomilla interessa principalmente i capolini, ma si può anche decidere di recidere l'intera pianta alla base. La fioritura va da maggio a settembre, quindi la raccolta può essere scalare o avvenire quando la maggior parte dei capolini si trova in posizione orizzontale rispetto al fusto.

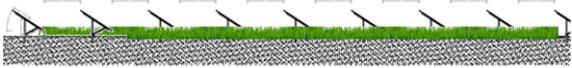
Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Rosmarinus officinalis Resa: 3-4 t/ha di prodotto fresco, corrispondenti a circa 1,5-1,8 t/ha di droga grezza secca</p> 	Il rosmarino è una pianta arbustiva perenne, compatta, di taglia medio-alta (altezza massima in coltura 100 cm) con fusti legnosi molto ramificati. Un impianto professionale tende a rimanere produttivo fino a 8-10 anni.	Il rosmarino si riproduce principalmente per talea. I rametti già radicati, prelevati in primavera, vengono messi a dimora in autunno o nella primavera successivi con una densità ottimale di 2 piante/mq (sesto d'impianto 1-1,5 m tra le file e 0,5 m sulla fila).	<p>Il rosmarino si adatta a tutti i tipi di terreno, ma predilige quelli calcarei, leggeri e ben drenati. Si trova prevalentemente in pianura e in collina (da 0 a 650 m s.l.m.). Predilige luoghi soleggiate e non tollera gli inverni umidi e freddi. Il rosmarino è una pianta poco esigente in elementi nutritivi e, dopo una buona concimazione di fondo con letame maturo (circa 400 q/ha), l'apporto di elementi chimici può essere facoltativo (60-80 unità/ha alla ripresa vegetativa e 80 unità/ha di fosforo e potassio all'impianto).</p>	L'irrigazione è consigliata solo al momento dell'impianto per garantire l'attecchimento delle piantine. In seguito, quando le piante saranno ben radicate, l'apporto d'acqua dovrà essere limitato al solo periodo estivo e dopo numerosi giorni di caldo secco.	La raccolta va effettuata al momento balsamico, tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate. Per la produzione di olio essenziale si predilige in genere il periodo della piena fioritura. La modalità di raccolta è uno sfalcio in prossimità del terreno.

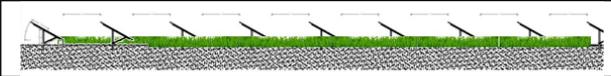
1.4.6 Sperimentazione

1.4.6.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

	<i>Trifolium squarrosus</i> Savi	
Descrizione botanica	Ordine: Fabales Famiglia: Fabaceae Genere: Trifolium Specie: T. squarrosum	
<p>Il trifoglio squarroso è una pianta erbacea annuale, eretta che può arrivare fino a 100 cm, poco ramificata e pubescente.</p> <p>La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è fittonante, con radice robusta e ricca di tubercoli radicali dovuti al simbionte <i>Rhizobium</i>. Il fusto è eretto e ramificato. Le foglie sono alterne e tripartite. Le 3 foglioline sono sub-ovate, denticolate all'apice ed articolate sullo stesso punto. Le infiorescenze sono capolini spiciformi posti all'apice del fusto. I fiori sono di colore bianco, ermafroditi, con calice attinomorfo. La fioritura va da marzo a giugno. Il frutto è un diclesio, una camara indeiscente inclusa nel calice, con pericarpo membranoso e con 1 seme di 1,8-2,7 mm, liscio, giallastro.</p> <p>È un'entità indigena con distribuzione altitudinale da 0 a 1.100 m s.l.m..</p>		
Finalità della produzione	Alimentare animale-Apistica	
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto agro-voltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi.</p> <p>Il <i>Trifolium squarrosus</i> è una pianta ideale per il foraggio. È una leguminosa azotofissatrice, quindi viene utilizzata come coltura da rinnovo e la sua buona classe nettarifera (4, su una scala da 1 a 6) indica una buona potenzialità di produzione di chilogrammi di nettare ad ettaro. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco per la vendita di foraggio, la produzione di seme, risulta essere importante anche per la produzione apistica e per il risanamento del suolo.</p>		
Meccanizzazione		
  		
<p>L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p>		
<p>Il trifoglio risulta essere una coltura importante per l'alimentazione animale e per l'allevamento delle api. Inoltre, essendo una leguminosa, comporta un miglioramento del terreno. Le cultivar adatte a questo tipo d'impianto risultano essere quelle con altezza sotto il metro.</p>		

		<i>Triticum dicoccum L.</i>	
Descrizione botanica		Ordine: Poales Famiglia: Poaceae Genere: Triticum Specie: T. dicoccum	
<p>Il farro è una pianta erbacea annuale, in particolare un cereale autunno-vernino. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse allungato, spesso privo di foglie.</p> <p>L'apparato radicale è di tipo fascicolato e superficiale. Il fusto è un culmo costituito di nodi e internodi e termina con l'infiorescenza. Ogni foglia è formata da una guaina, che avvolge il culmo, e da una lamina lanceolata. L'infiorescenza è una pannocchia apicale, detta spiga, compatta e generalmente aristata. Ad ogni dente della spiga si trova una spighetta contenente di norma due cariossidi, raramente tre. La fioritura va da maggio a giugno. L'impollinazione è autogama. Il frutto è una cariosside "vestita", ossia rimane avvolta dalle glume e glumelle anche dopo la trebbiatura.</p> <p>È una archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 1000 m s.l.m..</p>			
Finalità della produzione		Alimentare	
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto agro-voltaico, per la sua adattabilità all'areale e per la sua elevata produzione alimentare.</p>			
Meccanizzazione			
<p>L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p>			
			
			
<p>Il farro risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore agro-industriale. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.</p>			

	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	
Descrizione botanica	Ordine: Asterales Famiglia: Asteraceae Genere: Matricaria Specie: M. chamomilla	
<p>La camomilla è una pianta erbacea annuale con portamento eretto e fusto ramificato. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.</p> <p>L'apparato radicale è a fittone. La pianta ha portamento cespitoso, con più fusti che sono più o meno ramificati nella porzione superiore. Le foglie sono alterne e sessili, oblunghe. La lamina fogliare è bipennatosetta o tripennatosetta, con lacinie lineari molto strette. L'infiorescenza è un capolino con ricettacolo conico e cavo. Più infiorescenze sono riunite in cime corimbose. I fiori esterni hanno la ligula bianca, quelli interni sono tubulosi con corolla gialla. Tali fiori sono interessanti dal punto di vista farmacologico, poiché caratterizzati dalla presenza del principio attivo azulene e da un insieme di altre sostanze quali acido salicilico, acido oleico, acido stearico e alfa-bisabololo. La fioritura va da maggio a settembre. L'impollinazione è entomofila. Il frutto è una cipsela di circa 1 mm di lunghezza, di colore chiaro, privo di pappo.</p> <p>È un'entità indigena, con distribuzione altitudinale da 0 a 1800 m s.l.m.</p>		
Finalità della produzione	Alimentare-Officinale-Apistica	
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto agrovoltico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi.</p> <p>La <i>Matricaria chamomilla</i> è una pianta officinale, commestibile e con discreto valore apistico. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco ed essiccato per la vendita alimentare e farma-cosmetologica, risulta essere importante anche per la produzione apistica.</p>		
Meccanizzazione		
<p>L'irrigazione all'impianto può essere effettuata a pioggia con serbatoio a bordo campo.</p> <p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un macchinario simil Falcia Autocaricante Trainato Bonino-AB 45 TR GV con barra falciante di 1,85 m, con larghezza totale di 2,25 m e altezza di 2,80 m. Capacità 19 mc, pneumatici: 400/60 x 15,5 PR 14 traction, capienza: 1100 L.</p>		
		
<p>La camomilla è una coltura ad alta valenza alimentare e officinale.</p>		

	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	
Descrizione botanica	Ordine: Lamiales Famiglia: Lamiaceae Genere: Rosmarinus Specie: R. officinalis	
<p>Il rosmarino è una pianta arbustiva perenne, sempreverde e aromatica.</p> <p>La forma biologica è una fanerofita cespugliosa (P caesp). Si tratta di una pianta perenne, cespugliosa e legnosa alla base, con gemme perennanti poste tra 20 cm e 2 m dal suolo.</p> <p>Le radici sono profonde, fibrose, resistenti e ancoranti. La parte aerea del fusto è legnosa e molto ramificata. Le foglie, persistenti e coriacee, sono lunghe 2-3 cm e larghe 1-3 mm, sessili, opposte, lineari-lanceolate; addensate numerosissime sui rametti. Sono ricche di ghiandole oleifere. Le infiorescenze sono formate da fiori raccolti in grappoli all'ascella di foglie fiorifere sovrapposte. I fiori, ermafroditi, sono sessili e piccoli, con calice campanulato, tomentoso, con labbro superiore tridentato e quello inferiore bifido. La fioritura va da marzo ad ottobre. L'impollinazione è entomofila. Il frutto è un microbasario (tetrachenio) brunastro, racchiuso nel calice, con quattro acheni (nucule), ovoidi color castano chiaro.</p> <p>È un'entità indigena con distribuzione altitudinale da 0 a 500 m s.l.m..</p>		
Finalità della produzione	Alimentare-Officinale-Apistica	
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto agro-voltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi.</p> <p>Il <i>Rosmarinus officinalis</i> è una pianta officinale, commestibile e di grande valore apistico. La sua classe nettariifera elevata (6, su una scala da 1 a 6) indica un'alta potenzialità di produzione di chilogrammi di nettare ad ettaro. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco ed essiccato per la vendita alimentare e farmacosmetologica, risulta essere importante anche per la produzione apistica.</p>		
Meccanizzazione		
<p>L'irrigazione all'impianto può essere effettuata a pioggia con serbatoio a bordo campo.</p> <p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un macchinario simil Falcia Autocaricante Trainato Bonino-AB 45 TR GV con barra falciante di 1,85 m, con larghezza totale di 2,25 m e altezza di 2,80 m. Capacità 19 mc, pneumatici: 400/60 x 15,5 PR 14 traction, capienza: 1100 L.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>		
<p>Il rosmarino è una coltura ad alta valenza alimentare e officinale. Inoltre, trova un'importante applicazione in ambito apistico grazie all'elevata produzione di nettare.</p>		

1.4.6.2 Progettazione delle soluzioni irrigue

Date le caratteristiche delle colture si prevedono interventi irrigui solamente in caso di soccorso.

Per quanto riguarda il sistema di irrigazione, il più congeniale al tipo d'impianto risulta essere:

- sistema di irrigazione per aspersione mediante rotolone con torretta (Illustrazione 1.20).

La soluzione vagliata risulta idonea alla struttura dell'impianto agrolvoltaico.

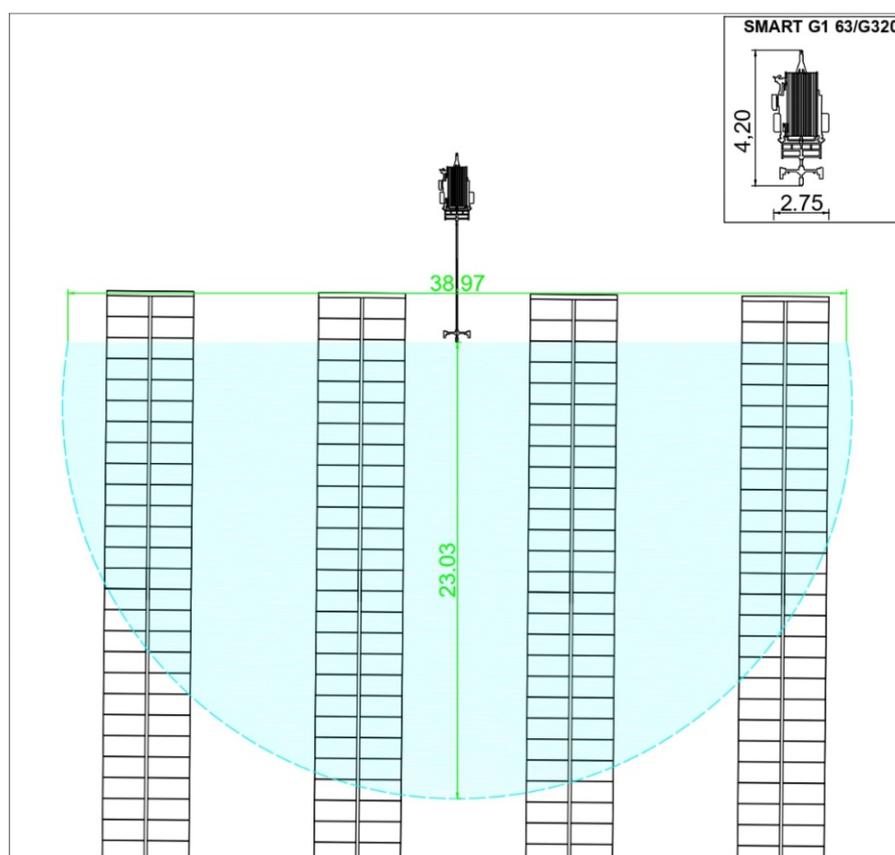


Illustrazione 1.20: Rappresentazione del rotolone, modello Smart G1 63/G320, con relativo raggio di irrigazione

1.4.6.3 Design sperimentale

1.4.6.3.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nel campo agrolvoltaico vengono utilizzate specie con buon potenziale mellifero e/o limitata crescita verticale: trifoglio squarroso, farro, camomilla e rosmarino (Illustrazione 1.21).

La scalarità di fioriture delle specie selezionate, con buona classe mellifera, riuscirà a soddisfare il sostentamento alimentare delle api per la gran parte dell'anno.

Le specifiche dei singoli sestri d'impianto sono riportate nelle Figura 5 e 9.

- **Trifoglio:** durata impianto 1 anno;
- **Farro:** durata impianto 1 anno;
- **Camomilla:** durata impianto 1 anno;
- **Rosmarino:** durata impianto 7 anni.

I primi tre impianti saranno stabili per un anno. Dopo il primo ciclo colturale, quindi alla fine del settimo anno, verrà predisposto l'**avvicendamento** tra **rosmarino** e **trifoglio-farro-camomilla** (Illustrazione 1.22) e Illustrazione 1.23).

Nella Illustrazione 1.24 vengono riportati i prospetti frontali delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto agrovoltico. Come è possibile desumere dall'immagine, dati i sestri e le altezze dei *trackers*, è consentita una meccanizzazione agevole delle varie operazioni colturali. In Illustrazione 1.25 viene rappresentato il raggio di sterzata del macchinario con dimensioni maggiori (Mietitrebbia) utilizzato per la raccolta di trifoglio e farro. La Illustrazione 1.25 mostra come, nonostante il macchinario abbia una lunghezza di 4,60 m, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'APV.

Nella progettazione agronomica è stata prevista anche la presenza di una **fascia arborea perimetrale** (specie utilizzate: *Crataegus monogyna*, *Salvia rosmarinus* e *Ceratonia siliqua*).

La presenza di una fascia arborea ha come scopo quello di mitigare la percezione visiva dell'impianto, migliorare ed ampliare gli elementi della rete ecologica locale esistente e fornire un contributo mellifero per il sostentamento delle api, grazie alla presenza di specie mellifere.

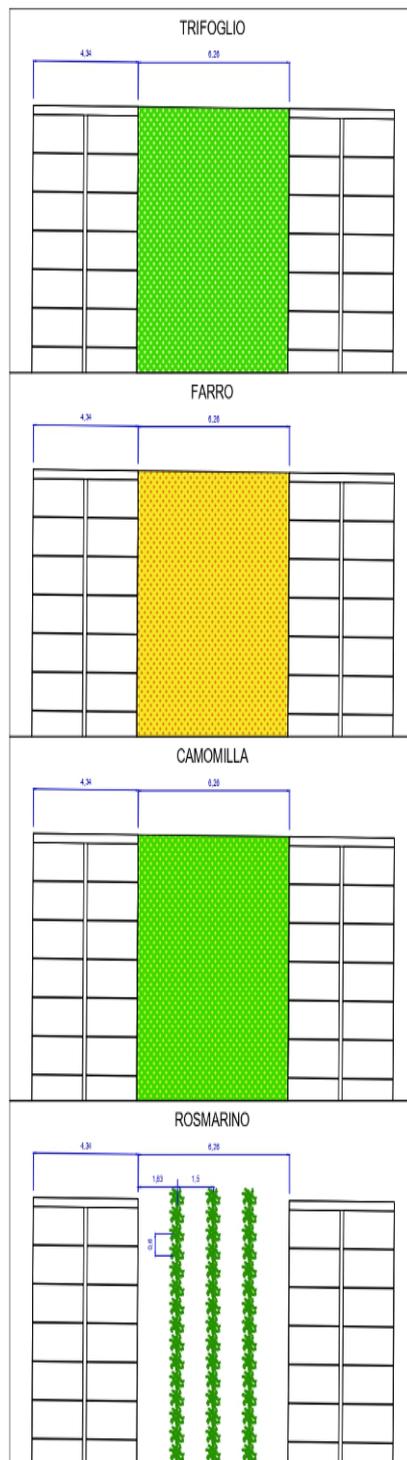


Illustrazione 1.21: Rappresentazione degli impianti delle colture di trifoglio, farro, camomilla e rosmarino

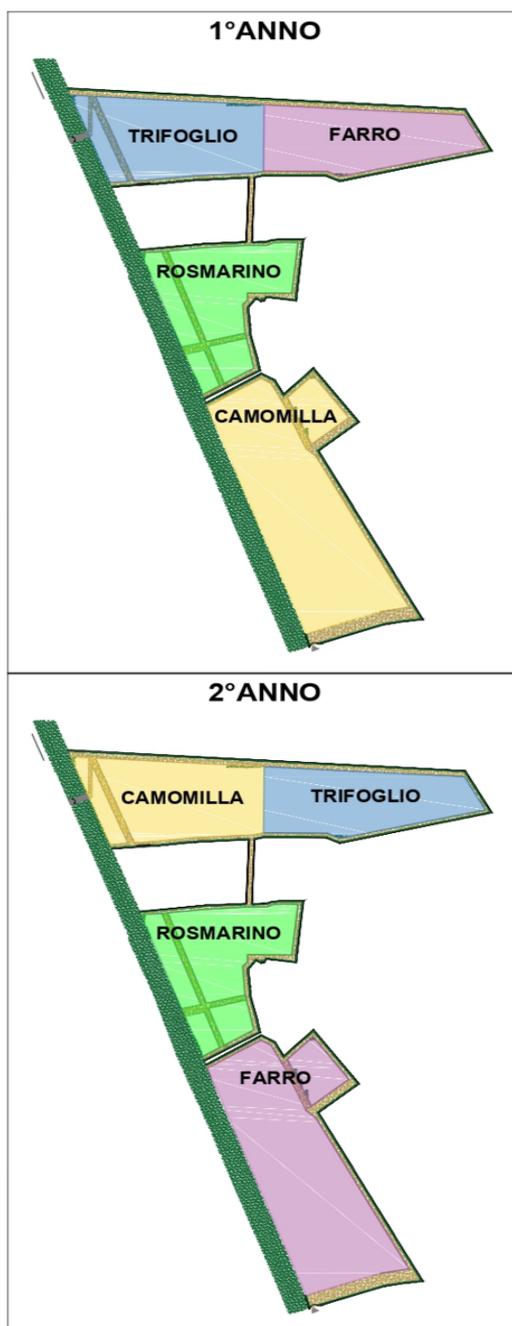


Illustrazione 1.22: Rappresentazione dell'impianto al primo e secondo anno

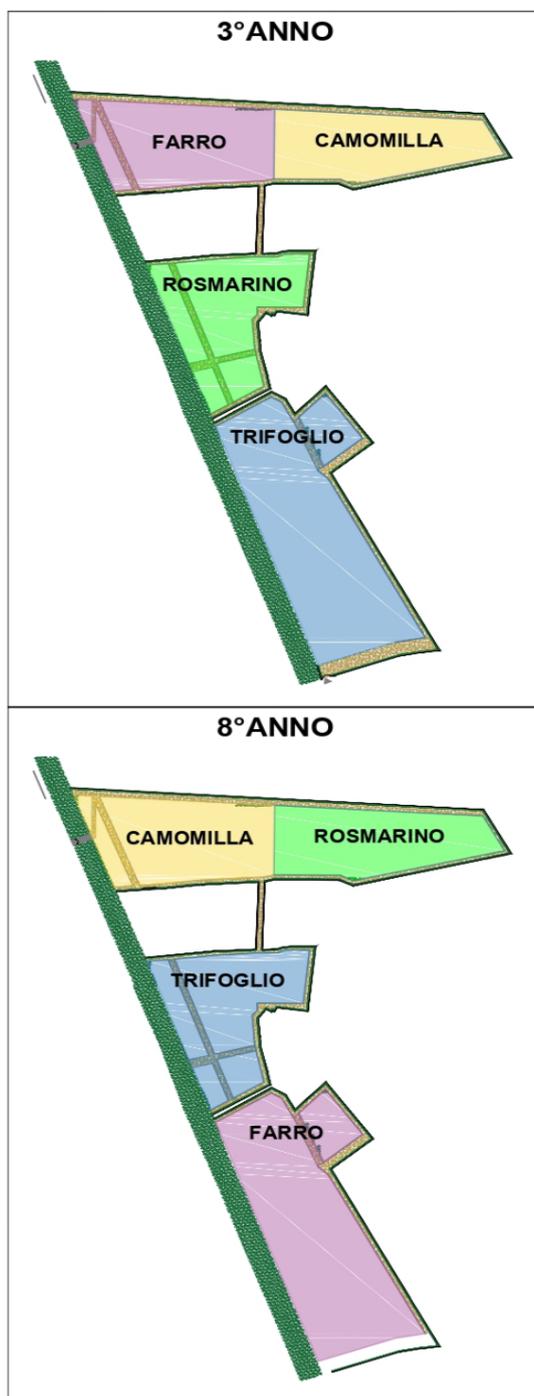


Illustrazione 1.23: Rappresentazione dell'impianto al terzo e ottavo anno

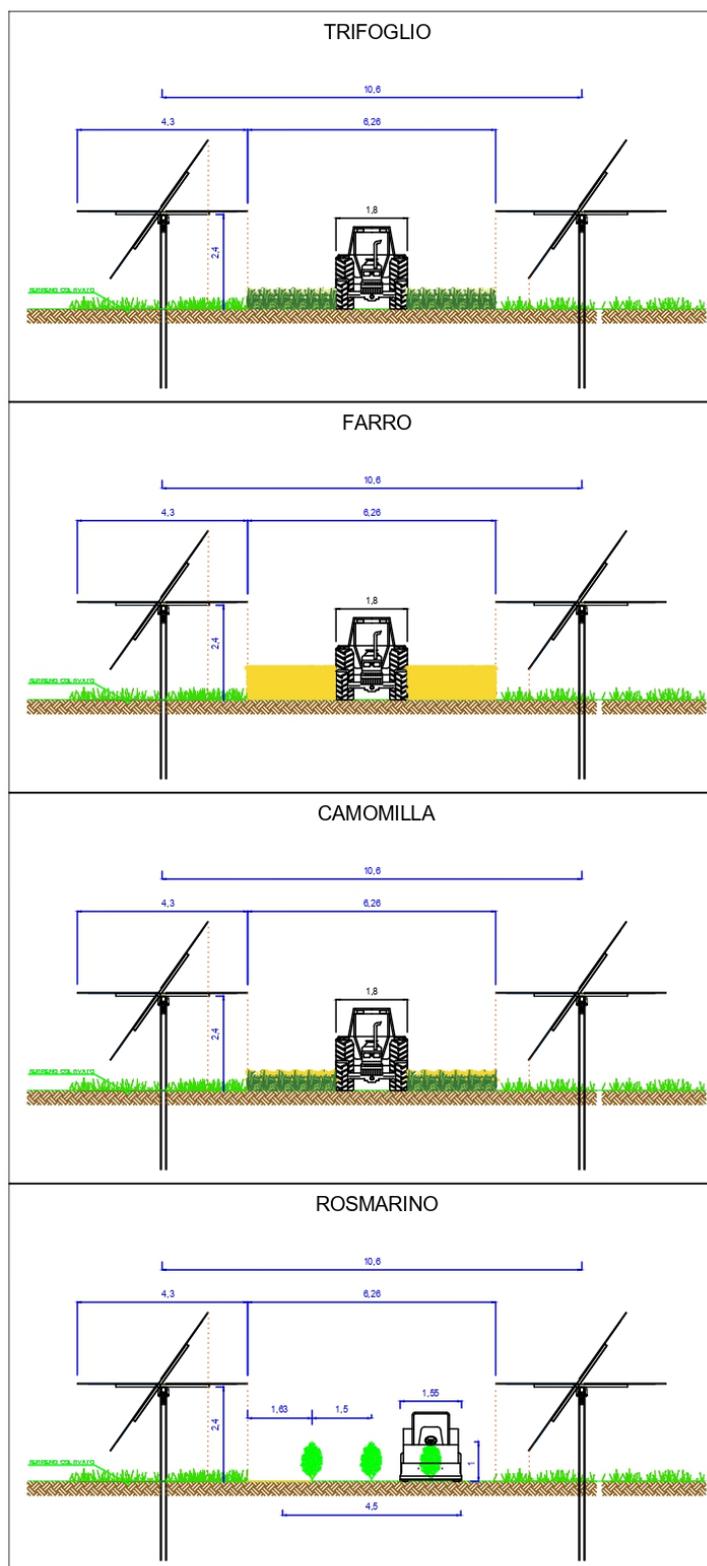


Illustrazione 1.24: Rappresentazione del prospetto frontale delle colture



Illustrazione 1.25: Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per la trebbiatura

1.4.6.4 Gestione delle attività e manutenzione

1. Mantenimento di terreni a vocazione agricola.
2. Integrazione del reddito agricolo.
3. Eventi divulgativi e disponibilità per gli Istituti di istruzione scolastica di diverso ordine e grado.
4. Acquisto di attrezzature e macchinari in base alla coltura.
5. Monitoraggio mensile della coltura a supporto del sistema decisionale ai fini di una corretta gestione culturale.

1.4.6.5 Monitoraggio della sperimentazione

In situ

- Consumo d'acqua
- Consumo energetico per unità di prodotto (applicazione LCA)
- Misurazione dell'albedo
- Valutazione dell'ombreggiatura

- Valutazione delle morti di api tramite monitoraggio 4.0

1.4.6.6 Cronoprogramma

Di seguito il diagramma di Gantt per il supporto alla gestione del progetto, con l'identificazione delle specie e il loro ciclo agronomico, fenologico, meccanico, ecc.

PRIMO ANNO															
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	
Trifolium squarrosum TRIFOGLIO SQUARROSO	Lavorazione primaria/secondaria		Semina/Concimazione		Crescita vegetativa della pianta						Raccolta		Lavorazione		
Triticum dicoccum FARRO	Lavorazione primaria/secondaria		Semina/Concimazione					Concimazione				Raccolta		Lavorazione	
Matricaria chamomilla CAMOMILLA	Lavorazione primaria/secondaria		Semina/Concimazione		Crescita vegetativa della pianta						Raccolta				
Rosmarinus officinalis ROSMARINO	Lavorazione primaria/secondaria		Concimazione/Trapianto/Irrigazione		Crescita vegetativa della pianta/Concimazione primaverile						1° Sfalcio 1°anno		Crescita		

SECONDO ANNO															
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	
Matricaria chamomilla CAMOMILLA	Lavorazione primaria/secondaria		Semina/Concimazione		Crescita vegetativa della pianta						Raccolta				
Trifolium squarrosum TRIFOGLIO SQUARROSO	Lavorazione primaria/secondaria		Semina/Concimazione		Crescita vegetativa della pianta						Raccolta		Lavorazione		
Triticum dicoccum FARRO	Lavorazione primaria/secondaria		Semina/Concimazione					Concimazione				Raccolta		Lavorazione	
Rosmarinus officinalis ROSMARINO	Crescita vegetativa della pianta						Concimazione				1° Sfalcio 2°anno		Crescita vegetativa		

ANNO APISTICO + FIORITURE												
	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
Trifolium squarrosum												
Triticum dicoccum												
Matricaria chamomilla												
Rosmarinus officinalis												
Apis mellifera	Nutrimento/Preparazione attrezzature apistiche per l'anno successivo		Controllo delle arnie		Raccolta miele/Smielatura		Raccolta miele/Smielatura/Trattamento anti-varroa		Controllo delle arnie		Trattamento anti-varroa/Nutrimento/Preparazione attrezzature apistiche per l'anno successivo	

1.4.7 La flora apistica

Lo studio della flora apistica è di grande importanza poiché il miele deriva dal nettare dei fiori che le api bottinano e molte delle sue caratteristiche sono legate all'origine botanica delle specie bottinate.

Lo studio della flora apistica è importante anche per capire meglio quali sono le specie che hanno più valore nutrizionale per lo sviluppo della colonia e capire il comportamento delle api nei confronti della flora disponibile. Infine la conoscenza della flora apistica è uno strumento utile nelle strategie di rimboschimento e di recupero dei terreni marginali: l'individuazione e la scelta di determinate specie permette un incremento della produzione di miele e l'aumento di risorse sia per le api sia per l'entomofauna utile.

Le specie vegetali sono attrattive nei confronti delle api e degli altri insetti in base a questo alimento forniscono loro, sotto forma di nettare, polline o melata.

Le varie specie botaniche possono essere attrattive in base al fatto che siano pollinifera o nettarifere e anche in relazione al periodo dell'anno in cui fioriscono: alcune piante sono importanti per il sostentamento della colonia (nutrimento delle api, scorte per l'inverno, sviluppo della famiglia all'inizio della primavera) oppure per la produzione di miele.

I requisiti che una specie botanica deve avere nei confronti delle api sono:

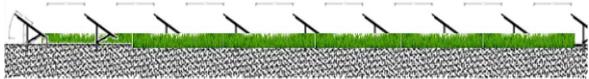
- secrezione nettarifera e abbondanti produzioni (o nel caso del polline, abbondante produzione ed elevato contenuto proteico);
- buona accessibilità ai nettari;
- ampia disponibilità e abbondanza di fioritura;
- vicinanza all'alveare.

Per la rappresentazione cartografica della localizzazione delle varie essenze vegetali da impiantare si rimanda all'elaborato "B4HXL97_Elaborato_Grafico_4_2_9_38".



***Apis mellifera* L.**

Descrizione biologica	Ordine: Hymenoptera Famiglia: Apidae Genere: Apis Specie: A. mellifera
<p>L'ape domestica compie il suo ciclo vitale all'interno di una società matriarcale, monoginica e pluriennale, formata da numerosi individui appartenenti a tre caste, tutte alate. Di norma in un alveare vivono una regina, unica femmina fertile, 20.000-60.000 femmine, tra operaie, guardiane e bottinatrici e, tra aprile e luglio, da 500 a 2.000 maschi, detti fuchi. La specie è polimorfica poiché le tre caste sono caratterizzate da conformazioni morfologiche diverse tra loro. La regina ha il compito di deporre le uova e di assicurare la coesione della colonia. Ha dimensioni maggiori rispetto agli altri individui ed è priva dell'apparato per la raccolta del polline, delle ghiandole faringee e delle ghiandole ceripare. La regina può vivere anche fino a 4-5 anni. I fuchi, che hanno il compito di fecondare la regina, sono più grandi delle femmine, ma più piccoli della regina; hanno la ligula molto più corta di quella delle operaie, sono privi di aculeo, di apparato di raccolta del polline, di ghiandole faringee e ghiandole ceripare. Le operaie sono una casta omogenetica che ripartisce le varie attività sociali secondo le classi di età, cui corrispondono cicli di sviluppo e di regressione di ghiandole esocrine. La vita media di un'operaia è di circa 30-45 giorni. Le api si nutrono raccogliendo polline e nettare dai fiori, a questo scopo l'apparato boccale delle operaie (bottinatrici) comprende una proboscide (o ligula) in grado di succhiare il nettare. Nel periodo in cui il raccolto di nettare è abbondante, una regina arriva a deporre fino a 2.000-3.000 uova al giorno, attaccando ciascun uovo sul fondo di una cella. L'uovo si schiude dopo circa tre giorni dalla deposizione e ne emerge una larva vermiforme, apoda e anoftalma. Per due giorni tutte le larve vengono alimentate con la pappa reale, dopodiché le larve dei fuchi e delle operaie riceveranno principalmente miele e polline, mentre le larve delle regine continueranno ad essere nutrite con pappa reale. Ciascuna larva accrescendosi subisce cinque mute; quindi, la sua cella viene opercolata, la larva si impupa, la pupa subisce una metamorfosi completa, ed infine taglia l'opercolo della cella con le proprie mandibole per sfarfallare come giovane ape. Il tempo di sfarfallamento per ciascuna casta è standardizzato, grazie alla termoregolazione nell'alveare.</p>	
Finalità della produzione	Miele-Polline-Propoli-Pappa Reale-Nuclei-Regine
<p>L'attività apistica, oltre ad incrementare le rese delle colture circostanti, grazie a maggiore impollinazione e quindi allegagione, è in grado di portare reddito con la produzione di miele e melata, nel primo anno di insediamento, e anche altri prodotti come polline, propoli e pappa reale, negli anni successivi. Il miele può essere sia monoflorale che poliflorare in base alla quantità di essenze che vengono visitate durante la bottinatura. Il prezzo del miele può variare dal tipo di essenza. La produzione di miele ad arnia varia dai 20 ai 40 kg/anno in base alle fioriture e all'andamento climatico.</p>	

Meccanizzazione	
<p>Oggi l'arnia razionale più adatta all'apicoltura stanziata risulta essere il modello cubo Dadant-Blatt da 10 telaini. Ogni singola arnia è costituita da un tetto, un coprifavo, un nido, un fondo e un melario da 9 telaini.</p> <p>Per la scelta della locazione dell'apiario è necessario valutare la presenza e la distanza di altri apiari presenti nella stessa zona e rispettare le disposizioni legislative vigenti, sia quelle nazionali che locali. In generale, le arnie devono essere sollevate da terra di almeno 20 cm, per evitare il ristagno dell'umidità sul fondo nell'arnia. Devono essere esposte verso il quadrante compreso fra l'Est e il Sud, per facilitare l'insolazione del predellino di volo, favorendo quindi il precoce riscaldamento della colonia e, pertanto, l'attività delle bottinatrici. Devono, inoltre, avere a disposizione fonti di acqua dislocate. L'apiario deve essere facilmente accessibile per permettere la visita costante durante tutto l'anno.</p> <p>Per quanto riguarda le prescrizioni preliminari e generali di sicurezza, generalmente le forti vibrazioni tendono ad infastidire le api, per questo, durante le lavorazioni del terreno è bene che l'apicoltore o l'operatore agricolo, qualora dovesse compiere lavorazioni meccaniche in prossimità dell'apiario, prenda le dovute precauzioni indossando dispositivi di protezione apistici. Tuttavia, in generale, per qualsiasi altro lavoro di manutenzione che non preveda forti vibrazioni, quando vi si trova ad una distanza maggiore di 4 metri dal lato frontale delle arnie, le protezioni non sono necessarie.</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;">   </div>	
<p>L'allevamento apistico, oltre che a fornire miele e sottoprodotti che trovano importanti campi di applicazione per quanto riguarda l'alimentazione umana e la cosmesi, comporta un netto miglioramento ambientale con conseguente incremento delle produzioni fino ad un 30%.</p>	

1.4.8 Attività in apiario

1.4.8.1 Scelta del luogo

Date le caratteristiche dell'impianto APV, si considera un apiario di circa 50 arnie dislocate, con orientamento preferibilmente verso sud-sud-est. Le postazioni saranno disposte a sud-sud-est, al riparo dai venti, tenendo in considerazione l'ombreggiatura dei mesi più caldi a carico dello strato arboreo di neo-costituzione.

La scelta del luogo diventa di potenziale importanza vista l'area di realizzazione dell'apiario. Con il presente studio si è verificato la vicinanza delle fonti pollinifere e nettariifere, in quanto l'area sarà costituita perimetralmente dalle specie botaniche utili per il bottinamento.

Nelle vicinanze si evidenzia la presenza di disponibilità di acqua per il normale approvvigionamento, ma saranno predisposti dei piccoli abbeveratoi.

Le postazioni saranno poste sul terreno livellato, per evitare spostamenti accidentali.

Tali postazioni sono state considerate nel rispetto della legge 24 dicembre 2004, n. 313 (Disciplina dell'apicoltura)¹, la tutela e lo sviluppo sostenibile dell'allevamento delle api sul territorio regionale, nonché la valorizzazione dei prodotti dell'apicoltura, regolamentando l'uso dei prodotti fitosanitari sulle piante coltivate e spontanee durante il periodo della fioritura.

1.4.8.2 Disposizione alveari

Nel caso della soluzione ipotizzata per questo progetto di APV il numero di arnie totali dell'apiario richiede la necessità di disporre le arnie in più file, sia per evitare il fenomeno della "deriva delle api", e quindi la perdita di produttività di alcune famiglie, sia per mantenere l'orientamento di disposizione ottimale. Grazie anche alla possibilità di spostamento, dovuta all'elevata estensione dell'appezzamento, si consiglia quindi di suddividere le 50 arnie in 2 file, con una distanza tra una fila e l'altra di almeno 6 m, mantenendo così per ogni famiglia l'orientamento consigliato, mantenendo così per ogni famiglia l'orientamento consigliato Sud-Est.



Illustrazione 1.26: La figura evidenzia la distanza dal terreno per evitare il contatto diretto suolo-apiario e la colorazione diversa serve per rimediare alla "deriva".

Le arnie saranno posizionate su supporti ad almeno 20 cm da terra per difenderle dall'umidità. Non è consigliato allineare le arnie in file tutte uguali in quanto potrebbe facilitare la deriva, cioè le bottinatrici tendono a rientrare negli alveari posti alle sole estremità della fila. Sarà premura dell'installatore facilitare le api nell'orientamento, attraverso una colorazione delle facciate o dei predellini, oppure distanziare a gruppi gli alveari con un paletto nel terreno.

Con il presente elaborato inoltre si consiglia l'utilizzo di arnie in legno, in quanto questo materiale consente la traspirazione ed è beneficio delle api e del miele immagazzinato.

Per la rappresentazione cartografica della localizzazione dell'apiario si rimanda all'elaborato "B4HXL97 Elaborato Grafico 4 2 9 38".

1.4.8.3 Il calendario dell'apicoltore

Questo spazio è dedicato in modo sintetico alle attività da svolgere in apiario durante l'anno.

Le attività possono essere così schematizzate:

Visita alla fine dell'inverno: è consigliabile un controllo all'esterno, verificando il volo delle bottinatrici, battere con le nocche sull'arnia, pesare l'alveare per controllare le scorte.

-a gennaio è consigliabile un controllo all'esterno, verificando il volo delle bottinatrici, battere

¹Per normative su base regionale si attiene alla Legge regionale 14 novembre 2014, n. 45 (regione Puglia) "Norme per la tutela, la valorizzazione e lo sviluppo sostenibile dell'apicoltura".

con le nocche sull'arnia, pesare l'alveare per controllare le scorte.

-a febbraio è possibile fare la prima visita, anche se in modo veloce controllando: lo stato della famiglia, le scorte, le condizioni sanitarie, la presenza e la sanità della covata.

Visita primaverile: la si può effettuare con più calma e occorre fare attenzione a:

1. forza delle famiglie
2. scorte (in fase di sviluppo le famiglie consumano molto)
3. sanità della covata
4. sostituzione dei telaini vecchi e aumento dello spazio
5. pareggiamento delle famiglie

Visita estiva: dalla primavera in poi è il momento della posa dei melari.

Il momento della posa varia da zona a zona, dalla forza delle famiglie, dal clima, ecc...

Questo è il periodo del nomadismo, ma anche il momento migliore per la sostituzione delle regine.

Fra la fine di luglio e i primissimi giorni di agosto si devono togliere i melari e provvedere al trattamento tampone estivo contro la varroa.

Visita autunnale: è il momento in cui devono preparare al meglio gli alveari per l'inverno. Occorre quindi verificare la sanità delle famiglie, le scorte e la popolosità.

Visita invernale: durante questa visita si procede all'invernamento.

Si possono togliere i telaini abbandonati dalle api e inserire il diaframma.

E' consigliabile mettere un materiale coibentante tra il coprifavo e il tetto per aumentare il calore nell'alveare.

Si riduce l'ingresso della porticina.

In una bella giornata di sole, avendo verificato il blocco della covata, si deve effettuare il trattamento di pulizia invernale contro la varroa con l'acido ossalico.

1.4.9 Benefici dell'impianto APV

Uno dei maggiori problemi dei classici impianti fotovoltaici a terra è l'uso del suolo, ovvero date le caratteristiche dell'impianto è impossibile la gestione agricola dei terreni. Questi sistemi hanno un grosso impatto in diverse aree del mondo dal punto di vista dello sfruttamento dell'uso dei suoli. Questa problematica riveste un ruolo estremamente importante e attuale dato dal progressivo fenomeno della desertificazione dei terreni, con conseguente perdita di produttività dei suoli. Per questo motivo il sistema APV offre un'importante e valida alternativa rendendo possibile la coltivazione dei terreni e la produzione di energia.

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

Nello specifico i benefici apportati sono:

- Suddivisione del rischio d'impresa impiegando differenti specie agrarie. Questo sistema consente di suddividere il rischio dato da fattori metereologici e dall'oscillazione dei prezzi delle produzioni agricole, diversamente da quanto può avvenire in un sistema di coltivazione tradizionale locale dove a prevalere è una sola specie colturale, come ad esempio il frumento.
- Impiego di colture facilmente meccanizzabili, con la possibilità dunque di ottimizzazione delle produzioni dal punto di vista qualitativo e quantitativo. Le finestre temporali in cui effettuare la raccolta dei prodotti, in modo da preservare la quantità e la qualità delle produzioni, oggi, a causa dei cambiamenti climatici, si stanno rivelando sempre più ridotte. È per questo motivo che la meccanizzazione delle colture si constata essere sempre più un fattore determinante.
- Contrasto alla desertificazione e alla perdita di fertilità dei suoli grazie all'impiego di cover crops (colture di copertura) e all'ombreggiamento dato dai pannelli. Si attenua così l'impatto negativo dato dalla radiazione solare e dai fenomeni erosivi, determinando una minor perdita di sostanza organica nel terreno.
- Incremento della biodiversità dato dall'impiego di differenti specie agrarie, con conseguente minor pressione da parte dei patogeni.
- Incremento delle produzioni grazie all'azione pronuba delle api. Molte specie agrarie hanno un tipo di impollinazione entomofila.
- Riduzione di input chimici grazie ad un corretto avvicendamento delle colture e all'impiego di colture miglioratrici (leguminose). L'avvicendamento è uno dei fattori che incide maggiormente sul mantenimento e sull'incremento della fertilità dei suoli, consentendo la riduzione e, in alcuni casi, l'eliminazione di fertilizzanti chimici di sintesi. Difatti, la rotazione tra una coltura depauperante e una miglioratrice contrasta il verificarsi del così detto fenomeno della "stanchezza del terreno". Questo fenomeno si verifica generalmente nei terreni dove viene praticata la monocoltura, ovvero la coltivazione della stessa specie per più anni consecutivi sullo stesso appezzamento, determinando così un peggioramento strutturale e nutritivo del terreno.

1.4.10 Impatti ambientali

L'area di interesse per l'impianto APV, mostra già i segni del fenomeno dello "sprawl", ovvero un modello insediativo diffuso dove il consumo di quantità di territorio da parte degli insediamenti e delle infrastrutture extraurbane avviene oramai a velocità vertiginosa. Inoltre, il territorio vede già la coesistenza di altri impianti fotovoltaici ed eolici con i quali quello del progetto si pone in relazione, tale da inserirsi in un polo energetico consolidato ormai da anni.

L'area del progetto, sotto il profilo paesaggistico, si caratterizza per un discreto livello di antropizzazione. L'impatto cumulativo è connesso alle caratteristiche paesaggistiche del sito.

L'impatto più significativo generato da un impianto agrovoltaico è senza dubbio l'impatto visivo. Tuttavia, la struttura, sia per la sua "leggerezza costruttiva", sia per le limitate dimensioni dei pannelli, risulta adeguatamente integrata all'ambiente agricolo e al paesaggio circostante.

In aggiunta, è essenziale evidenziare anche le ricadute positive del progetto:

- Ombreggiamento

La minore radiazione impattante al suolo va a limitare la perdita di sostanza organica del terreno. L'ombreggiamento quindi, proporzionale alla crescita adeguata delle piante, risulta essere una strategia per il contrasto alla desertificazione.

- Cover Crops

L'utilizzo di colture di copertura non destinate alla raccolta, viene impiegato per migliorare la fertilità del suolo e mitigare gli impatti ambientali agricoli. I vantaggi di questa tecnica agronomica, nel dettaglio, includono: i) incremento della sostanza organica; ii) miglioramento della biodiversità ambientale e microbiologica; iii) apporto di elementi nutritivi alla coltura in successione; iv) contenimento dell'erosione e di lisciviazione di elementi nutritivi e fitofarmaci; v) miglioramento della struttura del suolo grazie alla maggiore stabilità degli aggregati e al migliore equilibrio tra macro- e micro-porosità del suolo.

- Leguminose

Le specie leguminose sono definite colture miglioratrici, capaci di migliorare sia la fertilità sia la struttura fisica del terreno. La loro capacità azotofissatrice permette di "catturare" l'azoto atmosferico a livello radicale rilasciandolo nel terreno a disposizione della coltura successiva, inoltre il profondo apparato radicale svolge un'importante azione fisica nel terreno.

- Apicoltura

La presenza di api incrementa la percentuale di impollinazione delle colture circostanti, accrescendo quindi la futura produzione.

- Impianto arboreo tra i due sottocampi

All'interno del campo fotovoltaico per una piccola porzione dell'area (posizionata in direzione nord) è presente un canale naturale dal quale, in sede di progettazione, si è considerata una fascia di rispetto di ml 150 entro la quale non sono state previste opere, se non la sola viabilità esistente per permettere lo spostamento tra la zona nord e sud dell'impianto stesso.

All'interno di questa fascia di rispetto, ai fini della presente relazione si è previsto di incrementare la superficie arborea produttiva.

La scelta delle cultivar da impiantare, sulla base delle caratteristiche dell'area, è stata fatta anche in questo caso in funzione della proposta progettuale di realizzare un apiario.

- Fascia Vegetazionale

Per la mitigazione esterna del parco agro-voltaico è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di essenze tipiche del luogo di altezza pari alla recinzione perimetrale dell'impianto agro-voltaico.

La siepe sarà costituita da specie tipiche delle comunità vegetanti di origine spontanea del Tavoliere, tenendo in considerazione aspetti di miglioramento dell'estetica dell'area, della biodiversità e soprattutto legate all'entomofauna.

Il modulo di impianto sarà costituito da un filare di piante di specie autoctone sempreverdi. L'altezza massima della siepe sarà di 4.0 mt, mentre la larghezza della siepe di 1,5-2.0 mt.

Il sesto d'impianto inoltre sarà realizzato ad una distanza dal confine di 3.0 mt (art.

892 del Codice Civile) consigliando una messa a dimora così riassumibile:

- Siepe: consociazione alternata tra Biancospino e Rosmarino, con una distanza di 1.0 mt tra ogni pianta messa a dimora con apertura di buche manuali di dimensioni pari a materiale vegetativo vivaistico di 15 cm x15 cm x15 cm;
- Arborea: messa a dimora internamente alla siepe con distanza dalla siepe di 1,5 mt e una interfila di distanza di 10 mt con apertura di buche manuali di dimensioni pari a materiale vegetativo vivaistico di 30 cm x30 cm x30 cm.

Si tratta di specie scelte in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area di intervento, con particolare riguardo all'inserimento di specie che presentano una buona funzione schermante, un buon valore estetico (portamento e fioritura) è una produzione pollonifera e nettariifera per l'entomofauna.

In conclusione, l'opera di progetto non andrà ad incidere in maniera irreversibile né sulla qualità dell'area né sul grado di naturalità dell'area o sull'equilibrio naturalistico presente.

Le soluzioni adottate per il progetto andranno a mitigare le problematiche caratterizzanti la zona, quali desertificazione ed eccessivo sfruttamento del suolo.

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

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

processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera.

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

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

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

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

1.4.11.1 Sistemi di monitoraggio adottato per le colture arboree ed erbacee

Il monitoraggio atmosferico in agricoltura è diventato ormai indispensabile. Le condizioni climatiche e le stagioni sono sempre più altalenanti. Primavera che sembrano estati, inverni che sembrano autunni. Tutto questo porta alla necessità di avere a disposizione una tecnologia d'avanguardia che permetta di monitorare l'andamento climatico nel modo più preciso possibile.

Il monitoraggio atmosferico in agricoltura è assai difficoltoso ma altrettanto fondamentale per il corretto andamento dell'attività agricola. Esso permette, anche ai meno esperti, di prevenire e gestire per tempo le principali avversità climatiche. Prevenire e gestire vuol dire allo stesso tempo limitare i danni dovuti dalla grandine, come è successo qualche giorno fa nel Nord Italia, e di avere un risultato finale ottimale.

A tal scopo sarà utilizzata una piattaforma IoT con sensori agrometeorologici professionali, DSS e modelli previsionali per la difesa e il monitoraggio dell'irrigazione. L'impiego dei sensori

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



Obiettivi di questa tecnologia sono:

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

Sistemi di monitoraggio adottato per l'attività apistica

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



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

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

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

Il secondo concetto innovativo consiste nell'utilizzo del web come sistema di accesso ai dati monitorati, attraverso una semplice ed intuitiva web application, consultabile da computer, tablet e smartphone. Per questo motivo i dispositivi montati sull'arnia sono dotati di un sistema di localizzazione GPS che serve per localizzare le arnie, utile in situazioni soprattutto di nomadismo, oltre a un sistema di trasmissione GPRS/wifi per trasferire i dati acquisiti al server.

Tutto viene alimentato tramite batteria ricaricata da pannello solare, rendendo il sistema autonomo. Attraverso la web application l'apicoltore può consultare in tempo reale i dati dell'apiario, consentendogli di fare le verifiche del caso senza andare a disturbare la normale attività dell'insetto oltre vedere immediatamente le situazioni di allarme grazie ad un sistema di alert.

1.4.12 Risultati attesi

- Possibile applicazione della certificazione biologica delle produzioni.
- Tutela colture floristiche e risorse autoctone e/o endemiche, con particolare attenzione all'individuazione degli ecotipi locali che possono costituire in termini di adattamenti morfo-funzionali e presenza di principi attivi, risorsa di grande interesse agronomico, vivaistico e nutraceutico.
- Conservazione di un patrimonio culturale comprendente la storia, i costumi, le tradizioni che costituiscono un insieme di risorse.
- Gestione e manutenzione della riduzione dei costi.
- Valorizzazione economica della superficie libera.
- Maggiore integrazione nel territorio.
- Aumento dei posti di lavoro.
- Diversificazione dei prodotti agricoli.

- Modernizzazione delle metodologie e delle tecnologie.
- Sviluppo sostenibile.
- Basso impatto ambientale.
- Opportunità economica sul territorio.
- Monitoraggio e salvaguardia delle api.

1.5 Motivazioni della scelta del collegamento dell'impianto al punto di consegna dell'energia prodotta

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete MT saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 11-20, CEI 0-16, CEI 82-25 e dalle prescrizioni TERNA (TICA), per clienti produttori dotati di generatori che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica.

Il parco fotovoltaico su indicazione del documento TERNA/P20190058244-18/08/2019, codice pratica 201900372 che riporta la soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione dell'impianto in oggetto alla rete di trasmissione nazionale, prevede, mediante un cavidotto interrato della lunghezza di circa 6,0 km uscente dalla cabina d'impianto in MT, il collegamento in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV (prevista nel comune di San Paolo di Civitate) da inserire in "entra - esce" alla linea a 150 kV "CP San Severo - CP Portocannone", previo ripotenziamento della stessa linea nel tratto tra la nuova SE di smistamento e la CP di San Severo e realizzazione di due nuovi collegamenti tra la nuova SE a 150 kV e una futura SE 150/380 kV da inserire in "entra - esce" alla linea 380 kV della RTN "Foggia - Larino".

La stazione d'utenza sarà ubicata in prossimità della futura stazione elettrica ubicata nel Comune di San Paolo di Civitate (FG) al Foglio di mappa n. 12, sulle particelle da frazionare n. 427 e sarà costituito da una sezione a 150 kV con isolamento in aria.

1.6 Relazione preliminare sulla fase di cantierizzazione

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi.

Ogni fase potrà prevedere il noleggio di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabina prefabbricata, ecc.)

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, benché le strade adiacenti all'impianto dovranno essere adeguate per consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

Le restanti aree del lotto (aree tra le stringhe e sotto le strutture di supporto) saranno piantumate con erba.

1.6.1 Materiali

È previsto complessivamente un numero di viaggi al cantiere da parte di mezzi pesanti per trasporto materiale inferiore a 200 (per una media di circa 3 viaggi alla settimana).

La tabella seguente fornisce una panoramica di tipo e quantità dei trasporti previsti.

Materiale di trasporto	N. Camion	N. Furgoni
Moduli fotovoltaici	50	
Inverters	10	
Strutture a profilato per pannelli – Tracker ad asse orizzontale	40	
Bobine di cavo	10	
Canalette per cavi e acqua	10	
Cabine prefabbricate	10	
Recinzione		10
Pali	10	
Impianti tecnologici (telecamere, ecc.)		5
Lampade e armature pali		10
Trasformatori	5	
Quadri MT	5	
Quadri BT	5	
Ghiaia – misto granulometrico per strade interne	10	
Asporto finale residui di cantiere	5	
TOTALE CAMION TRASPORTO MATERIALE	170	25
AUTOBETONIERE PER CALCESTRUZZO	5	
ASPORTO TERRA IN ECCEDEXZA	5	

Oltre ai veicoli per il normale trasporto giornaliero del personale di cantiere, saranno presenti in cantiere 1 autogru per la posa delle cabine e degli inverter, 1 o 2 muletti per lo scarico e il trasporto interno del materiale, 1 escavatore a benna ed 1 escavatore a pala.

1.6.2 Risorse umane

È previsto l'intervento di squadre di operai differenziate a seconda del tipo di lavoro da

svolgere.

È previsto l'intervento minimo di 2 squadre per fase di esecuzione.

Verranno impiegati in prima analisi i seguenti tipi di squadre:

- Manovali edili;
- Elettricisti;
- Montatori meccanici
- Ditte specializzate.

Si riporta di seguito una tabella con le fasi principali previste. Accanto ad ogni fase è specificato il tempo di esecuzione stimato e il tipo di squadra coinvolta:

FASE	OPERATORE	TEMPO (gg lav.)
Richiesta di connessione a Terna e ottenimento STMD	Ufficio	90
Rilascio delle autorizzazioni necessarie	Ufficio	180
Recinzione provvisoria dell'area	Manovali edili	5
Sistemazione del terreno	Ditta Specializzata	5
Pulizia del terreno	Ditta Specializzata	5
Sbancamento per le piazzole di cabina	Manovali Edili	5
Esecuzione scavi perimetrali	Manovali Edili	10
Tracciamento delle strade interne	Manovali Edili	5
Tracciamento dei punti come da progetto	Manovali Edili	5
Realizzazione dei canali per la raccolta delle acque meteoriche	Manovali Edili	10
Posa della recinzione definitiva	Manovali Edili	10
Posa delle cabine	Ditta Specializzata	10
Infissione delle strutture di sostegno e livellamenti necessari	Ditta Specializzata	50
Infissione e collegamento dei dispersori dell'impianto di terra	Elettricisti	10
Esecuzione scavi per canalette	Manovali edili	10
Installazione delle palificazioni	Manovali Edili	10
Installazione e cablaggio corpi illuminanti	Elettricisti	10
Installazione sistemi di sicurezza	Ditta Specializzata	10
Posa delle canalette	Manovali Edili	15

Posa degli inverter	Ditta Specializzata	15
Montaggio dei tracker e delle strutture di sostegno	Montatori Meccanici	60
Posa dei moduli fotovoltaici sulle sottostrutture	Elettricisti	90
Installazione dei quadri di campo esterni	Elettricisti	10
Esecuzione dell'impianto di terra e collegamento conduttori di protezione	Elettricisti	10
Posa dei cavi di energia nelle canalette	Elettricisti	20
Posa di cavi di segnale in corrugato	Elettricisti	15
Cablaggi nei cestelli e raccordi alle canalette	Elettricisti	15
Chiusura di tutte le canalette	Elettricisti	5
Cablaggi delle apparecchiature elettriche	Elettricisti	10
Cablaggi in cabina	Elettricisti	15
Rinterro intorno le cabine	Manovali edili	5
Cablaggio dei moduli fotovoltaici	Elettricisti	60
Posa e cablaggio dei cancelli	Manovali Edili	5
Esecuzione degli scavi per la posa della linea elettrica interrata in MT	Manovali Edili	30
Posa dei cavidotti negli scavi per la linea MT	Manovali Edili	10
Posa delle linee elettriche interrate	Elettricisti	15
Rinterri	Manovali Edili	10
Esecuzione delle opere di attraversamento con tecnica dello "spingitubo"	Ditta Specializzata	10
Verifiche sull'impianto di terra	Elettricisti	3
Collaudo degli impianti tecnologici e di servizi ausiliari	Ditta Specializzata	2
Primo collaudo funzionale e di sicurezza (prove in bianco)	Direzione Lavori	2
Prova di produzione	Direzione Lavori	2
Installazione dei gruppi di misura	Terna	1
Collaudo finale e messa in esercizio	Direzione Lavori	1

Per la realizzazione dell'opera si avrà:

- Fase iniziale amministrativa con rilascio delle autorizzazioni di legge ... 270 gg;
- Fase di realizzazione e messa in esercizio ... 606 gg.

Da considerare che durante le fasi di cantiere, alcune lavorazioni sopra indicate potranno essere compiute in sovrapposizione con altre andando a diminuire i giorni della seconda fase che potranno essere ragionevolmente calcolati in **circa 1 anno**.

1.6.3 Recinzioni

Per garantire la sicurezza dell'impianto, l'area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione con rete metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà solo con la sola infissione dei pali a sostegno, ad eccezione delle zone di accesso in cui sono presenti dei pilastrini a sostegno delle cancellate d'ingresso.

La recinzione verrà arretrata, nelle zone in cui insistono fasce di rispetto stradale e/o di vincolo, per permettere l'inserimento di essenze floreali e/o alberature di schermatura tali da mitigare gli effetti visivi.

In questo modo si potrà perseguire l'obiettivo di costituire una barriera visiva per un miglior inserimento

paesaggistico dell'impianto.

Come sostegni alla recinzione verranno utilizzati pali sagomati in legno di castagno, che garantiscono una maggiore integrazione con l'ambiente circostante.

I pali, alti 2,20 ml, verranno conficcati nel terreno per una profondità compatibile alle caratteristiche geologiche del sito. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi. La rete metallica che verrà utilizzata sarà di tipo "a maglia romboidale".

Il tipo di recinzione sopra descritto è rappresentato nella foto seguente:



Illustrazione 1.27: Tipologia di recinzione utilizzata

Al fine di permettere alla piccola fauna presente nella zona di utilizzare l'area di impianto, sono previsti dei ponti ecologici consistenti in cunicoli delle dimensioni di 100x20 cm sotto la rete metallica, posizionati ogni 100 metri circa.

La recinzione presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

PANNELLI

- Zincati a caldo, elettrosaldati con rivestimento protettivo plastificato verde.
- Larghezza mm 1500/2000.
- Diametro dei fili mm 5/6.

PALI

- In castagno infissi nel terreno.
- Diametro cm. 10/12.

CANCELLI

- Cancelli autoportanti e cancelli scorrevoli.
- Cancelli a battente carrai e pedonali.

La recinzione potrà essere mitigata con delle siepi di idonea altezza costituite da essenze arboree-arbustive autoctone.

1.6.4 Livellamenti

Sarà necessaria una pulizia propedeutica del terreno dalle graminacee e dalle piante preesistenti nelle zone d'intervento.

L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa del locale cabina d'impianto e dei locali cabina di trasformazione BT/MT

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno.

La posa dei canali portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato. Né saranno necessarie opere di contenimento del terreno.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

1.6.5 Scolo delle acque meteoriche

Si prevede un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane verso i canali naturali esistenti. Tale sistema avrà il solo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo, seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

1.6.6 Movimentazione terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata per ciò che attiene al campo fotovoltaico.

Fondazioni cancelli d'ingresso			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
5.00 x 0.60 x 0.90	2.70	2	5.40
Platea cabina inverter			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
12.00 x 3.00 x 0.50	18.00	5	72
Platea cabina impianto			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
16.00 x 5.00 x 0.60	40	1	40
Plinti pali			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
0.60 x 0.60 x 0.60	0.22	100	22

Scavi per stesure linee elettriche			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
2500.00 x 0.30 x 1.00	750	1	750

Considerando che la terra movimentata per gli scavi necessari per la posa delle linee elettriche viene completamente riutilizzata per ricoprire gli stessi scavi, quindi la quantità di terra in eccesso risultante dagli interventi di scavo e sbancamento del terreno necessari per la realizzazione dell'impianto è pari a circa 140,00 mc.

Per smaltire la terra in eccesso risultante dalle attività di scavo e sbancamento si potrà procedere in uno dei seguenti modi:

1. spargimento sul terreno in modo omogeneo del volume accumulato (realizzabile a seconda dell'andamento dell'organizzazione di cantiere); in questo caso lo strato superficiale aggiunto avrebbe un'altezza media di 4 mm. Oppure:

2. smaltimento del terreno mediante autocarri (tramite ditta specializzata in riciclaggio materiali edili).

Nella seconda ipotesi, considerando una densità di riferimento media per il terreno vegetale di 1,8 t/mc e una quantità orientativa di terreno da smaltire di 140,00 mc, si ottiene una prima stima in peso di circa 252 tonnellate da smaltire.

Supponendo l'utilizzo di autocarri della portata di 22 t ciascuno, si può calcolare in prima approssimazione un numero di viaggi intorno a 12 (ogni viaggio si intende come "andata" e "ritorno").

In fase di cantiere si può tuttavia optare per una soluzione ibrida tra le due sopra esposte oppure, visto i valori contenuti del materiale scavato, si può tranquillamente optare per la prima soluzione.

1.6.7 Dismissione

Si prevede una vita utile dell'impianto non inferiore ai 25 anni.

A fine vita dell'impianto è previsto l'intervento sulle opere non più funzionali attraverso uno dei modi seguenti:

- totale o parziale sostituzione dei componenti elettrici principali (moduli, inverter, trasformatori, ecc.), oppure, smantellamento integrale del campo e riutilizzazione del terreno per altri scopi.

In caso di smantellamento dell'impianto, i materiali tecnologici elettrici ed elettronici verranno smaltiti secondo la direttiva 2012/19/UE - WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) – direttiva RAEE – recepita in Italia con il Dlgs n. 49 del 14.03.2014.

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

- 1. Sezionamento impianto lato DC e lato CA (Dispositivo di generatore), sezionamento in BT, MT e AT (locale cabina di trasformazione)
- 2. Scollegamento serie moduli fotovoltaici mediante connettori tipo multicontact
- 3. Scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.
- 4. Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno
- 5. Impacchettamento moduli mediante contenitori di sostegno
- 6. Smontaggio sistema di illuminazione
- 7. Smontaggio sistema di videosorveglianza
- 8. Rimozione cavi elettrici e canalette
- 9. Rimozione pozzetti di ispezione 10. Rimozione parti elettriche dai prefabbricati per alloggiamento inverter
- 11. Smontaggio struttura metallica
- 12. Rimozione del fissaggio al suolo
- 13. Rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione
- 14. Rimozione manufatti prefabbricati
- 15. Rimozione recinzione
- 16. Rimozione ghiaia dalle strade

Il prodotto più tecnologicamente sviluppato e maggiormente presente in peso nel campo è il modulo fotovoltaico: è stata istituita, già da parecchio tempo, un'associazione/progetto di produttori di celle e moduli fotovoltaici, chiamata PV-Cycle, in continuo sviluppo e ammodernamento. Fondata nel 2012 come controllata dell'Associazione PV CYCLE – il primo programma mondiale per il riciclo e il ritiro collettivi dei moduli FV – PV CYCLE è oggi attiva in Italia con il suo sistema collettivo **Consorzio PV CYCLE Italia** e la società di gestione dei rifiuti **PV CYCLE Italia Service s.r.l.** che si occupa oltre allo smaltimento dei pannelli fotovoltaici, anche di inverter, batterie, ecc. Allo stato attuale la gestione dei rifiuti FV Professionali è finanziata dai "Produttori" – come definito nell'art. 4, comma 1, lettera g) del D.Lgs. 49/2014 – se il modulo FV da smaltire è classificato come nuovo, ovvero è stato immesso nel mercato dopo l'entrata in vigore della Normativa nazionale RAEE (12 aprile 2014).

Per le ragioni esposte lo smaltimento/riciclaggio dei moduli non rappresenterà un futuro problema.

Prodotti quali gli inverter, il trasformatore BT/MT, ecc., verranno ritirati e smaltiti a cura del produttore.

Essendo prevista la completa sfilabilità dei cavi, a fine vita ne verrà recuperato il rame e smaltiti i rivestimenti in mescole di gomme e plastiche.

Le opere metalliche quali i pali di sostegno delle strutture, la recinzione, i pali perimetrali e le strutture in acciaio e Fe zincato verranno recuperate. Le strutture in Al saranno riciclabili al 100%.

I materiali edili (i plinti di pali perimetrali, la muratura delle cabine) in calcestruzzo, verranno frantumati e i detriti verranno e riciclati come inerti da ditte specializzate.

Per ulteriori dettagli sul piano di smaltimento dell'impianto si veda il documento allegato "Piano di dimissione e smaltimento".

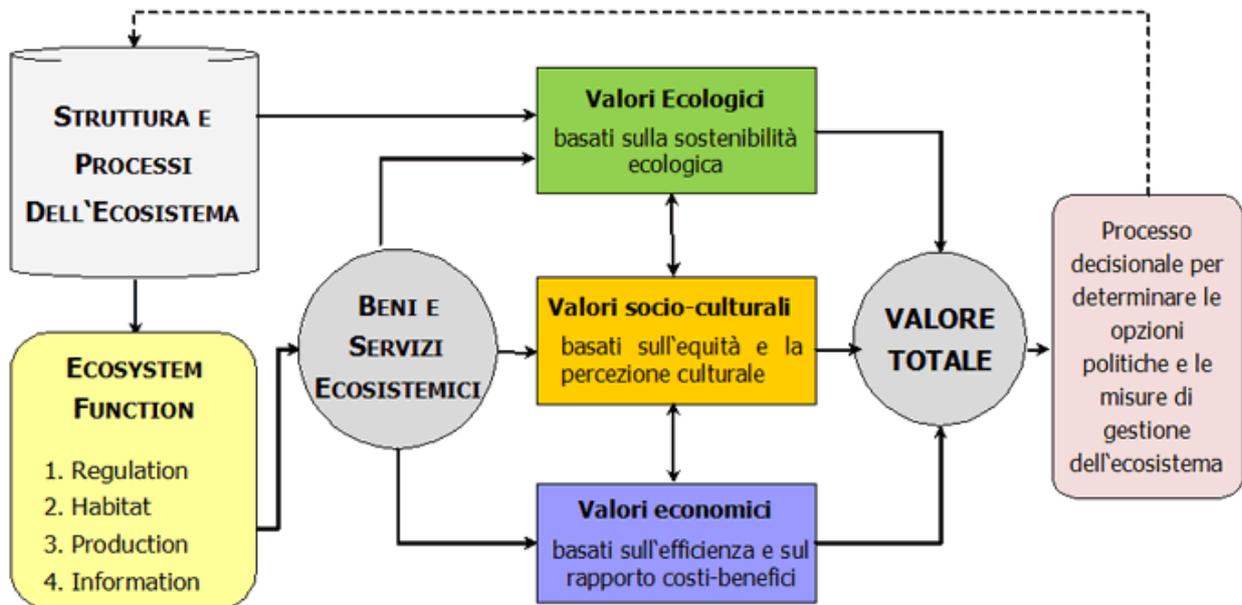
2 SERVIZI ECOSISTEMICI

2.1 Introduzione

Lo sviluppo di strumenti adeguati per una corretta gestione dell'ambiente passa necessariamente attraverso l'integrazione di elementi ecologici, economici e socio politici all'interno di un quadro interdisciplinare.

La struttura sottostante costituisce una cornice concettuale generale, all'interno della quale è possibile arrivare all'individuazione e alla quantificazione delle funzioni, dei beni e dei servizi ecosistemici (**SE**).

Si definiscono funzioni ecosistemiche: la capacità dei processi e dei componenti naturali di fornire beni e servizi che soddisfino, direttamente o indirettamente, le necessità dell'uomo e garantiscano la vita di tutte le specie.



modificato da De Groot, 1992

Il Millennium Ecosystem Assessment (2005), la più ampia e approfondita sistematizzazione delle conoscenze sino ad oggi acquisite sullo stato degli ecosistemi del mondo ha fornito una classificazione utile suddividendo le funzioni ecosistemiche in 4 categorie principali:

- **Supporto alla vita (Supporting)**: queste funzioni raccolgono tutti quei servizi necessari per la produzione di tutti gli altri servizi ecosistemici e contribuisce alla conservazione (in situ) della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi.

- **Regolazione (Regulating)**: oltre al mantenimento della salute e del funzionamento degli

ecosistemi, le funzioni regolative raccolgono molti altri servizi che comportano benefici diretti e indiretti per l'uomo (come la stabilizzazione del clima, il riciclo dei rifiuti), solitamente non riconosciuti fino al momento in cui non vengono persi o degradati;

- **Approvvigionamento (Provisioning)**: queste funzioni raccolgono tutti quei servizi di fornitura di risorse che gli ecosistemi naturali e semi-naturali producono (ossigeno, acqua, cibo, ecc.).

- **Culturali (Cultural)**: gli ecosistemi naturali forniscono una essenziale "funzione di consultazione" e contribuiscono al mantenimento della salute umana attraverso la fornitura di opportunità di riflessione, arricchimento spirituale, sviluppo cognitivo, esperienze ricreative ed estetiche.

Queste funzioni ecosistemiche racchiudono i beni e i servizi utilizzati dalla società umana per soddisfare il proprio benessere. Sulla base di tali funzioni, il Millennium Ecosystem Assessment ha individuato i (potenziali) aspetti utili degli ecosistemi naturali per il genere umano sotto forma di beni e servizi, definendoli con il termine generale di servizi ecosistemici (ecosystem services): i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano.

I cambiamenti nell'uso del suolo determinati dalla realizzazione delle opere in progetto, influenzano i valori dei SE, sia biofisici che economici, che aumentano o diminuiscono sulla base delle trasformazioni territoriali i cui effetti sono valutabili nel breve e lungo periodo.

La descrizione e quantificazione di tali effetti, qui condotta attraverso l'uso del software SimulSoil, un'applicazione informatica che analizza le variazioni di valore derivate da trasformazioni d'uso del suolo, registrando la sensibilità dei servizi ambientali erogati ai cambiamenti del territorio e quantificando il costo complessivo di tali trasformazioni sul Capitale Naturale esistente. Il software, costituisce uno dei prodotti "tangibili" del progetto europeo LIFE SAM4CP e consiste in un software di supporto analitico territoriale alla mappatura e valutazione dei Servizi Ecosistemici resi dal suolo.

La sua finalità è di favorire e facilitare processi virtuosi di pianificazione urbanistica, siano essi estesi all'intero territorio comunale o a porzioni di esso: SimulSoil è infatti nato dall'esigenza di rendere il processo di conoscenza dei Servizi Ecosistemici direttamente scalabile alle reali "pratiche" urbanistiche, ovvero quelle necessarie al rilascio dei titoli abilitativi, ma anche tutte le altre procedure che implicano trasformazioni degli usi del suolo, sia attraverso alterazioni che ne determinano il "consumo" o il "degrado", che nei casi in cui ne generano una "valorizzazione" sotto il profilo ambientale ed ecosistemico.

Partendo dal presupposto che il suolo è una risorsa in grado di generare contemporaneamente molteplici Servizi Ecosistemici la cui conoscenza è imprescindibile per i

processi del buon governo del territorio, SimulSoil è, in breve, uno strumento di aiuto ai decisori pubblici per effettuare scelte consapevoli e sostenibili nello sfruttamento di una risorsa sostanzialmente limitata e non rinnovabile.

SimulSoil "automatizza" processi informatici complessi che normalmente vengono gestiti separatamente mediante l'utilizzo di differenti modelli del software InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs²) determinandone l'immediata e semplificata utilizzabilità.

Nello specifico sono stati automatizzati gli algoritmi di calcolo riferiti ai seguenti 8 differenti Servizi Ecosistemici offerti dal suolo libero e selezionati tra i molteplici che la natura fornisce:

- qualità degli Habitat,
- stoccaggio di carbonio,
- disponibilità idrica,
- trattenimento dei sedimenti,
- trattenimenti dei nutrienti,
- produzione agricola,
- impollinazione,
- produzione legnosa.

La mappatura dei Servizi Ecosistemici (SE) costituisce ad oggi il riferimento di base per pianificatori e amministratori locali per poter "intervenire" oltre che "valutare" o "misurare" le quantità (stock) e le variazioni (trend) dei valori ecosistemici riferiti al suolo.

2.2 La valutazione biofisica ed economica dei servizi ecosistemici

Come già evidenziato, SimulSoil è un'applicazione informatica che consente di eseguire bilanci delle funzioni ecosistemiche del territorio, automatizzando processi informatici complessi che dovrebbero essere gestiti separatamente mediante l'utilizzo di differenti modelli, alcuni dei quali proprietari del software InVEST. Esso produce una quantificazione biofisica della mappatura dei SE e, associando "costi" parametrici ai SE forniti dai suoli ne sviluppa la valutazione economica, secondo il seguente approccio: ai SE con valori biofisici assoluti è associato un prezzo unitario (per esempio, 1 tonnellata di carbonio sequestrato equivale a 100 euro del costo sociale evitato per il mancato rilascio in atmosfera), mentre per i SE con valori biofisici espressi da valori indice l'associazione del costo avviene ipotizzandone un mercato e definendone un valore derivato dalla "disponibilità a pagare" per il godimento del bene stesso. È evidente, tuttavia, come l'associazione di un valore economico ad un indice presenti molti limiti e non sia da assumere come valore paradigmatico.

Si sottolinea, inoltre, che, indipendentemente dal modello di valutazione adottato,

l'associazione di un valore economico ad un beneficio ambientale si riferisce sempre ad un valore "marginale" e non "totale" (poiché il valore complessivo del Capitale Naturale non è quantificabile). SimulSoil, pertanto, non determina il "prezzo" del Capitale Naturale, ma costituisce piuttosto la stima parametrica del possibile valore monetario di alcuni servizi ecosistemici.

Nello specifico, la valutazione ha ad oggetto i seguenti 8 SE:

- 1) STOCCAGGIO DI CARBONIO (Carbon Sequestration) - CS - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;
- 2) PRODUZIONE AGRICOLA (Crop Production) - CPR- servizio di approvvigionamento secondo la classificazione TEEB CICES;
- 3) PRODUZIONE LEGNOSA (Timber Production) - TP - servizio di approvvigionamento secondo la classificazione TEEB CICES;
- 4) QUALITÀ DEGLI HABITAT (Habitat Quality) - HQ - servizio di supporto secondo la classificazione TEEB CICES;
- 5) TRATTENIMENTO DEI NUTRIENTI (Nutrient Retention) - NR - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;
- 6) DISPONIBILITÀ IDRICA (Water Yield) - WY - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;
- 7) TRATTENIMENTO DEI SEDIMENTI (Sediment Retention) - SDR - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;
- 8) IMPOLLINAZIONE (Crop Pollination) - CPO - servizio di approvvigionamento secondo la classificazione TEEB CICES.

Di seguito si specificano le modalità di calcolo e di input di ogni uno degli otto SE utilizzati.

Stoccaggio di Carbonio (CS)

L'incremento di CO₂ in atmosfera è causato principalmente dalle attività antropiche: una volta che un terreno naturale viene impermeabilizzato o subisce altre forme di degrado, perde la capacità di trattenere il carbonio che, di conseguenza, viene emesso in atmosfera. Per valutare questo SE il simulatore utilizza il modello InVEST "Carbon Storage and Sequestration". L'output fornito è costituito da mappe della quantità di carbonio immagazzinato dagli ecosistemi terrestri in termini biofisici (espresso in tonnellate di C per pixel) e da una valutazione dello stesso in termini economici espressa in euro/tonnellata. Il modello stima la quantità di carbonio in funzione della categoria di uso del suolo con riferimento ai quattro principali serbatoi (pools) presenti in natura: biomassa epigea, biomassa ipogea, suolo e sostanza organica morta.

I dati di input, oltre all'uso del suolo, sono i valori di stoccaggio del carbonio associati alle

differenti classi d'uso del suolo divisi in suolo, lettiera, fitomassa ipogea e fitomassa epigea. Per le categorie forestali i valori di tutti i pool sono stati ricavati tramite l'utilizzo di apposite metodologie e coefficienti di conversione, dai volumi di provvigione forniti dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC) per ogni regione; per le altre aree naturali e per le superfici agricole i valori di default del carbonio contenuto nella biomassa epigea, nella biomassa ipogea e nella sostanza organica morta sono quelli proposti da Sallustio et al. (2015), mentre per il carbonio contenuto nel suolo il valore inserito è stato stimato sulla base dei dati del progetto SIAS (Sviluppo Indicatori Ambientali sul Suolo), relativi al carbonio immagazzinato nei primi 30 cm di suolo.

Alle aree artificiali è stato assegnato un valore pari a zero per tutti i pool, assumendo una perdita completa del servizio.

A livello locale vi è stato un adattamento delle soglie di stoccaggio del carbonio del suolo e soprassuolo per considerare anche tutte le classi ad uso antropico, (macroclasse 1 Land Cover Puglia – aree artificiali) a partire dalle quantità segnalate per i prati e pascoli, con una rimodulazione delle soglie sulla base dell'indice di permeabilità rilevato per ogni classe d'uso del suolo.

Nello specifico: per le classi "SOIL" e "DEAD" sono stati rimodulati i valori corrispondenti ai prati rispetto all'indice di permeabilità espresso nella singola classe di copertura (le aree industriali impermeabilizzate al 99%, ed esempio, non hanno valore di stoccaggio), mentre per tutte le altre coperture si utilizzano i valori nazionali dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. Per le classi "ABOVE" and "BELOW" soil è stato adottato un procedimento di adeguamento dei valori a partire dalla biomassa legnosa iniziale. In particolare, la quantità di carbonio organico unitario (in ton/ha), corrispondenti alla biomassa iniziale, viene calcolata moltiplicando la biomassa legnosa complessiva per un opportuno coefficiente (0,17 per le conifere e 0,25 per le latifoglie). Successivamente tale quantità viene ripartita tra quella sviluppata soprassuolo (l'84%) e quella sviluppata nel sottosuolo (il 16%).

L'output generato dal simulatore è la spazializzazione dell'indicatore Carbon Sequestration nel territorio con valori biofisici assoluti di carbonio stoccato per pixel (ton/pixel).

Per la valutazione economica della funzione di stoccaggio del carbonio il simulatore si basa sulla quantificazione del costo sociale del carbonio (SCC) ovvero quello che contabilizza il danno marginale associato al rilascio di tonnellate di carbonio in atmosfera. Secondo questo approccio, ad ogni tonnellata di carbonio immagazzinata nel suolo viene associato un costo sociale evitato per il mancato rilascio del carbonio organico in atmosfera, e la conseguente produzione di CO₂ pari a 100 euro/ton.

Produzione agricola (CPR)

La produzione agricola è un servizio ecosistemico di approvvigionamento essenziale poiché è alla base della fornitura di materie prime per la sopravvivenza dell'uomo. Descrivere l'agricoltura e più in generale l'utilizzo del territorio agroforestale in termini di servizi ecosistemici forniti dal suolo è una operazione complessa. L'agricoltura, infatti, utilizza i servizi forniti dal capitale naturale e influisce a sua volta su di essi, ad esempio aumentando l'infiltrazione nel suolo di nutrienti contenuti nei fertilizzanti come azoto e fosforo, ma al contempo fornisce un servizio essenziale come principale fonte di cibo. La stima del valore della produzione agricola coinvolge, ovviamente, non solo i terreni propriamente agricoli, ma anche quelli destinati alla produzione di foraggio (prati) ed al pascolo.

Il consumo di suolo a fini edificatori annulla completamente il servizio di produzione agricola, rendendo impossibile qualsiasi possibilità di sfruttamento agricolo del terreno impermeabilizzato, sia nel breve che nel medio-lungo periodo, dato che il suolo è una risorsa che necessita di lunghi periodi per recuperare le sue funzioni e le sue caratteristiche biologiche originali. Per tutte le aree artificiali il simulatore ha dunque assunto un valore del servizio CPR pari a zero.

Il metodo di valutazione utilizzato nel simulatore si basa sulla spazializzazione dei Valori Agricoli Medi (VAM) proposti dall'Agenzia delle Entrate, suddivisi per regioni agrarie secondo lo schema di classificazione definito dall'Istat. Per condurre tale analisi a ciascuna classe di uso e copertura del suolo sono state associate la corrispondente regione agraria e il relativo VAM. L'unità di misura dell'output è Euro per ettaro.

In questo caso l'indicatore considerato è solo biofisico; per la mancata Produzione Agricola, le perdite ecosistemiche sono di tipo reversibile e recuperabili con il ripristino delle attività agricole sui terreni, garantite dopo le attività di dismissione dell'impianto.

Produzione legnosa (TP)

La produzione di legname è un importante servizio di approvvigionamento. Anche in questo caso si tratta di un servizio complesso, poiché la gestione della produzione legnosa, in particolare la gestione dell'intensità e della velocità di raccolta, influenza il mantenimento dell'erogazione di molti altri servizi ecosistemici: la qualità degli habitat, la quantità di carbonio sequestrato, la prevenzione dell'erosione e la purificazione dell'acqua dai nutrienti, ma anche l'impollinazione, in quanto i boschi sono particolarmente adatti ad ospitare i nidi di impollinatori. Nel simulatore è stata utilizzata la stessa metodologia di calcolo proposta per la valutazione della produzione agricola, cioè si è considerato il Valore Agricolo Medio come proxy del potenziale di produzione legnosa su larga scala. Anche in questo caso l'indicatore ottenuto è sia biofisico che economico: esso infatti esprime parametricamente il livello di servizio di produzione ottenuto,

con un valore parametrico espresso in €/ha, e la redditività assoluta, costituita dalla moltiplicazione di tale valore per la superficie delle aree destinate a fini produttivi forestali.

Qualità degli habitat (HQ)

Gli habitat e la biodiversità che essi ospitano, forniscono tutto quello di cui le diverse specie animali e vegetali necessitano per la sopravvivenza, garantendo cioè le risorse per la nutrizione, la riproduzione e lo sviluppo. Gli impatti antropici, in particolare i cambiamenti di uso del suolo che determinano processi di artificializzazione, minacciano gravemente la biodiversità e la conservazione delle specie.

Il modello di InVEST per l'Habitat Quality utilizzato nel simulatore, si basa sull'ipotesi che le aree con una qualità degli habitat più alta ospitano una ricchezza maggiore di specie native mentre la diminuzione delle dimensioni di uno specifico habitat e della sua qualità portano al declino della persistenza delle specie.

Per funzionare, il modello utilizza come dati di input sia valori (da 0 a 1) di qualità dell'habitat in termini di compatibilità delle specie con ciascuna classe di uso e copertura del suolo, sia valori corrispondenti alle minacce. In particolare, il modello genera una carta raster per ogni minaccia, in cui è rappresentato il livello di minaccia in funzione della distanza dall'impatto, del tipo di decadimento e della pressione sugli habitat.

Le tipologie di habitat considerate dal simulatore sono 12 ed i valori dei relativi parametri a scala nazionale sono stati ricavati attraverso un approccio expert based, cioè sottoponendo un questionario a oltre 100 esperti nazionali con affiliazioni diverse nei settori della conservazione e della gestione della biodiversità. Per quanto riguarda le minacce e relativi valori di interferenza con gli habitat sono stati considerati: il sistema antropizzato, le aree agricole ed il reticolo infrastrutturale con classificazione di strade principali, secondarie e locali.

L'output generato è una spazializzazione dell'indicatore Habitat Quality nel territorio con valori relativi al contesto di analisi che variano da 0 a 1.

Per la valutazione economica della funzione di qualità degli habitat il modello utilizzato da SimulSoil si basa sulla valutazione di contingenza in grado di stimare, attraverso lo strumento dell'intervista, la disponibilità a pagare (DAP) dei singoli soggetti per la gestione di aree verdi naturali e semi-naturali con elevato valore ambientale ed è espresso in euro al mq (i valori spaziano da 1,70 a 3,87 euro/mq per il verde urbano, da 0,30 a 0,39 euro/mq per il verde agricolo e da 1,63 a 24,15 euro/mq per il verde naturale o seminaturale).

Trattenimento dei nutrienti (NR)

Si tratta di un SE di regolazione fornito dagli ecosistemi acquatici e terrestri che concorrono a filtrare e decomporre reflui organici che giungono nelle acque interne e negli ecosistemi costieri

e marini, contribuendo così alla fornitura di acqua potabile. Le foreste naturali, in particolare, contribuiscono ad una qualità superiore delle acque, con meno sedimenti e filtrando gli inquinanti rispetto a sorgenti di inquinamento sia diffuse (fertilizzanti agricoli) che localizzate (presenza di impianti con produzione e diffusione di inquinanti nel suolo). Spesso si fa riferimento alla rimozione di nitrati e fosfati poiché sono gli elementi più diffusi nei reflui domestici e agricoli e particolarmente deleteri per la potabilità dell'acqua e l'eutrofizzazione dei laghi. L'impermeabilizzazione genera una perdita irreversibile della capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo e quindi rappresenta la maggiore minaccia a tale tipo di servizio. Il consumo di suolo, inoltre, generando una compromissione delle superfici naturali permeabili e impedendone la filtrazione dell'acqua può anche portare, in particolari circostanze, a fornire un maggior carico di inquinanti ai corsi d'acqua, per via di un maggior scorrimento superficiale.

Il simulatore utilizza il modello InVEST NDR, che restituisce in output mappe di capacità di purificazione dell'acqua da parte dell'attuale, o futura, configurazione d'uso del suolo.

I dati di input utilizzati, oltre alle mappe di uso del suolo, sono:

- Digital Elevation Model. Formato raster – Dtm passo 20 m.
- Mappa dei bacini idrografici. Formato vettoriale (sit.puglia.it - Bacini idrografici Bacini idrografici e morfologici dei principali fiumi pugliesi).
- Root restricting layer depth: la profondità del suolo dove la penetrazione delle radici è fortemente inibita per colpa delle caratteristiche fisiche o chimiche.
- Precipitazioni. Valore annuale medio delle precipitazioni in millimetri.
- Plant Available Water Content (PAWC): la frazione d'acqua che può essere immagazzinata nel suolo e disponibile per le piante.
- Average annual potential evapotranspiration (PET): la perdita potenziale di acqua dal suolo sia per evaporazione che per traspirazione dell'erba medica, nel caso in cui ci sia una quantità d'acqua sufficiente. Formato raster. (utilizzo dei valori nazionali nelle tabelle csv).
- Dati biofisici: tabella che associa, ad ogni classe di uso del suolo:
 - massima profondità delle radici delle piante
 - K_c , il coefficiente di evapotraspirazione delle piante, usato per ottenere l'evapotraspirazione potenziale della classe modificando quella di riferimento già inserita in formato raster
 - $load_n / load_p$, carico annuale di azoto e fosforo
 - eff_n / eff_p , valore tra 0 e 1 che indica la capacità di filtraggio della vegetazione
- Water purification threshold: tabella che esprime il carico massimo consentito di azoto e fosforo per ogni bacino idrografico.

Per la stima del carico di inquinanti è stata scelta come proxy una tipologia di coltivazione per ogni categoria agricola della carta di uso del suolo. Questo approccio, seppur semplificato, è stato ritenuto il più adatto, poiché altri approcci sarebbero stati insostenibili in termini di tempi

di elaborazione, dimensioni della cartella di lavoro del software e interpretazione dei risultati.

L'output è la spazializzazione dell'indicatore Nutrient Retention nel territorio con valori assoluti di chilogrammi di nitrato annualmente confluito nel sistema delle acque correnti per pixel di riferimento.

Relativamente ai risultati che riguardano i modelli di trattenimento dei nutrienti, sottolineiamo che il loro "valore" biofisico è rappresentato dalla presenza di nutriente per pixel e pertanto all'aumentare del valore si ha una diminuzione del servizio ecosistemico reso. Per tale motivo il loro valore è stato convertito dal simulatore al negativo nel caso di una valutazione comparativa tra scenari differenti.

Per la stima economica la valutazione associa al valore biofisico dei nitrati che confluiscono nei bacini idrici il costo di sostituzione evitato per un'equivalente depurazione artificiale. Nello specifico è stato scelto di associare il costo per la costruzione di fasce tampone boscate (64 euro/kg), poiché soluzioni in grado di attenuare naturalmente il carico di inquinanti provenienti da sorgenti diffuse, tra le più difficili da individuare e contenere. Si è scelto di non adottare il criterio di valutazione del costo evitato dell'equivalente depurazione ottenuta con mezzi meccanici e/o chimici poiché esso non considera il fenomeno delle sorgenti di inquinamento diffuso, oltre ad essere soggetto ad elevata variabilità dovuta all'elevata oscillazione dei costi dipendenti dal tipo di tecnologia adottata per la depurazione dell'acqua.

Disponibilità idrica (WY)

La disponibilità idrica è riconducibile alla funzione ecologica di filtraggio dell'acqua da parte del suolo a partire dal grado di impermeabilizzazione delle diverse tipologie d'uso.

L'individuazione delle aree maggiormente permeabili e che, per caratteristiche pedogenetiche (profondità, tessitura e capacità di assorbimento), contribuiscono maggiormente a trattenere l'acqua in seguito ad eventi piovosi costituiscono il servizio di "capacità idrica" inteso come il servizio regolativo del suolo di "stoccare" e rendere disponibile alla vegetazione superficiale notevoli quantità di acqua prima che queste scorrano superficialmente o si infiltrino per processi di ricarica degli acquiferi profondi.

Il servizio riduce la possibilità di inondazioni grazie al maggior drenaggio dei suoli. La metodologia di valutazione adottata assegna maggior valore ai suoli che maggiormente trattengono e restituiscono l'acqua in falda anziché permetterne il flusso superficiale. Il valore del servizio equivale dunque al costo del danno evitato a causa di fenomeni di piena, esondazioni e alluvioni ed è stabilito in 64 euro/mq.

I dati di input utilizzati, oltre alle mappe di uso del suolo, sono:

- Profondità media del suolo;
- Profondità media delle radici per tipologia vegetazionale;

- Precipitazioni nell'area di indagine;
- Plant Available Water Content fraction (frazione d'acqua stoccabile dal suolo – rispetto alla caratterizzazione pedogenetica – utilizzabile dalle piante);
- Evapotraspirazione di riferimento media nell'area di indagine;
- Bacino idrografico di riferimento;
- Coefficiente di evapotraspirazione potenziale per specie vegetazionali.

Trattenimento dei sedimenti (SDR)

È un SE di regolazione che considera la capacità di un suolo in buone condizioni di mitigare l'asportazione della parte superficiale del terreno (la parte più ricca di sostanza organica) a seguito dell'azione delle acque di ruscellamento superficiale e delle piogge. Per quanto il fenomeno dell'erosione idrica sia un processo naturale, questo può subire un'accelerazione a causa di alcune attività antropiche (prevalentemente agricole, ma anche dovute ad altri processi di degrado del suolo). Ciò comporta danni alla funzionalità del suolo, alla produzione agricola e, in generale, all'ambiente. La rimozione della parte superficiale del suolo, ricca di sostanza organica, ne riduce, anche in modo rilevante, la produttività e può portare a una perdita irreversibile di terreni coltivabili nel caso di suoli poco profondi.

Il simulatore utilizza il modello di InVEST SDR (Sediment Delivery Ratio Model), che restituisce in output le mappe della capacità dei diversi usi del suolo, attuali e futuri, di evitare l'asportazione di suolo ed il suo accumulo all'interno dei corsi d'acqua. Il modello utilizza informazioni relative alla geomorfologia, clima, vegetazione e pratiche di gestione e stima la perdita annuale di suolo partendo dall'equazione matematica RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) ovvero la revisione dell'equazione USLE (Universal Soil Loss Equation) adattata ad ambiente topografici complessi:

$$V = R_i * K_i * L_{Si} * C_i * P_i / 25$$

con:

V = stima del tasso di perdita di suolo medio

R_i = fattore di erosività della pioggia (MJ * mm(ha * hr)),

K_i = fattore di erodibilità del suolo (ton * ha * hr(MJ * ha * mm))

L_{Si} = fattore di pendenza

c_i = copertura del suolo

p_i = fattore di influenza del controllo artificiale

La perdita di suolo così calcolata, moltiplicata per un coefficiente di trasporto dei sedimenti (SDR) che rappresenta la quota parte di sedimenti che effettivamente raggiunge i corpi idrici, costituisce l'output del modello. Relativamente ai risultati che riguardano i modelli di trattenimento dei sedimenti, sottolineiamo che il loro "valore" biofisico è rappresentato dalla

presenza di erosione per pixel e pertanto all'aumentare del valore si ha una diminuzione del servizio ecosistemico reso. Per tale motivo il loro valore è stato convertito dal simulatore al negativo nel caso di una valutazione comparativa tra scenari differenti. La carta esprime i quantitativi in termini di tonnellate di suolo eroso/pixel.

I dati di input utilizzati, oltre alle mappe di uso del suolo, sono:

- Indice di erosività della pioggia (parametro che definisce l'energia erosiva della pioggia);
- Indice di erodibilità associato alla composizione pedogenetica del suolo (parametro che dà conto della facilità con cui il suolo può venire eroso);
- Bacino idrografico di riferimento;
- Modello digitale del terreno;
- Fattore di coltivazione "c" (incidenza del tipo di lavorazione del suolo ai fini produttivi sull'erosione totale) e al fattore di erosività derivato dalla pratica colturale "p" (incidenza del tipo di pratica antierosiva associata alle tipologie colturali).

Dal momento che il modello biofisico adottato produce una mappatura di erosione potenziale dei suoli, espressa in tonnellate per pixel, si è scelto di adottare un modello di valutazione economica che associ alla qualità dei suoli soluzioni di protezione artificiali che abbiano equivalente funzionalità, come ad esempio il "costo di ripristino" della fertilità dei suoli funzionale alla protezione dall'erosione e pari a 150 euro/tonnellata.

Impollinazione (CPO)

È un SE di regolazione e approvvigionamento fondamentale per la produttività di moltissime colture dipendenti da processi naturali di impollinazione entomofila. La fecondazione delle piante e, conseguentemente, la produzione di cibo, dipendono in parte dalle specie impollinatrici selvatiche.

Quasi il 10% delle specie di api europee sono attualmente minacciate dall'estinzione: senza di esse molte specie di piante si estinguerebbero e gli attuali livelli di produttività colturale potrebbero essere mantenuti solamente ad altissimi costi attraverso processi di impollinazione artificiale. Fenomeni antropici quali l'espansione urbana, l'aumento delle infrastrutture e l'applicazione in agricoltura di pratiche non sostenibili come l'utilizzo intensivo di insetticidi e fertilizzanti, incidono fortemente sulla salute delle specie impollinatrici. Il modello Pollinator Abundance - Crop Pollination di InVEST che viene ripreso nel simulatore restituisce come output mappe relative al contributo degli impollinatori selvatici alla produzione agricola in funzione dell'attuale configurazione del paesaggio e degli usi del suolo.

I dati inseriti oltre alle mappe dell'uso del suolo sono:

- Caratteristiche delle specie impollinatrici in relazione alle classi di copertura del suolo e possibile presenza/assenza di particolari essenze vegetali;

- Caratteristiche delle classi di copertura del suolo relativamente alla disponibilità di luoghi ospitali ai vari impollinatori.

Sono richieste diverse caratteristiche per ciascuna specie di impollinatori considerata: la tipologia di nidificazione, il periodo di attività di impollinazione e il range di volo poiché influenza il servizio offerto alle colture. Ad ogni categoria di uso del suolo viene inoltre associato un valore che indica l'abbondanza di fiori nei vari periodi dell'anno (con valori compresi fra 0 e 1) e un altro che indica la disponibilità ad ospitare le varie specie in base alla tipologia di nidificazione.

Le elaborazioni partono dalla stima dell'abbondanza delle specie impollinatrici nelle varie celle del raster di uso e copertura del suolo, basata sulla disponibilità di luoghi adatti alla nidificazione e al cibo (fiori) nelle celle adiacenti.

Il risultato è una mappa di abbondanza con valori compresi tra 0 e 1 per ciascuna specie, che rappresenta la potenziale disponibilità di impollinatori per un'area agricola da impollinare. Il modello utilizza per le aree ad uso agricolo un calcolo dell'abbondanza delle specie a partire dal dato sul range di volo.

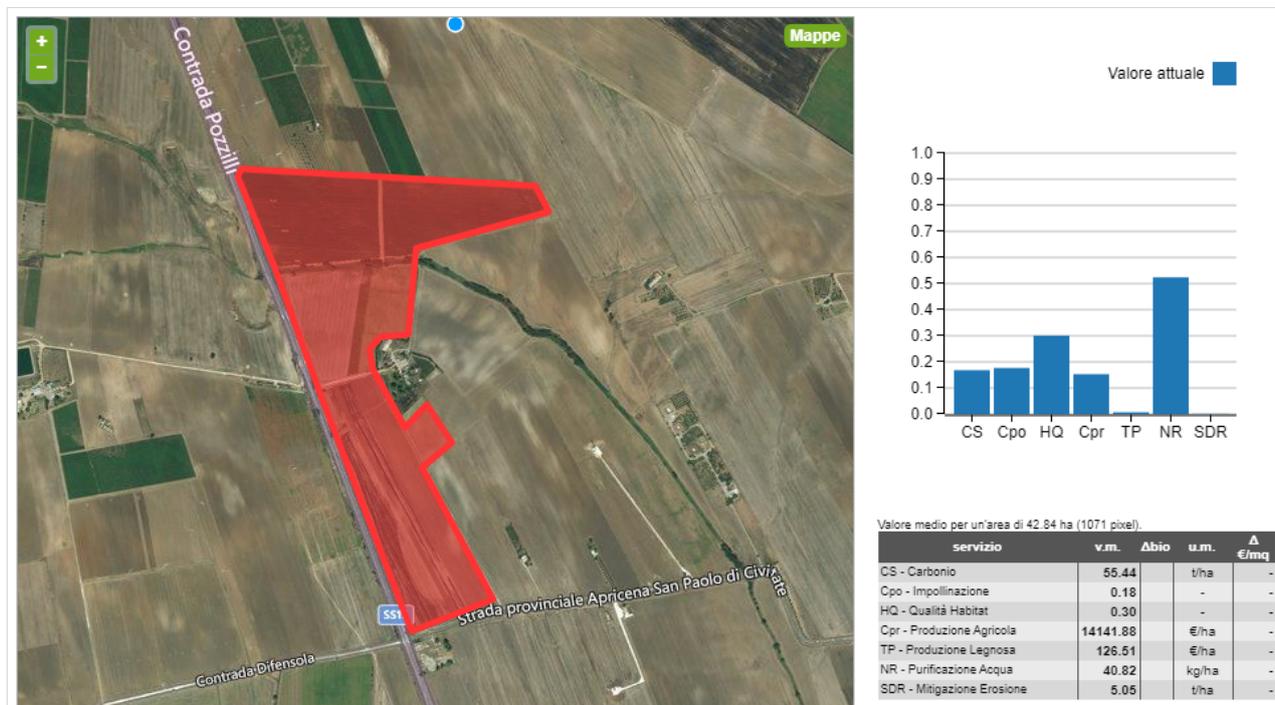
Il servizio è inteso come surplus al valore di produttività agricola garantito dalla presenza di specie impollinatrici. L'output è costituito dalla spazializzazione dell'indicatore crop pollination nel territorio con valori assoluti di presenza di specie impollinatrici nelle aree agricole oggetto del servizio di impollinazione (N.api/ pixel). La valutazione economica (226 euro/ha) è derivata dal grado di dipendenza delle coltivazioni dall'impollinazione: si valuta il fattore percentuale di vulnerabilità del valore complessivo delle colture rispetto ai benefici dovuti dall'impollinazione e lo si moltiplica per la presenza di api per singolo habitat.

3 LA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI NELL'AREA DI PROGETTO

Attraverso la simulazione SimulSoil descritta precedentemente, è stato calcolato il valore ecologico ante operam in corrispondenza del campo fotovoltaico di Apricena, usando come repertori di input la carta dell'uso del suolo della Regione Puglia, riferita all'anno 2011 e quindi più conservativa rispetto allo stato attuale dell'utilizzo dei suoli.

Ciò premesso, a seguire si determina la perdita economica specifica (espressa in €/mq) per il campo FV, come differenza tra lo stato ante e quello post operam.

Simulazione del valore Ecologico ante operam del sito di installazione



Valore Ecologico post operam del sito di installazione

servizio	v.m.	Δbio	u.m.	Δ €/mq
CS - Carbonio	50,44	-39,43	t/ha	-0,43
Cpo - Impollinazione	0,18	0,03	-	0
HQ - Qualità Habitat	0,3	-0,14	-	-0,01
Cpr - Produzione Agricola ²	14141,88	-13707,1	euro/ha	--*
TP - Produzione Legnosa	126,51	27,41	euro/ha	0
NR - Purificazione Acqua	40,82	-17,44	kg/ha	-0,01
SDR - Mitigazione Erosione	5,05	-3,03	t/ha	-0,05
Totale				-0,5

* Data la natura dell'opera e della sua localizzazione non si è considerata la mancata Produzione Agricola, poiché le perdite ecosistemiche sono di tipo reversibile e recuperabili con il ripristino delle attività agricole sui terreni, garantite dopo le attività di dismissione dell'impianto.

3.1 Calcolo variazione dei servizi ecosistemici ante/post operam

Il simulatore SimulSoil attribuisce alla trasformazione del suolo in proposta, una perdita su tutti i servizi ecosistemici. Il valore della perdita tra del campo fotovoltaico è pari a -0,50 €/mq,

² * Data la natura dell'opera e della sua localizzazione non si è considerata la mancata Produzione Agricola, poiché le perdite ecosistemiche sono di tipo reversibile e recuperabili con il ripristino delle attività agricole sui terreni, garantite dopo le attività di dismissione dell'impianto.

con un'incidenza dell'78% attribuibile alla riduzione della capacità di assorbimento del Carbonio (CS). Il restante 22% è attribuibile alle perdite sui restanti servizi ecosistemici.

Moltiplicando la perdita specifica (€/mq) per le coperture delle sole aree dove saranno installati i pannelli fotovoltaici (330.000 mq), si calcola che la realizzazione dell'opera comporterà una perdita annua di servizi ecosistemici **pari a 165.000 €** .

L'impianto fotovoltaico della potenza FV nominale massima pari a 18,513 MWp con potenza nominale in A.C. di 16,80 MWp, sarà realizzato in un unico lotto e prevede i seguenti elementi:

- strutture per il supporto dei moduli (tracker mono-assiali) ciascuna alloggiante i moduli fotovoltaici disposti in verticale su due file in modalità "portrait"; tali strutture di supporto costituiscono una stringa elettrica. Sono previste 19.507 stringhe composte da: 978 tracker su cui saranno montate due stringhe ciascuna costituita da 27 moduli per un totale di 54 moduli fotovoltaici bi-facciali su ogni tracker;

- 40.689 moduli in silicio monocristallino della tipologia Longi-Solar LR4 - 72HBD - 455M o similare, per una potenza complessiva massima di poco superiore a 18,513 MWp;

- n. 4 inverter della tipologia SMA Solar Technology AG del tipo Sunny Central 4200-UP, o similare, dotate di trasformatore di potenza da 1500 kVA, da ubicare all'interno della proprietà secondo le posizioni indicate nell'elaborato planimetria impianto, oltre ad una cabina d'impianto che svolge anche le funzioni di cabina ausiliari.

Il dimensionamento dell'impianto è stato condotto con il programma PVSYST di cui si riporta il report completo del dimensionamento elettrico.

PVSYST V6.86												Pagina 1/6		
Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione														
Progetto :	FTV_APRICENA_DEFINITIVO_OK_1													
Luogo geografico	Apricena_Incoronata						Paese			Italia				
Ubicazione	Latitudine		41.79° N		Longitudine		15.32° E		Ora definita come		Altezza		87 m	
	Ora legale		Fuso orario TU+1		Altitudine		87 m		Albedo		0.20			
Dati meteo:	Apricena_Incoronata						PVGIS: CMSAF, SARAH or NSRDB - TMY							
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione Simulation for the year no 16														
	Data di simulazione		28/04/20 01h36		Simulazione per la								16° Anno dell'operazione	
Parametri di simulazione	Tipo di sistema		Eliostati illimitati con indetreggiamento											
Asi inseguimento orizzontali	Modelli semplificati, illimitati		620Riche inseguitori		Azimut asse		0°		Limitazioni di rotazione		Phi min.		-60°	
	Tracking algorithm		Irradiance optimization		Phi max.		60°							
Strategia Backtracking	N. di eliostati		620		Eliostati illimitati									
	Distanza eliostati		10.6 m		Larghezza collettori		4.27 m							
Banda inattiva	Sinistra		0.02 m		Destra		0.02 m							
Angolo limite indetreggiamento	Limiti phi		+/- 65°		Fattore di occupazione (GCR)		40.3 %							
Modelli utilizzati	Trasposizione		Perez		Diffuso		Importato							
Orizzonte	Orizzonte libero													
Ombre vicine	Senza ombre													
Sistema a moduli bifacciali	Modello		Unlimited trackers, 2D calculation											
	Distanza eliostati		10.60 m		ampiezza eliostati		4.31 m							
	Tracking limit angle		60°		GCR		40.7 %							
	Average albedo		30.0 %		Axis height above ground		2.10 m							
Fattore di ripartizione delle faccie associato al modulo FV	Fattore di ombreggiamento posteriore		5.0 %											
	Trasparenza del modul FV		0.0		Perdite per Mismatch posteriori		10.0 %							
Monthly albedo	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Anno	
	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	
Bisogni dell'utente :	Carico costante fisso		1 W		Globale		8.8 kWh/Anno							
Caratteristiche campo FV														
Modulo FV	Si-mono		Modello		LR4-72HBD-455M-glaze-new									
definizione customizzata dei parametri	Costruttore		Longi Solar											
Numero di moduli FV	In serie		27 moduli		In parallelo		1507 stringhe							
Numero totale di moduli FV	N. di moduli		40689		Potenza nom. unit.		455 Wp							
Potenza globale campo	Nominale (STC)		18513 kWp		In cond. di funz.		16804 kWp (50°C)							
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp		999 V		I mpp		16822 A							
Superficie totale	Superficie modulo		88440 m ²											
Inverter	Modello		Sunny Central 4200 UP (Preliminary)											
definizione customizzata dei parametri	Costruttore		SMA											
Caratteristiche	Tensione di funzionamento		921-1325 V		Potenza nom. unit.		4200 kWac							
Gruppo di inverter	N. di inverter		4 unità		Potenza totale		16800 kWac							
					Rapporto Pnom		1.10							
Fattori di perdita campo FV														

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Perdite per sporco campo			Fraz. perdite	0.5 %
Fatt. di perdita termica	Uc (cost)	29.0 W/m²K	Uv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio	Res. globale campo	0.66 mOhm	Fraz. perdite	1.0 % a STC
Perdita diodo di serie	Caduta di tensione	0.5 V	Fraz. perdite	0.0 % a STC
LID - Light Induced Degradation			Fraz. perdite	0.8 %
Perdita di qualità moduli			Fraz. perdite	-0.3 %
Perdite per "mismatch" moduli			Fraz. perdite	0.0 % a MPP
Perdita disadattamento Stringhe			Fraz. perdite	0.10 %
Degradamento medio moduli	Anno n°	16	Fattore di perdita annuale	0.18 %/anno
Disadattamento dovuto a degradamento	Dispersione Imp RMS	0.18 %/anno	Dispersione Vmp RMS	0.18 %/anno
Effetto d'incidenza, parametrizzazione ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05
indisponibilità del sistema	1.8 giorni, 3 periodi		frazione di tempo	0.5 %
Perdite ausiliarie	Ventilatori costanti	8.00 kW ... dalla soglia di potenza		0.0 kW
	Night auxiliaries consumption	14.00 kW		

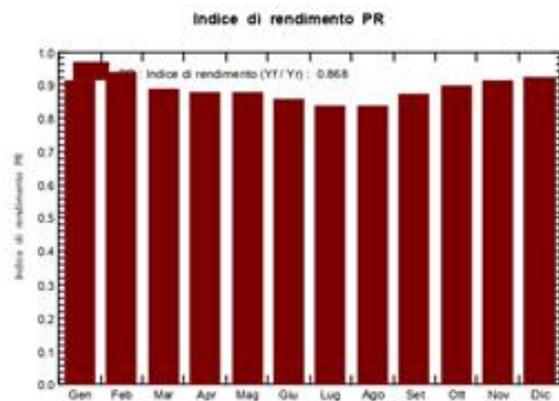
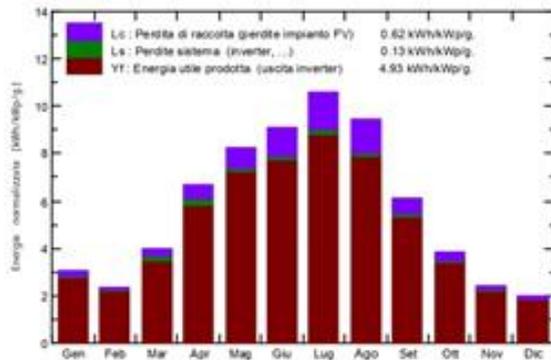
Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : FTV_APRICENA_DEFINITIVO_OK_1
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione Simulation for the year no 16
 Simulazione per la 16° Anno dell'operazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Eliostati illimitati con indetreggiamento	
Orientamento campo FV	inclinazione		
Moduli FV	Modello	LR4-72HBD-455M-glaze-newPnom	455 Wp
Campo FV	Numero di moduli	40689	Pnom totale 18513 kWp
Inverter	Sunny Central	4200 UP (Preliminary)	Pnom 4200 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	4.0	Pnom totale 16800 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico costante fisso	1 W	Globale 8.8 kWh/anno

Risultati principali di simulazione	Energia prodotta	33452 MWh/anno	Prod. spec.	1807 kWh/kWp/anno
Produzione sistema	Indice di rendimento PR	86.81 %	Frazione solare SF	-804876.66 %

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 18513 kWp



Nuova variante di simulazione Simulation for the year no 16 Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EFrGrid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Gennaio	68.3	25.25	9.85	95.1	88.7	1643	0.001	-7.213	1615	7.214
Febbraio	52.4	30.12	5.73	66.3	62.2	1182	0.001	-6.114	1158	6.115
Marzo	98.1	49.82	10.16	123.4	117.1	2147	0.001	-6.238	2029	6.239
Aprile	156.6	63.52	14.46	199.4	190.4	3388	0.001	-5.247	3233	5.248
Maggio	195.9	70.47	19.49	256.2	245.5	4233	0.001	-4.938	4154	4.938
Giugno	212.2	72.98	24.93	272.2	261.1	4388	0.001	-4.365	4308	4.366
Luglio	246.7	62.05	28.37	327.5	315.4	5156	0.001	-4.551	5064	4.551
Agosto	218.6	55.97	28.65	292.8	281.7	4622	0.001	-5.278	4540	5.279
Settembre	141.5	52.88	22.93	184.5	175.8	3035	0.001	-5.588	2981	5.589
Ottobre	90.2	39.15	16.60	118.6	112.2	2006	0.001	-6.718	1970	6.719
Novembre	55.4	28.68	11.87	72.8	68.0	1258	0.001	-6.981	1235	6.982
Dicembre	47.0	21.97	8.23	62.0	57.5	1086	0.001	-7.275	1066	7.276
Anno	1582.8	572.86	16.84	2071.0	1975.7	34144	0.009	-70.507	33353	70.516

Legenda:	GlobHor	Irraggiamento orizz. globale	GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre
	DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	EArray	Energia effettiva in uscita campo
	T_Amb	T amb.	E_User	Energia fornita all'utente
	GlobInc	Globale incidente piano coll.	E_Solar	Energia dal sole
			E_Grid	Energia iniettata nella rete
			EFrGrid	Energia dalla rete

Considerando, quindi, che ogni kWh prodotto da un sistema fotovoltaico sul lato di media tensione, evita l'emissione di 0.4657 kg di anidride carbonica, se ne deduce che l'impianto in esame sul lato MT eviterà quindi all'ambiente un'emissione totale di:

- anidride carbonica pari a 33,45 GWh/anno x 0,4657 Kg/kWh = 15.577,665 t di CO2 l'anno.

Volendo attribuire un valore economico marginale a tale contributo, si considera il valore medio dei titoli di CO2 scambiati nel sistema europeo delle emissioni EU ETS (European Emissions Trading Scheme) nel corso del 2019, pari a 24,84³ €/ton CO2.

Il beneficio ambientale determinato dalle mancate emissioni di CO2 è pertanto stimato pari a **386.949,20 €/anno**.

3.2 Bilancio tra benefici e costi ambientali

Il Bilancio ecologico, confronto tra costi e benefici ambientali, si chiude positivamente. Il beneficio ambientale determinato dalle mancate emissioni di CO2 di **+386.949,206 €/anno**, compensa le perdite dovute alla contrazione dei sistemi ecosistemici, pari a **-165.000 €/anno** portando ad un **bilancio positivo di +221.949,21 €/anno**.

La stima economica dei benefici ambientali del resto è ampiamente sottostimata, là dove non considera i costi sanitari, soprattutto, dovuti alle morti premature e all'insorgere di determinate malattie cardiovascolari e respiratorie provocate dall'inquinamento atmosferico delle centrali termoelettriche, oltre ai costi ecologici per contrastare gli effetti più rovinosi dei cambiamenti climatici, attraverso bonifiche ambientali, ripristino di ecosistemi danneggiati, eccetera.

Come dimostrato, l'78% dei costi ecologici delle opere in progetto è attribuibile alla riduzione della capacità di assorbimento del Carbonio (CS); solo il restante 22% è attribuibile alle perdite sui restanti SE. In una lettura ecosistemica del progetto pertanto è corretto compensare i costi ambientali con il valore delle emissioni evitate di CO2 dovute alla produzione di energia elettrica rinnovabile.

Se si considera che i 33 ettari utilizzati per l'installazione non sono né "consumati" e nemmeno "impermeabilizzati", per ciò che riguarda la mancata Produzione Agricola, le perdite ecosistemiche sono di tipo reversibile e recuperabili con il ripristino delle attività agricole sui terreni, garantite dopo le attività di dismissione dell'impianto.

Inoltre, in un territorio altamente sovrasfruttato dal punto di vista dell'utilizzo del suolo, delle acque superficiali e sotterranee, il riposo del terreno per circa 20 anni non può che favorire un recupero delle funzionalità del suolo e generare un minor impatto dovuto all'utilizzo di prodotti fitosanitari in agricoltura.

3 Fonte: www.sendeco2.com

Premettendo che, l'associazione di un valore economico ad un beneficio ambientale si riferisce sempre ad un valore "marginale" e non "totale", poiché il valore complessivo del Capitale Naturale non è quantificabile e che le voci economiche utilizzate nel bilancio non sono da considerare il "prezzo" del Capitale Naturale, ma piuttosto la stima parametrica del possibile valore monetario di alcuni servizi ecosistemici, l'analisi condotta ha consentito di confrontare scenari e conseguenze dovute alla realizzazione delle opere in progetto, concludendo con un bilancio ecologico certamente positivo. Le perdite ecosistemiche sono ampiamente ripagate dai vantaggi ambientali generati in termini di mancate emissioni di CO2.

3.3 Nota integrativo sulle ricadute occupazionale generate dall'opera (punto 1.1.3 della nota trasmessa dal CTVA dal MiTE n. U.0004088 del 20-06-2022)

Per quanto attiene alla richiesta del CTVA al punto 1.1.3, il presente paragrafo rimanda al documento integrativo **B4HXL97_4.2.9_39_RicaduteOccupazionali**, che analizza le ricadute occupazionali generate dal progetto proposto in cui sono tabellati, da pag. 42 a pag. 44, i dati richiesti.