

Comune di: APRICENA

Provincia di: FOGGIA

Regione: PUGLIA



NEOEN

NEOEN RENEWABLES ITALIA srl
Via Giuseppe Rovani, 7 - 20123 MILANO (MI)

ID: 10651 – Integrazioni – PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE
RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A
20.013,84 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

"SOLARE APRICENA - NEOEN"

TITOLO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE PROGETTO AGRIVOLTAICO DI DETTAGLIO E
OPERE DI MITIGAZIONE FASCIA PERIMETRALE

DATA:

25/01/2024

N°/CODICE ELABORATO:

Tipologia: REL (RELAZIONI)

REL 013

PROGETTISTI:

EDILSAP s.r.l.
Via di Selva Candida, 452 - 00166
ROMA
Ing. Fernando Sonnino Project Manager



Prof. Geol. Alfonso Russi
Via Friuli, 5 - 06034 FOLIGNO



PROFESSIONISTI:

Dott. Agr. Alberto Dazzi



Dott. Agr. Riccardo Orsini



01	202201272	ID: 10651 Integrazioni Istanza VIA e AU – Modifica potenza	Dott. Agr. Riccardo Orsini e Dott. Agr. Alberto Dazzi	Prof. Geol. Alfonso Russi	Ing. Fernando Sonnino
00	202201272	Emissione per Progetto Definitivo	Dott. Agr. Riccardo Orsini e Dott. Agr. Alberto Dazzi	Prof. Geol. Alfonso Russi	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

INDICE

PREMESSA.....	3
1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO	5
1.1 Localizzazione geografica	5
1.2 Inquadramento catastale	7
1.3 Descrizione dell'area	8
2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
2.1 Dati generali di progetto	11
2.2 Criteri di progettazione	12
2.3 Layout d'impianto	13
2.4 Componenti dell'impianto	15
2.4.1 Componenti FV e strutture di sostegno.....	15
2.4.2 Recinzione e fascia perimetrale di mitigazione.....	16
2.4.3 Viabilità interna	17
2.4.4 Drenaggio	18
3 DEFINIZIONE DEL PIANO AGRONOMICO	19
3.1 Aspetti considerati	19
3.1.1 Influenza dei pannelli fotovoltaici sulla coltivazione.....	19
3.1.2 Caratteristiche pedoclimatiche del sito.....	20
3.1.3 Caratterizzazione agronomica dell'area	20
3.2 Piano agronomico	21
3.3 Tecnica colturale	24
3.3.1 Schede colturali	24
3.4 Sistemazioni idraulico agrarie.....	29
3.5 Mezzi previsti per l'attività agricola	30
3.5.1 Trattatrice agricola	30
3.5.2 Macchine per la lavorazione del terreno e la semina.....	32
3.5.3 Macchine per la raccolta	33
3.5.4 Macchine per operazioni di fienagione.....	34
3.6 Irrigazione	37
3.7 Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione	38
3.7.1 Mappe di produzione	38
3.7.2 Mappe di prescrizione.....	39
4 FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE	40
4.1 Definizione degli interventi di mitigazione	40
4.2 Interventi di gestione	43
4.2.1 Messa a dimora	43

4.2.2	Forma di allevamento e potatura.....	43
4.2.3	Inerbimento.....	43
4.2.4	Irrigazione.....	44
4.3	Mezzi specifici per la gestione della fascia perimetrale.....	45
5	VALUTAZIONE DELL'IDONEITÀ AGRO-AMBIENTALE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE	47
5.1	Valutazione delle interferenze sul patrimonio agroalimentare	48
5.2	Valutazione delle interferenze sull'uso del suolo.....	49
6	CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI (LINEE GUIDA MITE)	50
6.1	Caratteristiche generali.....	50
6.2	Definizioni principali.....	50
6.3	Requisiti degli impianti agrivoltaici	51
6.4	Metodologia e verifica dei requisiti per impianto agrivoltaico.....	52
6.5	Verifica del requisito A.....	53
6.6	Verifica del requisito B.....	56
6.7	Verifica del requisito D.....	58
7	CONCLUSIONI	59
8	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	61

PREMESSA

I sottoscritti dott. Agronomo Alberto Dazzi e Dott. Agronomo Riccardo Orsini, iscritti all'Ordine dei dottori agronomi e forestali delle province di Pisa, Lucca e Massa-Carrara rispettivamente al n. 522 e n.864, hanno ricevuto incarico di redigere una Relazione Pedo-Agronomica, da presentare nell'ambito del procedimento autorizzativo di un progetto di un impianto agrivoltaico. Il fine è quello di progettare i piani di coltivazione da attuare all'interno della superficie disponibile fra i pannelli e la fascia di mitigazione perimetrale, tenute conto delle caratteristiche pedo-agronomiche dei suoli coinvolti e delle peculiarità del paesaggio agrario locale.

L'azienda proponente è la NEOEN RENEWABLES ITALIA srl, società francese del Gruppo NEOEN. Il gruppo, con sede legale in Francia opera in diversi paesi Europei ed extra-Europei. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili, operando in proprio e su mandato di investitori istituzionali.

Il coordinatore scientifico del progetto è il Prof. Geologo Alfonso Russi.

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un impianto solare agrivoltaico di potenza nominale pari a 20.013,84 kWp da realizzare in regime agrivoltaico nel territorio comunale di Apricena (FG), per l'installazione del campo agrivoltaico e dell'interconnessione alla RTN.

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economici-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

L'agrivoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

Il progetto in esame sarà eseguito in regime agrivoltaico mediante la produzione di energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco- sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

L'energia elettrica necessaria dovrà essere parte dell'energia prodotta dal fotovoltaico installato sullo stesso terreno: perché ciò sia possibile, è necessario che siano adottati nuovi criteri di progettazione degli impianti, nuovi rapporti tra proprietari terrieri/agricoltori, nuovi rapporti economici e nuove tecnologie emergenti nel settore agricolo e fotovoltaico.

In riferimento a quanto previsto dalle **Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici pubblicate dal MITE il 27 Giugno 2022**, il presente progetto è definito come impianto agrivoltaico in quanto rispondente ai seguenti requisiti:

REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

- A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;
- A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola.

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

- B.1) Continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;

B.2) Producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

Nello specifico nel corso della vita dell'impianto agrivoltaico saranno monitorati i seguenti parametri (D.1):

1. Esistenza e la resa della coltivazione;
2. Mantenimento dell'indirizzo produttivo.

In sintesi, il progetto consente il proseguo delle attività di coltivazione agricola in sinergia ad una produzione energetica da fonti rinnovabili, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

Nel caso di studio, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 12 m in modo da permettere la coltivazione tra le interfila e garantire la giusta illuminazione al terreno e i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare il più possibile l'ombreggiamento, così da minimizzare le perdite di rendimento annuo in termini di produttività agricola.

L'impianto agrivoltaico sarà tecnicamente connesso alla Nuova SSE mediante cavo interrato AT che si estenderà per un percorso di circa 8,3 km, massimamente lungo la viabilità pubblica. L'allaccio alla Stazione Elettrica avverrà in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150 kV "Apricena".

1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO

1.1 Localizzazione geografica

L'area di progetto è situata in Puglia, all'interno della Provincia di Foggia nel comune di Apricena (Figura 1-1). I comuni confinanti più prossimi all'area sono Lesina e Poggio Imperiale, entrambi a pochi km verso nord. A breve distanza si incontrano inoltre San Paolo di Civitate verso est e San Severo verso sud (Figura 1-2). Dal punto di vista morfologico la zona ricade a cavallo fra l'Alto Tavoliere della Puglia e il Gargano settentrionale.



Figura 1-1. Localizzazione del comune di Apricena.

I centri abitati più vicini sono quelli di Poggio Imperiale che si trova circa 2 km a nord e Apricena, circa 6,5 km ad est, che contano rispettivamente 2.719 e 13.287 abitanti (ISTAT, 2017).

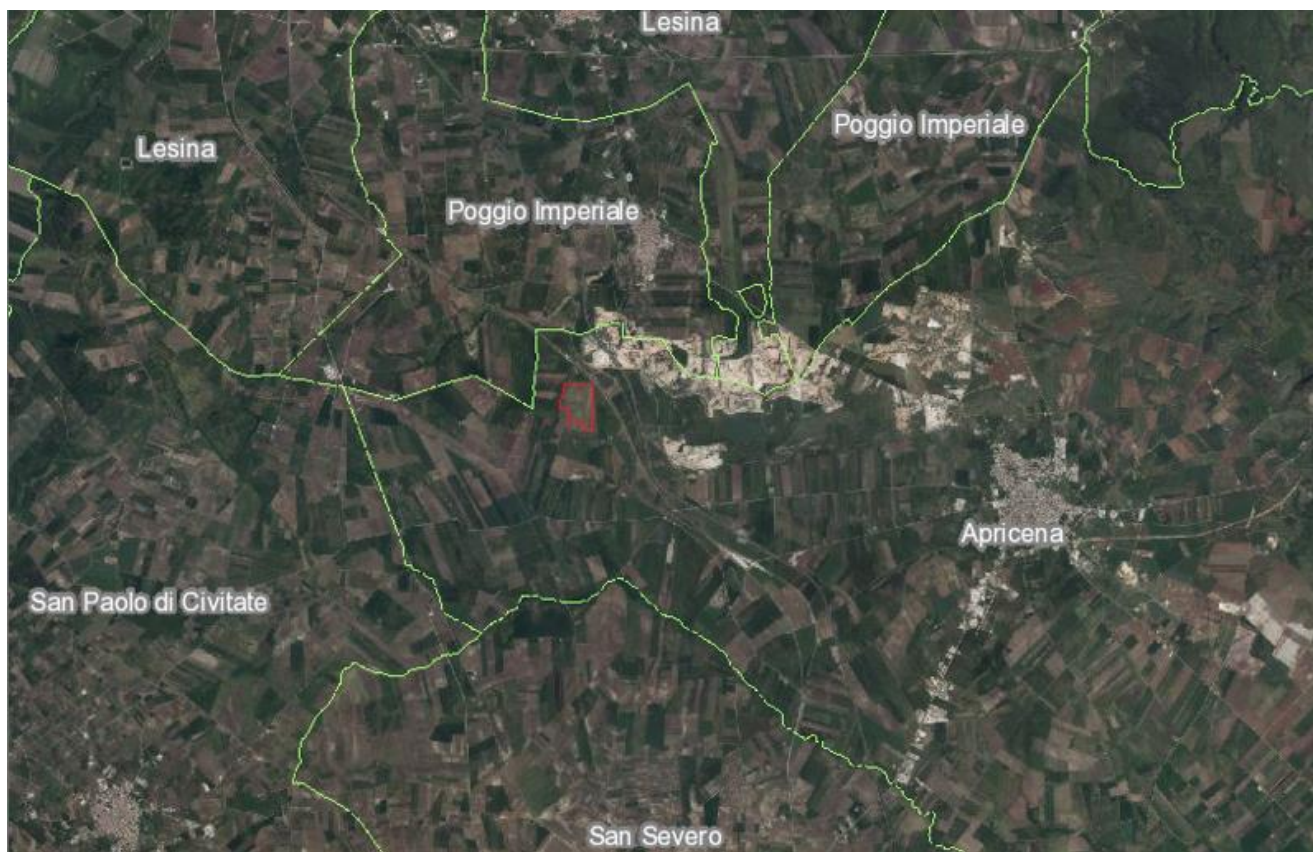


Figura 1-2. Localizzazione dell'impianto (in rosso) all'interno del comune di Apricena.

1.2 Inquadramento catastale

Tutti i terreni interessati da progetto ricadono all'interno del foglio 15 del comune di Apricena e sono intestati ad un unico proprietario. La qualità catastale risulta in parte di seminativi irrigui ed in parte di seminativi non irrigui, come confermato attraverso i sopralluoghi effettuati sul posto. Nella tabella che segue (Tabella 1-1), è riportato il piano particellare dettagliato con indicazione della superficie totale e della parte interessata da progetto per ogni singola particella.

PIANO PARTICELLARE									
Nome progetto		SOLARE APRICENA - NEOEN							
DATI CATASTALI							DATI PROPRIETARIO		
COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	COLTURA ACCERTATA	AREA PARTICELLA (m ²)	AREA PARTICELLA (HA)	FRAZIONAMENTO PARTICELLA DA COSTITUIRE IN DDS	Proprietario	C.F.	PROPRIETA'
APRICENA	15	14	SEMIN IRRIG	21240	2,1240	6,4744	RENZULLI LEONARDO nato a MONTE SANT'ANGELO (FG) il 27/03/1941	RNZLRD41C27F631T	1/1
			SEMINATIVO	106809	10,6809				
APRICENA	15	62	SEMIN IRRIG	34300	3,4300	3,4300			1/1
APRICENA	15	82	SEMINATIVO	101352	10,1352	3,8275			1/1
APRICENA	15	155	SEMIN IRRIG	51466	5,1466	5,1466			1/1
			SEMINATIVO	171380	17,1380	17,1380			
Totale lordo				48,6547	36,0165	Totale utile			

Tabella 1-1: Piano particellare.

1.3 Descrizione dell'area

Di seguito si riporta l'inquadramento su ortofoto dell'area di progetto nel territorio circostante, con indicazione dei confini di impianto evidenziati in rosso e del percorso dell'elettrodo fino alla nuova SSE in blu.

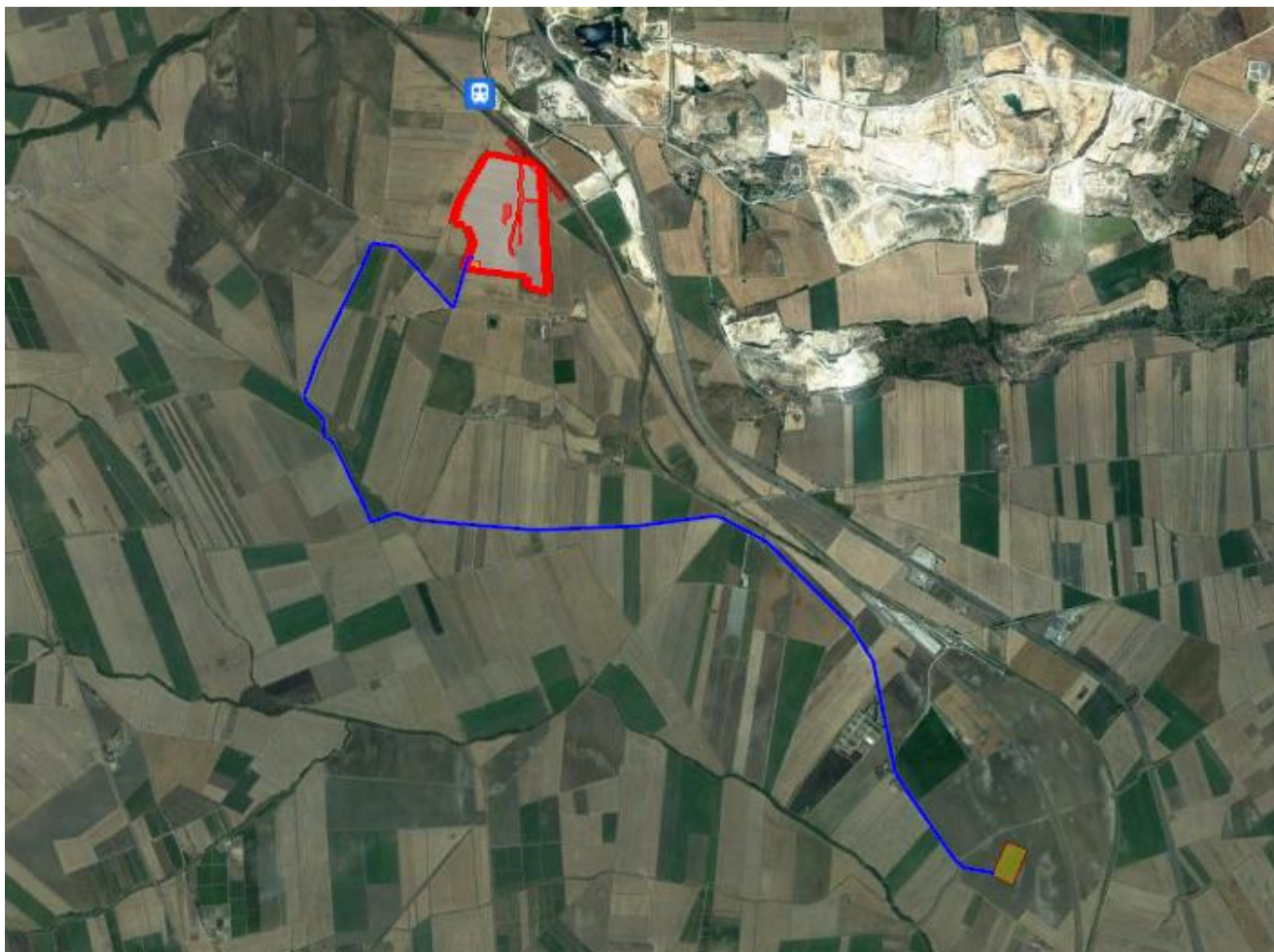


Figura 1-3. Ortofoto con indicazione perimetro impianto.

L'area oggetto di progetto è costituita da un unico grande corpo di circa 36 ha, posto ad una quota variabile fra i 95 e i 130 m s.l.m.

Dal punto di vista morfologico l'appezzamento è caratterizzato da una certa irregolarità data dall'andamento non pianeggiante sia lungo l'asse S-N che lungo l'asse E-O. In particolare, lungo l'asse E-O è caratterizzato da una conformazione con una "collinetta" centrale che degrada sui due lati per poi rialzarsi leggermente formando fra l'altro un impluvio di notevoli dimensioni, mentre lungo l'asse N-S la pendenza è rivolta esclusivamente verso S.



Figura 1-4. Sezione tipo asse E-O (Google Earth).



Figura 1-5. Sezione tipo asse S-N (Google Earth).

Le pendenze risultano comunque di entità contenuta (raramente superiori al 10%) e la maggior parte della superficie può essere definita come sub pianeggiante.

Dal punto di vista dell'attuale uso del suolo, l'intera superficie risulta impiegata totalmente a seminativo principalmente per la produzione di cereali. Negli immediati dintorni sono ampiamente diffusi seminativi e vigneti. In generale l'intera area risulta caratterizzata da una forte vocazione agricola. Oltre ad appezzamenti agricoli, poco a nord sono diffusi anche diversi siti estrattivi. Sempre nord, l'appezzamento confina con la linea ferroviaria nei pressi della stazione di Poggio Imperiale.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 Dati generali di progetto

Nella Tabella 2-1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

OGGETTO	DESCRIZIONE
Richiedente	NEOEN RENEWABLES ITALIA srl
Luogo di installazione:	Comune di Apricena – Provincia di Foggia
Denominazione impianto:	SOLARE APRICENA NEOEN
Dati catastali area impianto	Foglio 15 (Particelle 14, 62, 82, 155)
Potenza di picco (MWp):	20.013,84 kWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers monoassiali
Inclinazione piano dei moduli:	-55° +55° tipo Trackers
Azimuth di installazione:	0°
Totale Tracker:	1.463
Totale moduli:	35.112
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il PRG del Comune di Apricena colloca le opere di progetto in Zona E (Agricola)
Sistema di accumulo:	n.1 nell'area del campo agrivoltaico
Storage	N/A
Rete di collegamento:	Alta Tensione – 36 kV da campo agrivoltaico a nuova SE 150/36 kV
Coordinate:	40°47'39.46"N 8°14'46.40"E Altitudine media 70 m s.l.m.

Figura 2-1. Dati generali di progetto.

2.2 Criteri di progettazione

I criteri con cui è stata redatta la progettazione definitiva dell'impianto agrivoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- Rispetto delle normative pianificazione territoriale e urbanistica;
- Analisi del PAI;
- Scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto agrivoltaico a terra fisso con tecnologia moduli bifacciali;
- Ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- Disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- Rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- Soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- Conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- Ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- Impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- Riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

2.3 Layout d'impianto

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- Rispetto dei confini dei siti disponibili;
- Disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- Interfila tra le schiere calcolate al fine di limitare fenomeni di ombreggiamento;
- Zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- Zona di rispetto al reticolo idrografico;
- Zona di rispetto agli elettrodotti;
- Zona di rispetto della rete ferroviaria (fascia di 30 m);
- Zona di rispetto delle aree vincolate per elevata pendenza.

Nel caso specifico, all'interno dell'area disponibile la continuità dei pannelli è interrotta in vari punti in corrispondenza:

- Dell'impluvio che attraversa l'appezzamento;
- Di una fascia di rispetto di 30 m dalla linea ferroviaria situata a nord;
- Di una fascia in corrispondenza del passaggio della linea d'acquedotto;
- Di un'area centrale a pendenza elevata (> 15%);
- Dell'area occupata dal sistema di accumulo.



Figura 2-2. Layout di progetto con indicazione di tutti gli elementi.

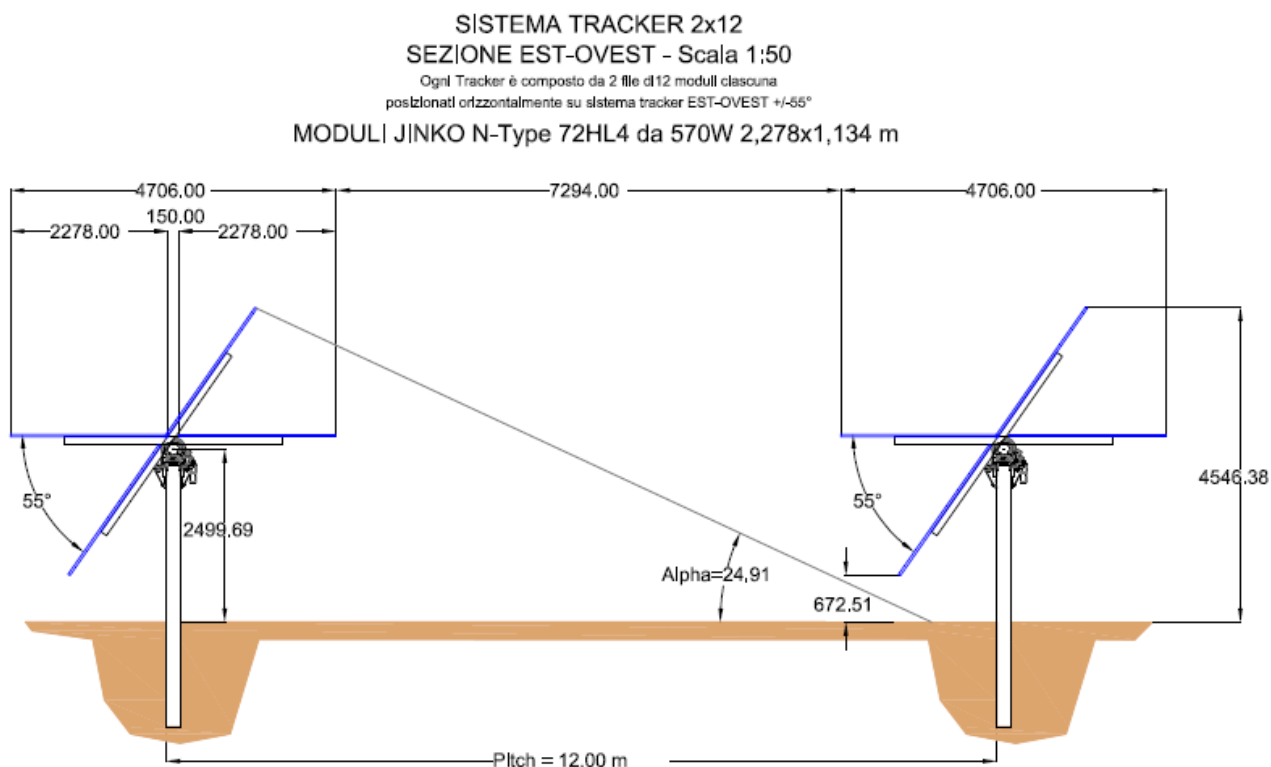
2.4 Componenti dell'impianto

2.4.1 Componenti FV e strutture di sostegno

Il progetto prevede l'impiego di moduli FV modello Jinko N-Type 72HL4 da 570 KW, montati orizzontalmente su di una struttura metallica di tipo tracker est-ovest con fondazione su pali infissi nel terreno in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a $+55^\circ / -55^\circ$.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- Materiale: acciaio zincato a caldo;
- Tipo di struttura: Tracker fissata su pali;
- Inclinazione sull'orizzontale $+55^\circ -55^\circ$;
- Esposizione (azimuth): 0° ;
- Altezza min: 0,67 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,55 m (rispetto al piano di campagna);
- Pitch: 12 m;
- Distanza minima fra moduli in posizione orizzontale: 7,29 m.



ALTEZZA MODULI SU STRUTTURE MOBILI: $H_{min} = 0,67 \text{ m} - H_{max} = 4,55 \text{ m} - H_{media} = 2,61 \text{ m}$

Figura 2-3. Sezione est-ovest delle strutture tracker progettate.

La configurazione della struttura di tipo tracker progettata, è costituita da gruppi di 12 x 2 moduli che si ripetono lungo l'asse nord-sud.

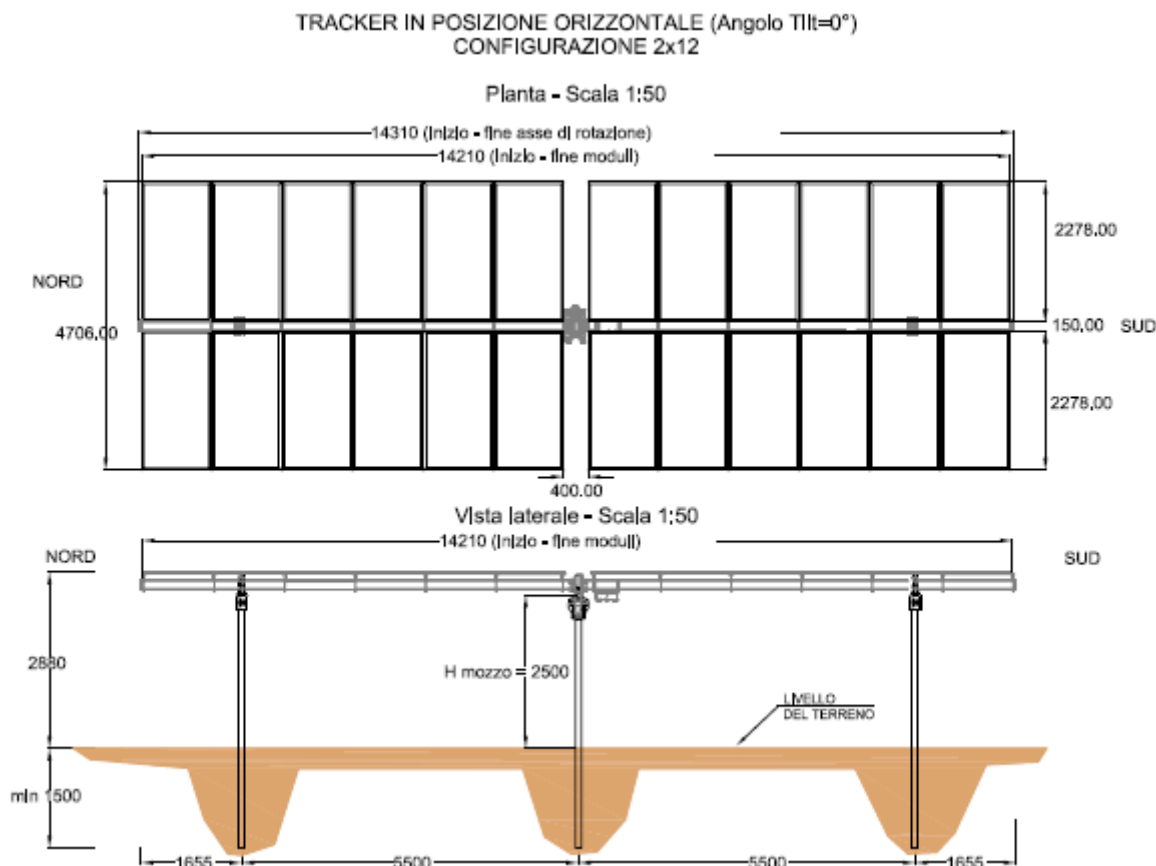


Figura 2-4. Particolare dei tracker e sezione nord-sud.

2.4.2 Recinzione e fascia perimetrale di mitigazione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 30 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

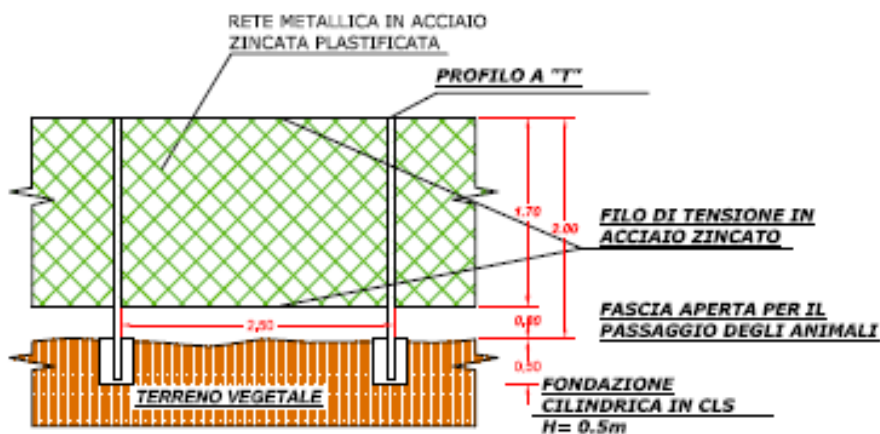


Figura 2-5. Particolare della recinzione.

La recinzione sarà posizionata ad una distanza minima di 9 metri dai pannelli; esternamente ad essa sarà posizionata una fascia di mitigazione, larga 5 m, all'interno del sito catastale. Per i dettagli relativi alla progettazione di quest'ultima si rimanda al capitolo 4 della presente relazione. Il perimetro sarà inoltre corredato di opere accessorie, quali impianti di illuminazione e videosorveglianza.

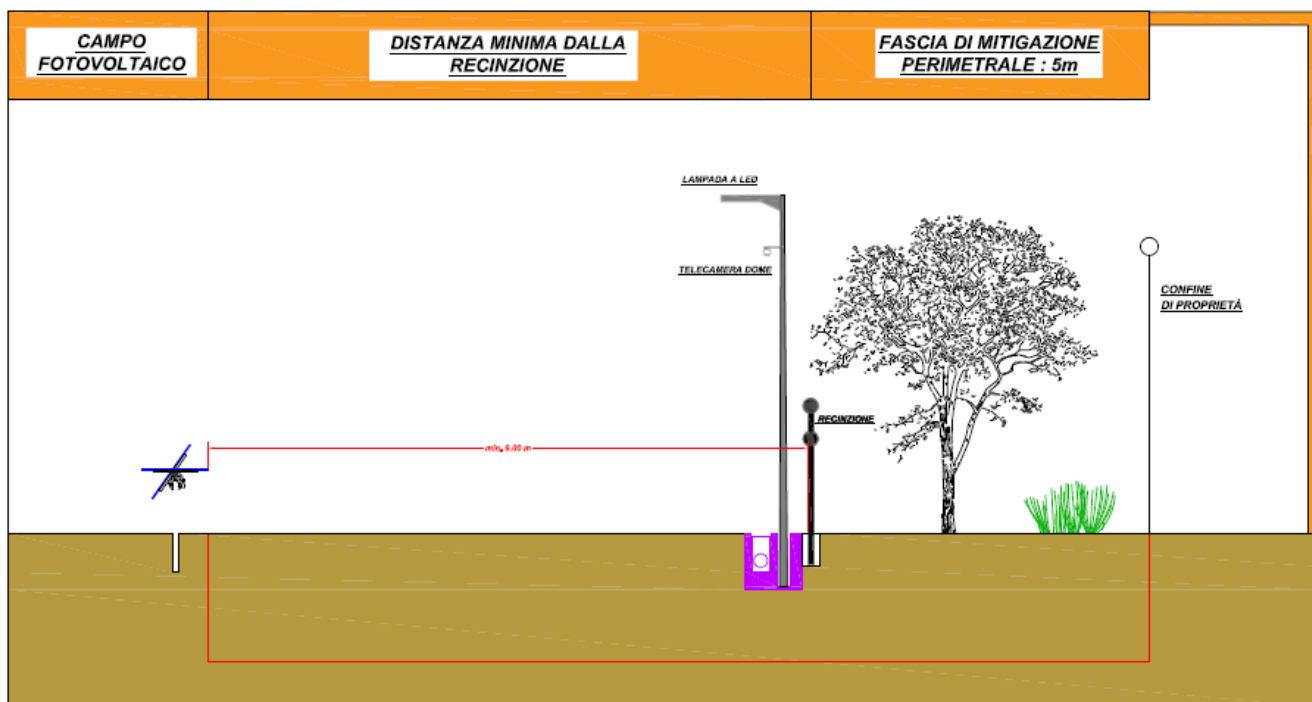


Figura 2-6. Posizionamento di recinzione e fascia perimetrale di mitigazione rispetto al campo agrivoltaico.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista inoltre l’installazione di cancelli carrabili per un agevole accesso alle diverse aree dell’impianto.

Nella figura seguente si riporta il particolare dell’accesso al campo agrivoltaico.

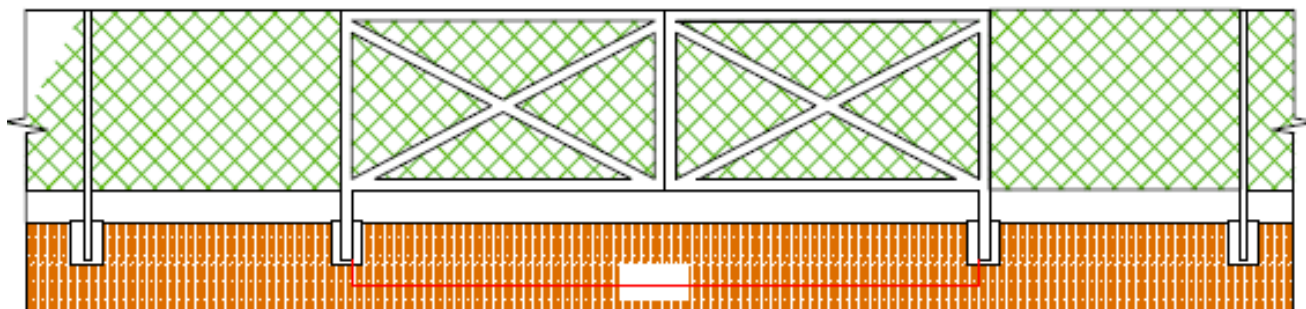


Figura 2-7. Particolare dell’accesso carrabile al campo.

2.4.3 Viabilità interna

All’interno del campo sarà realizzata una viabilità interna (larghezza carreggiata netta 4 m) per garantire facile accesso e la possibilità di ispezionare l’area di impianto. La localizzazione della viabilità è indicata all’interno del layout di progetto.

Le opere varie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine della fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Ai lati della viabilità scorreranno i cavidotti interrati.

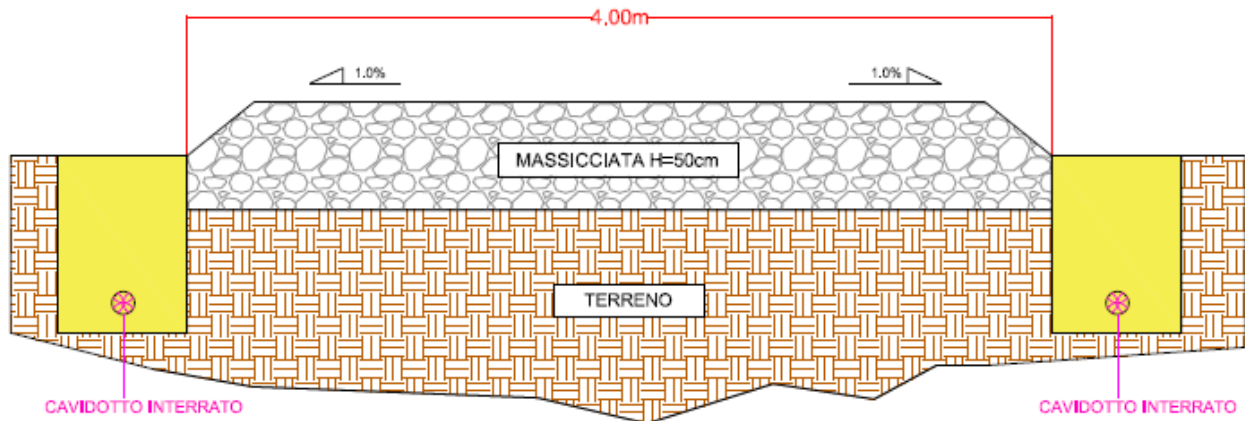


Figura 2-8. Sezione tipo di viabilità interna.

2.4.4 Drenaggio

Il sistema per la regimazione delle acque meteoriche prevede la regimazione delle acque di ruscellamento superficiale di parte del sito tramite un sistema costituito da canalette a cielo aperto che garantiscono il recapito delle acque meteoriche ai recettori esistenti.

Le canalette di drenaggio sono costituite da semplici fossi di drenaggio ricavati sul terreno a seguito della sistemazione superficiale definitiva dell'area mediante la semplice sagomatura del terreno ed il posizionamento di un rivestimento litoide eseguito con materiale grossolano a protezione dell'erosione del fondo e delle scarpatine laterali.

3 DEFINIZIONE DEL PIANO AGRONOMICO

3.1 Aspetti considerati

Per la definizione del piano colturale sono stati presi in considerazione diverse aspetti di seguito riassunti:

3.1.1 Influenza dei pannelli fotovoltaici sulla coltivazione

L'installazione di pannelli fotovoltaici su un terreno ad utilizzo agricolo modifica le modalità di coltivazione principalmente per due motivi:

- Riduzione della radiazione diretta a disposizione delle colture;
- Limitazioni al movimento delle macchine agricole per l'ingombro delle strutture di sostegno.

Tale condizione, comunque, è già ampiamente conosciuta nella scienza delle coltivazioni, in quanto tipica delle consociazioni colturali tra specie erbacee e arboree, molto frequenti nel passato e dei sistemi agro-forestali che, per ragioni differenti, stanno diffondendosi in molti areali produttivi.

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici chiaramente determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche.

Tale modificazione, strettamente correlata dalla densità di copertura, influenza la produzione delle differenti colture in una misura variabile a seconda di:

- Fabbisogno di luce della coltura;
- Tolleranza all'ombreggiamento;
- Altezza della coltura;
- Distribuzione spaziale della "canopy" della coltura;
- Stagionalità dell'attività fotosintetica della coltura.

La densità di copertura, quindi, deve essere determinata al fine di garantire un corretto equilibrio tra efficiente produzione di energia elettrica e redditività dell'utilizzazione agricola.

Anche la struttura di sostegno della copertura fotovoltaica interagisce con le pratiche di coltivazione, risultando più o meno impattante a secondo del "layout" di disposizione della coltura in campo.

Quindi, la scelta delle possibili specie da coltivare al di sotto di coperture fotovoltaiche risulta legata a numerosi aspetti sia fisiologici della pianta, sia agronomici attinenti alle tecniche di coltivazione. La riduzione della radiazione incidente non genera sempre un effetto dannoso sulle colture che, spesso, possono adattarsi alla minore quantità di radiazione diretta intercettata, migliorando l'efficienza dell'intercettazione. La mancanza di studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini, tuttavia limita fortemente la valutazione dell'impatto della copertura fotovoltaica sulla produttività delle colture.

Va considerato inoltre che un'opportuna regolazione della pendenza dei pannelli durante la stagione colturale può garantire l'ottimizzazione della coesistenza del pannello solare sopra la coltura agraria.

La copertura fotovoltaica inoltre presenta anche effetti positivi: garantisce infatti una certa protezione alle colture dai fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di maggiore radiazione, la protezione data dal pannello contribuisce a ridurre le possibilità che si verifichi stress idrico, garantendo una riduzione della evapotraspirazione delle colture. Quest'ultimo aspetto è particolarmente apprezzabile in condizioni climatiche come quelle presenti nell'area di progetto, caratterizzate da scarsa piovosità, soprattutto nei periodi più caldi dell'anno.

Nel caso in esame, gli ampi spazi che saranno mantenuti fra i pannelli (pitch di 12 m) garantiscono un ampio interfila che non limita in maniera sostanziale la coltivazione e la conduzione dei terreni secondo normali pratiche agricole. Va inoltre ricordato che la struttura tracker garantisce la possibilità di inclinare i pannelli a piacere fino ad un'altezza di 4,55 m, ben superiore a quella della maggioranza dei mezzi agricoli: in questo modo è possibile, in caso di necessità garantire il passaggio dei mezzi sull'intera superficie al di sotto dei pannelli.

3.1.2 Caratteristiche pedoclimatiche del sito

L'analisi delle caratteristiche pedoclimatiche, descritte all'interno della Relazione Pedoagronomica (REL010) alla quale si rimanda per maggiori approfondimenti, ha consentito di mettere in luce i seguenti aspetti:

- Il clima della zona non si discosta da quello tipico delle aree più interne del Tavoliere delle Puglie: le principali limitazioni alle colture agrarie sono legate all'aridità dei mesi estivi e in generale allo scarso andamento pluviometrico (totale annuale intorno ai 500 mm). Ne consegue che la coltivazione di specie più esigenti in termini idrici, soprattutto a ciclo estivo-primaverile, è subordinata alla possibilità di irrigazione;
- La morfologia dei terreni oggetto il progetto è per la quasi totalità pianeggiante o sub pianeggiante e non pregiudica in alcun modo la meccanizzazione agricola degli interventi di coltivazione;
- I terreni di progetto hanno ottime potenzialità produttive se condotti attraverso buone pratiche agricole. Si tratta infatti di terreni franchi, ben strutturati, scarsamente salini e ben dotati di nutrienti. L'unico fattore limitante è la dotazione medio-scarso di sostanza organica, che tuttavia può essere integrata attraverso opportuni avvicendamenti e tecniche di lavorazione conservative. I terreni risultano pertanto idonei alla coltivazione di tutte le specie tipicamente coltivate a livello locale.

3.1.3 Caratterizzazione agronomica dell'area

Il paesaggio locale è caratterizzato in larghissima maggioranza da appezzamenti agricoli condotti a seminativo, con ampia diffusione di ordinamenti cerealicoli. La coltura più diffusa è il grano duro. Ai seminativi si alternano oliveti sparsi di modesta estensione e, nei pressi dei confini dell'impianto, alcuni vigneti.

3.2 Piano agronomico

Dati i notevoli spazi garantiti dalla tipologia di impianto progettata, che pongono pochi limiti all'esecuzione delle normali operazioni agricole, la proposta progettuale è quella di dare continuità alle coltivazioni erbacee presenti mantenendo un avvicendamento fra le colture tipiche dell'area. In questo modo è garantita la presenza degli ordinamenti tradizionali e il know-how dei gestori del terreno relativamente alle produzioni che saranno eseguite.

Fra le colture realizzabili considerate le caratteristiche pedoclimatiche e morfologiche del sito, si citano sicuramente:

- **Cereali autunno vernini:** grano duro, orzo, avena;
- **Colture industriali:** colza, pomodoro da industria (solo nelle parti più pianeggianti);
- **Leguminose da granella:** cece, favino;
- **Leguminose da foraggio:** erbai polifiti, erba medica.

Per problemi di complementarità con l'impianto agrivoltaico, che nella disposizione più inclinata raggiunge un'altezza minima da terra di circa 70 cm, non risultano invece coltivabili specie particolarmente alte come il girasole o ad esempio le varietà antiche di grano duro, che superano abbondantemente 1,5 m.

La proposta progettuale nello specifico è rappresentata dal presente avvicendamento della durata di 6 anni:

- 1) **CEREALE AUTUNNO VERNINO (GRANO DURO/AVENA);**
- 2) **CECE;**
- 3) **CEREALE AUTUNNO VERNINO (GRANO DURO/AVENA);**
- 4) **ERBA MEDICA;**
- 5) **ERBA MEDICA;**
- 6) **ERBA MEDICA.**

Nella stesura del piano sono stati rispettati tutti i principali criteri relativi alle successioni colturali indicati dai disciplinari di produzione integrata della Regione Puglia, qui di seguito riportati:

- Per l'intera azienda o di unità di produzione omogenee per tipologie di colture, le aziende devono adottare in linea di massima un avvicendamento che comprenda almeno tre colture e preveda al massimo un ristoppio per ogni coltura;
- Per le colture che hanno la destinazione a produzione di seme, non è ammesso il ristoppio;
- I cereali autunno-vernini (frumento duro, orzo, ecc.) sono considerati colture analoghe ai fini del ristoppio;
- Le colture erbacee poliennali tecnicamente non avvicendabili non sono soggette ai vincoli rotazionali;
- Gli erbai sono considerati agli effetti dell'avvicendamento colture di durata annuale;
- Le colture erbacee poliennali avvicendate e il maggese vengono considerati ai fini del conteggio dell'avvicendamento come una singola coltura;
- Per le colture orticole a ciclo breve è ammissibile la ripetizione di più cicli nello stesso anno e ciascun anno con cicli ripetuti viene considerato come un anno di coltura; nell'ambito della stessa annata agraria, la successione fra colture orticole a ciclo breve appartenenti a famiglie botaniche diverse o un intervallo di almeno sessanta giorni senza coltura tra due cicli della stessa ortiva, sono considerati sufficienti al rispetto dei vincoli di avvicendamento;

- Le colture da sovescio che normalmente occupano il terreno per un breve periodo di tempo non vengono considerate ai fini della successione colturale (fatta eccezione per il riso); qualora il loro ciclo (da emergenza a interrimento inclusi) sia superiore ai 120 giorni rientrano invece tra le colture avvicendate.

La scelta del piano colturale in particolare ha in particolare tenuto conto dei seguenti aspetti:

- Mantenimento di colture tipiche;
- Mantenimento sul terreno di una buona biodiversità grazie all'impiego di 4 diverse specie di cui due leguminose ad azione miglioratrice del terreno;
- Nessun ristoppio;
- Mantenimento quasi costante della copertura del suolo per limitare al massimo i fenomeni erosivi e il rischio di desertificazione;
- Colture che richiedono lavorazioni e macchinari compatibili con strutture fotovoltaiche.

Relativamente alla copertura del terreno, nella tabella seguente, si riportano i periodi di occupazione del terreno da parte delle diverse colture nel corso degli anni previsti dall'avvicendamento. Come è possibile osservare, restano scoperti solo brevi periodi mai superiori ai 90 giorni nei momenti meno piovosi dell'anno.

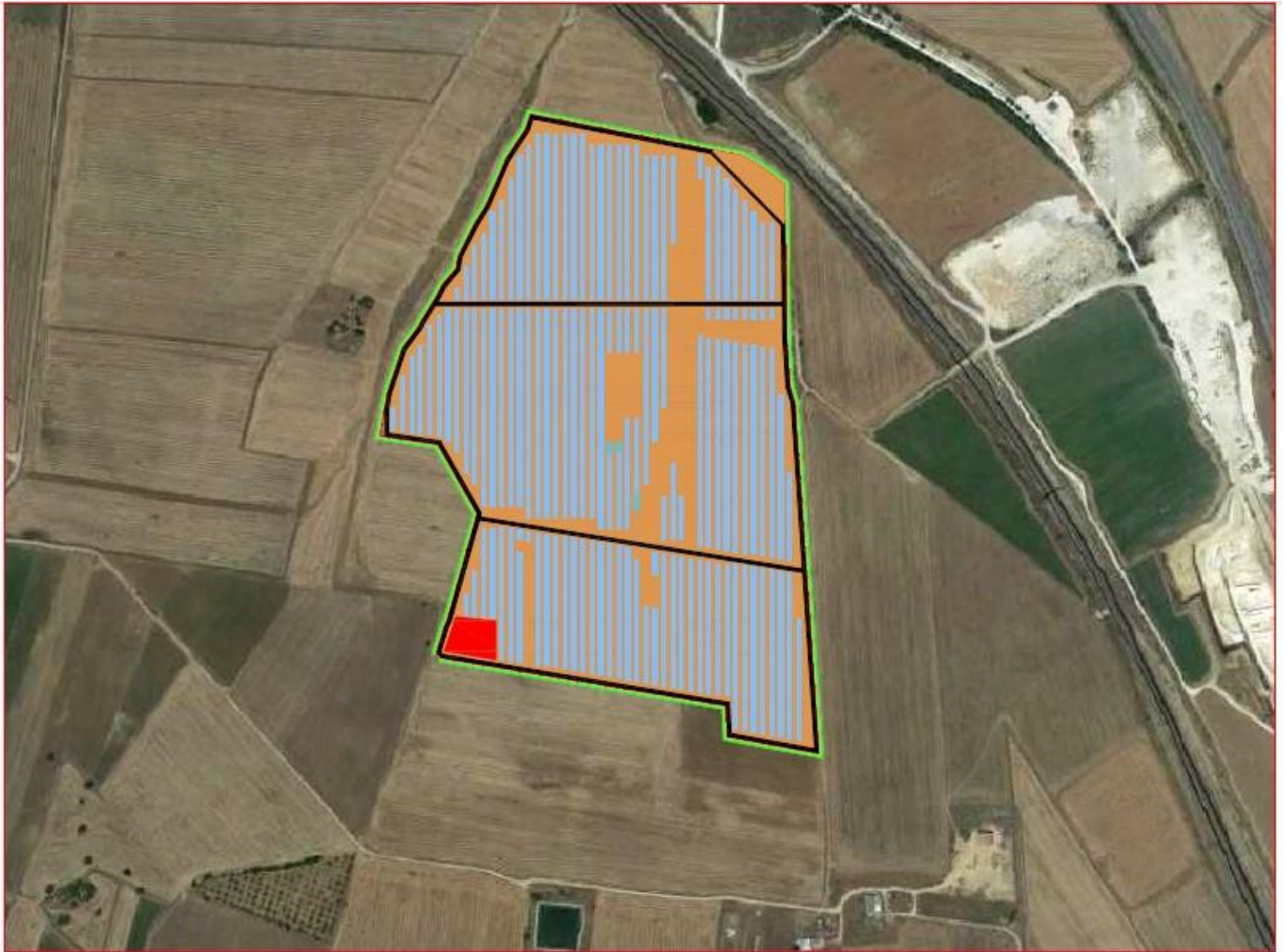
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Med	Med	Med	Med	Med	Med				Cer	Cer	Cer
2	Cer	Cer	Cer	Cer	Cer	Cer	Cer			Cec	Cec	Cec
3	Cec	Cec	Cec	Cec	Cec	Cec				Cer	Cer	Cer
4	Cer	Cer	Cer	Cer	Cer	Cer	Cer			Med	Med	Med
5	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med
6	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med

Tabella 3-1. Occupazione del suolo da parte delle colture.

Dal momento che il progetto riguarda un unico grande lotto di terreno, per ragioni di praticità e semplificazione nell'esecuzione delle operazioni colturali, la rotazione fra le diverse colture avverrà solamente a livello temporale e non spaziale. L'intera superficie sarà occupata dalla coltura prevista di volta in volta.

SETTORE	COLTURA	ESTENSIONE (HA)
INTERA SUPERFICIE A DISPOSIZIONE	AVVICENDAMENTO PROGETTUALE	23,83

Tabella 3-2. Estensione della superficie coltivata.



LEGENDA








-  TRACKER 2x12
-  AREE COLTIVATE
-  CABINA DI SMISTAMENTO
-  RECINZIONE
-  FASCIA DI MITIGAZIONE PERIMETRALE 5 m
-  STRADE INTERNE 4 m
-  SISTEMA DI ACCUMULO

Figura 3-1. Occupazione delle aree coltivate.

3.3 Tecnica colturale

Nella scelta delle tecniche colturali, andrà posta particolare attenzione nell'adozione di tecniche agronomiche e di lavoro conservative della fertilità dei terreni.

In particolare, ove le condizioni tecniche lo consentano, saranno preferibilmente adottati i seguenti criteri di lavoro:

- Nella preparazione dei terreni l'impiego di minima lavorazione (profondità non superiori a 15-20 cm) fino anche della semina su sodo per i cereali autunno-vernini e le leguminose che ben rispondono a tale tecnica. Ove fosse necessario eseguire operazioni di ribaltamento delle zolle, ad esempio per interventi di incorporamento di ammendamenti o colture da sovescio nel suolo, va preferito l'intervento con attrezzature che non creano suola di lavorazione (ad esempio aratro-ripuntatore);
- Controllo delle erbe infestanti prioritariamente mediante mezzi meccanici (ad esempio erpice strigliatore sui cereali autunno-vernini e sarchiatore sulle colture industriali come girasole e pomodoro nelle prime fasi) e agronomici (avvicendamenti ampi con inserimento di erba medica e pratica di falsa semina) e solo in ultima battuta attraverso l'impiego di prodotti fitosanitari a basso impatto ambientale.

La coltivazione sarà portata avanti negli interfila al di fuori della proiezione a terra dei pannelli (così come previsto nel calcolo della superficie agricola coltivata per il soddisfacimento del requisito A, vedi cap. 6). Al di sotto dei pannelli saranno invece mantenute strisce di inerbimento spontaneo a servizio della biodiversità e come riparo per l'entomofauna utile. Tali aree saranno sottoposte principalmente a sfalci periodici tramite i mezzi previsti (vedi paragrafo 3.6). Ad ogni modo, all'occorrenza è possibile anche prevedere lavorazioni e semine che si spingano al di sotto delle aree sottese ai pannelli.

3.3.1 Schede colturali

Nei paragrafi che seguono sono riportate alcune nozioni relative alla coltivazione delle principali specie avvicendate inserite all'interno del piano colturale.

3.3.1.1 Grano duro

Esigenze pedoclimatiche

Il frumento duro, benché si adatti a diverse tipologie di terreno, preferisce i suoli con buona struttura, di medio impasto o argillosi a condizione che non si verificano ristagni idrici e ben dotati di elementi nutritivi e sostanza organica con pH compreso fra 6,5 e 7,8. Le esigenze termiche sono crescenti per le successive fasi fenologiche: per la germinazione e l'accestimento sono sufficienti 2-3 °C, 10 °C per la levata, 15 °C per la fioritura e 20 °C per la maturazione. Durante l'accestimento, il frumento duro può sopportare anche basse temperature (qualche grado sotto lo zero) ma successivamente, durante la levata, pochi gradi sotto lo zero possono causare danni agli internodi che si stanno allungando. In prossimità della fioritura, temperature inferiori a 0 °C possono causare la morte dei fiori nella spiga. La fase di riempimento delle cariossidi è favorita da temperature intorno ai 20-25 °C, eccessi di temperatura durante questa fase riducono l'accumulo di sostanze di riserva nelle cariossidi e aumentano il rischio dei fenomeni di "stretta da caldo".

Varietà

La scelta della varietà dipende dalle caratteristiche ambientali (pedo-climatiche) ed agronomiche in cui si realizza la coltura con particolare riferimento all'area di coltivazione, all'epoca di semina, al tipo ed al livello di fertilità del terreno, dalla disponibilità di mezzi tecnici nella coltivazione e dalla qualità del prodotto che si vuole ottenere. In particolare la varietà deve possedere i seguenti requisiti:

resa elevata e costante nel tempo, resistenza all'allettamento ed alla stretta, resistenza alle principali fisiopatie, elevato tenore proteico e un buon indice di glutine, buon peso ettolitrico ed elevato indice di giallo della semola.

Per un buon orientamento nel corso delle annate, è molto utile fare riferimento alla Rete Nazionale del frumento duro coordinata dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) -Centro di Ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali di Foggia in collaborazione con l'Università degli Studi di Bari e il CNR Istituto di Genetica Vegetale di Bari. Ogni anno la Rete pubblica nel mese di settembre i risultati delle prove eseguite sulle varietà di grano duro descrivendone le performance tramite una serie di parametri indicatori.

Fra le varietà più stabili in termini produttivi e qualitativi per gli areali Pugliesi si menzionano: Antalis, Claudio, Furio Camillo, Iride, Marakas, Marco Aurelio, Tancredi.

Gestione colturale

La gestione del suolo e le tecniche di lavorazione per la preparazione del letto di semina devono essere finalizzate al suo mantenimento in buone condizioni strutturali preservando il contenuto in sostanza organica e la fertilità e nel contempo migliorando l'efficienza dei nutrienti, favorendo la penetrazione delle acque meteoriche mediante la riduzione delle perdite di acqua per lisciviazione, ruscellamento ed evaporazione, prevenendo l'erosione del suolo. Negli ultimi anni lo studio delle tecniche di lavorazione del terreno ha dimostrato che i cereali autunno vernini si prestano ottimamente all'applicazione di tecniche conservative del suolo.

Diverse sono le modalità di lavorazione, che possono essere utilizzate senza alterazione dei livelli di produzione. Sarà possibile sui terreni oggetto di progetto andare a preparare il letto di semina secondo le seguenti modalità, da valutare di anno in anno a seconda delle condizioni operative:

- Semina su sodo;
- Minima lavorazione con erpice, a dischi o rotante, ad una profondità di 10-15 cm di profondità;
- Lavorazione ridotta a 25-30 cm di profondità;
- Lavorazione a due strati, con discissura a 40-60 cm, aratura a 20-25 cm e/o frangizzollatura.

La semina del frumento viene eseguita con seminatrici a righe. Nel caso della semina su terreno sodo si utilizzeranno macchine specifiche predisposte con organi a disco che effettuano un taglio verticale del suolo, mentre attraverso un collettore il seme è deposto a 3-5 cm di profondità. Nel caso di minima lavorazione, o anche di lavorazione ridotta, si possono utilizzare seminatrici combinate con attrezzi ad organi rotanti che preparano il letto di semina a cui sono collegati normali seminatrici dotate di tramoggia, oppure classiche seminatrici meccaniche o pneumatiche, le stesse che si utilizzano normalmente nella semina dopo lavorazioni profonde. La quantità di seme da impiegare può variare per le diverse condizioni pedo-climatiche del territorio di coltivazione, della fertilità del terreno, dell'epoca di semina adottata. Si può indicativamente raccomandare un investimento compreso tra i 250 ed i 450 semi germinabili a mq.

La coltivazione avverrà in asciutta. Il frumento duro è infatti una coltura rustica in termini di fabbisogno idrico ed una buona parte del suo ciclo coincide fra l'altro con i periodi più piovosi dell'anno. Inoltre vanno considerate la forte vocazione cerealicola del sito e le caratteristiche dell'impianto, che consentono la creazione di condizioni di temperatura e umidità favorevoli e la riduzione dell'evapotraspirazione dovuta al parziale ombreggiamento.

La raccolta è eseguita quando la granella ha raggiunto la piena maturazione e la sua umidità è inferiore al 13%, che rappresenta il limite ottimale per una lunga conservazione. Essenziale per una regolare esecuzione delle operazioni di raccolta è la perfetta messa a punto della mietitrebbia. Infatti gli elementi trebbianti, quali l'apparato trebbiante e quello di pulizia, devono presentare una buona regolazione al fine di evitare di produrre lesioni alle cariossidi.

3.3.1.2 Avena

Esigenze pedoclimatiche

L'avena si caratterizza per una notevole rusticità, che la rende adattabile a diversi tipi di terreno, grazie alle notevoli dimensioni del suo apparato radicale è in grado di crescere in tutti i tipi di terreno. L'avena è meno resistente alle basse temperature rispetto al frumento e all'orzo e viene danneggiata dalle alte temperature.

Varietà

Nella scelta varietale importanti caratteristiche da considerare sono:

- Resistenza o tolleranza alle basse temperature;
- Resistenza o tolleranza alla siccità;
- Resistenza all'allettamento;
- Resistenza alle malattie;
- Stabilità produttiva;
- Caratteristiche merceologiche;
- Qualitative della produzione.

Gestione colturale

Relativamente alla tecnica colturale si rimanda al paragrafo 8.3.1.1 sul frumento duro. Le considerazioni tecniche relative alle due specie sono infatti le medesime, essendo entrambi cereali autunno vernini.

3.3.1.3 Erba medica

Esigenze pedoclimatiche

L'erba medica è una pianta erbacea, generalmente coltivata per 3-4 anni per la produzione di foraggi, moderatamente resistente al freddo, ma molto resistente al caldo e al secco grazie alla sua capacità di approfondimento radicale.

L'erba medica si sviluppa in terreni profondi, ben areati, non acidi e non soggetti a ristagno idrico. Superata la fase di crescita, grazie allo sviluppo dell'apparato radicale, resiste a lunghi periodi di siccità, ricaccia rapidamente sia dopo il taglio sia alla ripresa primaverile.

Varietà

La scelta della varietà deve essere effettuata in base alle caratteristiche di produttività, qualità del foraggio, longevità, resistenza alle avversità, adattamento all'ambiente. Ad oggi sono disponibili sul mercato una grande quantità di sementi certificate.

Gestione colturale

L'erba medica va seminata alla fine dell'inverno oppure alla fine dell'estate, per consentire alle piantine di raggiungere 4-5 foglie e sviluppare l'apparato radicale prima del gelo.

Se la medica è in successione al frumento, come avviene nella proposta progettuale, è possibile far precedere la semina del terreno da una "lavorazione minima", costituita solo da un'epicatura superficiale.

L'investimento ottimale di seme è di 350-400 piante/m², che si raggiunge con quantità di seme di circa 15-20 kg/ha, seminati attraverso comune seminatrice a righe o a spaglio.

Nell'anno di semina la produzione è scarsa, la piena produttività si raggiunge nel secondo anno.

A livello di cure colturali è una pianta poco esigente, autosufficiente in termini di azoto e con grande potere rinettante nei confronti delle infestanti.

Annualmente nel medicaio è possibile attuare nel corso della stagione vegetativa da un minimo di tre ad un massimo di 5/6 sfalci a seconda dell'andamento climatico. Nel contesto Pugliese normalmente si riescono ad eseguire 2/3 tagli per stagione.

La fienagione è un'operazione piuttosto delicata che deve essere eseguita nei tempi e con i mezzi giusti per ottenere un prodotto di buona qualità. Lo stadio fenologico migliore per il taglio è quello di inizio fioritura e le operazioni raccolta devono essere eseguite con cura per evitare che vengano perse nell'operazione le foglie che rappresentano la parte più pregiata della pianta dal punto di vista nutrizionale.

Le operazioni di fienagione saranno eseguite attraverso apposite macchine operatrici (vedi cap. 3.5).

3.3.1.4 Cece

Esigenze pedoclimatiche

Il cece si adatta ai climi temperato-caldi e presenta buona capacità di adattamento alle basse temperature analoghe a quelle della fava e del pisello. È una pianta arido resistente e quindi si adatta molto bene al clima mediterraneo con scarsa piovosità. La temperatura ottimale di germinazione e crescita è compresa tra 15 e 25 °C. Le basse temperature che si manifestano durante il ciclo non creano particolari problemi quando le piante sono in fase di stasi vegetativa. Temperature oltre i 30°C nel corso della fioritura determinano aborti e cascola fiorale. Il cece predilige terreni ben drenati ma con elevata capacità di immagazzinamento dell'acqua e abbastanza profondi, ove resiste molto bene alla siccità grazie al notevole sviluppo del suo apparato radicale. Il pH ottimale è compreso tra 6,5 e 8, non gradisce i terreni acidi (pH < 6), nei terreni calcarei si verifica ispessimento dei tegumenti e, quindi, maggiore resistenza alla cottura della granella.

Varietà

La scelta varietale deve soddisfare esigenze di natura agronomiche e di mercato. Le caratteristiche di rusticità e tolleranza/resistenza alle avversità, produttività e precocità sono da considerare in modo prioritario nella scelta varietale. Per le coltivazioni condotte con semina autunnale, è importante la scelta di varietà tolleranti all'*Ascochyta rabiei* (agente dell'Antracnosi o "rabbia del cece").

Fra le varietà più diffuse e competitive negli areali meridionali si citano la Sultano e la Pascià. Oltre a queste hanno ampia diffusione in Puglia numerosissimi ecotipi locali.

Gestione colturale

La semina può essere effettuata in autunno (ottobre-novembre) o fine inverno (febbraio-marzo), su letti di semina ben affinati. La densità delle piante varia da 25 a 40 piante/mq, in funzione del loro sviluppo. Si effettua, normalmente, la semina a righe attraverso le seminatrici da frumento con una distanza tra le file che varia da 40 a 60 cm e sulla fila tra i semi tra i 5 e i 10 cm. La quantità complessiva di seme per ettaro varia da 100 a 150 kg in funzione del peso medio del seme, dell'epoca di semina e dalla % di germinabilità. La profondità di semina varia da 3 a 5 cm, profondità superiori determinano un ritardo nella fioritura e una riduzione dello sviluppo vegetativo. Il cece è una coltura realizzata principalmente in asciutto, grazie alla notevole capacità di radicazione in profondità, che rende la pianta capace di utilizzare le risorse idriche immagazzinate negli strati profondi del terreno durante la stagione piovosa e completare il ciclo biologico prima che queste siano esaurite.

In fase di crescita di norma il cece non richiede cure colturali particolari: solo in alcuni casi è praticata una leggera rincalzatura al piede delle piante.

La scelta del momento ottimale per la raccolta, tiene conto del contenuto in acqua dei semi, mediamente variabile fra il 12 e il 15%, nonché della percentuale dei semi immaturi e si esegue con le classiche mietitrebbie da frumento.

3.4 Sistemazioni idraulico agrarie

Date le caratteristiche dei terreni di progetto non si registra la necessità di eseguire ex novo particolari interventi di sistemazione idraulico-agraria, al di là delle canalette di regimazione connesse alla viabilità interna.

La lieve pendenza (mediamente inferiore al 10%), unita alla buona permeabilità del terreno garantiscono un allontanamento naturale delle acque meteoriche dalla superficie coltivata. Allo stato attuale sono già presenti nei punti di convergenza delle pendenze vari impluvi (Figura 3-1).

Deve essere riposta grande attenzione alla costante manutenzione e nella pulizia di questi ultimi.



Figura 3-1. Impluvio all'interno dei terreni di progetto.

Sono infine da evitare pratiche che possano favorire fenomeni erosivi quali lavorazioni profonde, ed in generale il mantenimento per lunghi periodi del suolo nudo privo di residui e/o di coltivazioni in atto.

3.5 Mezzi previsti per l'attività agricola

In virtù dell'ordinamento colturale adottato, per la conduzione agricola risultano necessari i seguenti mezzi:

- Trattore agricola convenzionale e da frutteto;
- Macchine per le lavorazioni primarie del terreno;
- Macchine per le lavorazioni secondarie del terreno;
- Seminatrici;
- Macchine per la fertilizzazione;
- Macchine per la raccolta;
- Macchine per la fienagione.

Nei paragrafi che seguono saranno trattati sinteticamente alcune delle tipologie di macchine appena elencate in funzione dell'interesse in termini di spazi di manovra.

3.5.1 Trattore agricola

Lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, richiede necessariamente l'impiego di una trattore gommata convenzionale per le normali operazioni agricole sulla fila e di una trattore gommata da frutteto di piccole dimensioni per le operazioni accessorie.

In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattore gommata convenzionale dovrà essere almeno di media potenza (100 kW). Nella Figura 3-2 sono riportate le caratteristiche dimensionali di una trattore media presente sul mercato.

Nel caso sia necessario intervenire sulla superficie sottostante i pannelli, l'altezza della cabina è tale da consentire il passaggio anche al di sotto di questi ultimi se opportunamente inclinati



Figura 3-2. Trattore gommata di media potenza (NewHolland Fiat 100-90).

Le dimensioni dell'impianto sono comunque tali da consentire un passaggio agevole a trattori di qualsiasi potenza. In figura 3-3 è possibile vedere l'ingombro di una trattore convenzionale di medio-alta potenza.

ESEMPIO INGOMBRO MEZZI AGRICOLI: TRATTORE
Scala 1:50

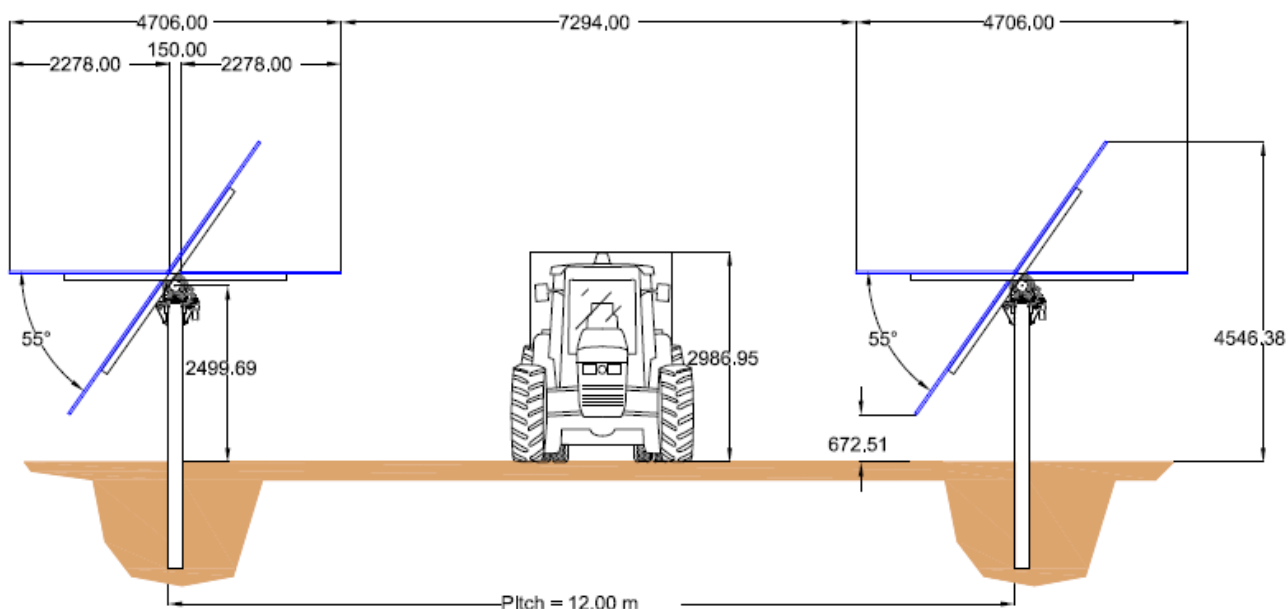


Figura 3-3. Schema dell'ingombro di una trattrice all'interno dell'impianto.

Oltre ad una trattrice convenzionale, è necessaria la dotazione di una trattrice da frutteto di dimensioni contenute (esempio in Figura 3-4). Le trattrici da frutteto sono dotate di notevole manovrabilità e per le operazioni che richiedono minor potenza sono ottimali per il lavoro all'interno dell'impianto agrivoltaico più a ridosso dei pannelli e negli interfila della fascia perimetrale di mitigazione (vedi Capitolo 4).

Dimensioni, pesi e materiali

Tipo	Trattore	Altezza (cm)	213	Larghezza (cm)	177
Lunghezza (cm)	346	Peso vuoto(kg)	21	PesoTotale (kg)	



Figura 3-4. Trattore da frutteto (Goldoni Energy 60 cabinato).

Considerato che i filari di pannelli sono indirizzati lungo l'asse N-S, data la conformazione del terreno, i mezzi dovranno operare in diversi punti in pendenza trasversale. È stato verificato che tale pendenza risulta sempre al massimo poco superiore al 10%, valore a bassissimo rischio di ribaltamento trasversale.

3.5.2 Macchine per la lavorazione del terreno e la semina

Come già specificato nel piano colturale per le operazioni relative alla lavorazione del terreno e alla semina saranno preferibilmente impiegate macchine che consentano di eseguire minima lavorazione. In commercio sono rinvenibili numerosissime tipologie.

Particolarmente interessanti risultano i coltivatori combinati che contengono vari tipi di moduli collegati fra loro consentendo in un'unica passata di effettuare lavorazioni superficiali e affinamento del letto di semina anche in presenza di molti residui e senza creare suole di lavorazione.



Figura 3-5. Coltivatore combinato.

Nella maggior parte delle attrezzature di questo tipo la larghezza di lavoro adattandosi alle necessità operative che si presentano di volta in volta.

Ad ogni modo, regolando correttamente i pannelli durante le lavorazioni, queste ultime possono essere spinte fino ad una distanza ravvicinata (anche fino a un metro) dalle strutture di sostegno senza particolari problemi.

A ridosso delle strutture di sostegno la gestione del soprassuolo verrà gestita invece con appositi macchinari, avvalendosi ad esempio di una fresa interceppo per le lavorazioni superficiali del terreno (Figura 3-6). La fresa interceppi ha la possibilità di sostituire il gruppo fresa con altri attrezzi sullo stesso telaio (dischi per il rinalzo o lo scalzo, erpice rotante, mini trincia, spollonatore). Pertanto, con un'unica attrezzatura sarà possibile gestire tutte le operazioni di gestione del terreno nell'interfila dei pannelli. In questo modo le lavorazioni del terreno e la semina delle specie erbacee previste saranno portate, per quanto possibile, sino al di sotto dei pannelli, al fine di utilizzare gran parte della superficie coltivabile a disposizione.



Figura 3-6. Fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (Cucchi Macchine Agricole).

Per quanto riguarda le operazioni di semina, esse possono avvenire tramite le seminatrici convenzionali, seminatrici dirette o seminatrici da sodo sia a righe che di precisione.

Ad ogni modo qualsiasi sia la tipologia impiegata, la possibilità di seminare fino a ridosso delle strutture è garantita dalla presenza di modelli con ampie larghezze di lavoro. Questi ultimi presentando strutture con telai molto bassi possono spingersi a operare fino al di sotto dei pannelli senza che le trattrici portanti siano da essi ostacolate.



Figura 3-7. Seminatrice per semina diretta (Horsch).

3.5.3 Macchine per la raccolta

Anche per quanto concerne le macchine per la raccolta, non si registrano particolari problematiche in merito agli spazi esistenti.

Per quanto riguarda le mietitrebbie, necessarie per la raccolta di cereali e leguminose da granella sono infatti rinvenibili testate di raccolta di ogni tipologia e larghezza di lavoro in grado di operare all'interno degli interfila disegnati dai pannelli.



Figura 3-8. Mietitrebbia operante su pendenza trasversale (NewHolland).

3.5.4 Macchine per operazioni di fienagione

Per le colture da foraggio si farà ricorso ad un mezzo meccanico, la falciacondizionatrice, in grado di effettuare lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento (Figure 3-9 e 3-10) disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (strisce di fieno disposte ordinatamente sul terreno). In commercio vi sono falciacondizionatrici con larghezza di taglio di varie dimensioni che ben si adattano senza alcun problema alle lavorazioni tra le interfile.



Figura 3-9: Esempio di falciacondizionatrice frontale adatta a piccoli spazi (Foto: Bellon).



Figura 3-10: Esempio di falciacondizionatrice interceppo posteriore.

Con l'utilizzo di macchinari specifici è inoltre possibile effettuare anche la gestione dell'erba (prato polifita) anche al di sotto della proiezione dei pannelli. Esistono infatti attrezzature che possono effettuare la falciatura del fieno che cresce al di sotto della proiezione dei pannelli. Con un apposito ranghinatore per argini e fossati (Figura 3-11) sarà inoltre possibile effettuare la ranghinatura dell'erba sfalciata al di sotto dei pannelli. L'erba viene infatti spostata lateralmente e stesa per l'essiccazione, oppure posta in andana pronta per la raccolta. È composto da un telaio portante fisso e da uno snodabile a comando idraulico, al quale è applicato l'aspo ranghinatore. Il telaio snodabile è anche munito di due ruote d'appoggio e di una catena che insieme rendono flottante l'aspo ranghinatore, permettendo di seguire in modo adeguato i dislivelli del terreno.



Figura 3-11. Ranghinatore per argini e fossati.

Con l'utilizzo dei giusti macchinari è quindi possibile tagliare e raccogliere il foraggio che cresce su gran parte della superficie dell'impianto agrivoltaico.

Completate l'operazione di falciatura e terminata la fase di asciugatura, si procede all'imbballatura del fieno utilizzando una rotoimballatrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattrice e pertanto idonea per muoversi tra le interfile). Questa macchina imballa il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1,50-1,80 m di diametro e 1,00 m di altezza. Si sceglierà in un secondo momento se utilizzare una rotoimballatrice a camera fissa o a camera variabile (Figura 3-12).

Dato il peso delle rotoballe (in genere pari a 250 kg), per la rimozione e la movimentazione sarà necessario utilizzare un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche ma, visti gli spazi a disposizione tra le interfile la rimozione del fieno imballato non richiederà particolari manovre per essere caricato su un camion o rimorchio che verrà posizionato alla fine dell'interfila.

DATI TECNICI		M120 SUPER PLUS	M120 MAGNUM PLUS
Dimensioni balla	cm	Ø 120 x 120	Ø 120 x 120
	in	Ø 47,3 x 47,3	Ø 47,3 x 47,3
Larghezza del raccogliatore	cm	165	185
	in	64,9	72,8
Traversine	n°	31	31
P.d.F. giri/min.		540	540
Potenza richiesta	CV	50	60
Dimensioni: (La x Lu x H).	cm	215 x 330 x 185	245 x 330 x 197
	in	84,6 x 129,9 x 72,8	96,5 x 129,9 x 77,5
Peso	Kg	1.850	2.200
	lb	4.077	4.859
Pneumatici		11.5-80/15	11.5-80/15

[Scarica il depliant in formato PDF](#)

Vista laterale macchina con ballone a centro morbido formato in camera fissa a catena e traversine

Nella rotopressa M120 SUPER PLUS è possibile sostituire facilmente il raccogliatore base senza coclee laterali (versione SUPER PLUS) con il raccogliatore extra largo con coclee laterali (versione MAGNUM PLUS)

Vista posteriore con allontanatore, rullo, denti infaldatore e catenaria con traversine

Figura 3-12. Rotoimballatrice media e relative caratteristiche dimensionali (ditta Abbrjata).

3.6 Irrigazione

All'interno del campo agrivoltaico, considerate le caratteristiche delle specie impiegate nell'avvicendamento colturale proposto non si ritiene necessario il ricorso ad interventi irrigui se non per quanto riguarda interventi di soccorso che dovessero rendersi necessari a seconda dell'andamento stagionale nelle fasi critiche della fenologia delle specie coltivate.

3.7 Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione

Particolarmente interessante, date le dimensioni notevoli dell'appezzamento e il piano agronomico prescelto, risulta l'applicazione nella gestione agricola di tecniche di agricoltura di precisione. Queste ultime consentono, oltre a migliorare notevolmente l'efficienza di gestione delle colture, di raccogliere numerosi dati utili anche ai fini delle azioni di monitoraggio che devono essere previste all'interno degli impianti agrivoltaici (vedi cap.6).

Data la destinazione a seminativo, i mezzi più consoni sono legati all'impiego di tecnologie atte a creare mappe di produzione sulla base delle quali è possibile ideare mappe di prescrizioni.

3.7.1 Mappe di produzione

Le mappe di produzione sono mappe dei campi in cui viene riportata la resa rilevata per metro quadrato al momento della raccolta. La creazione di mappe di produzione è resa possibile dall'applicazione sulle macchine di raccolta di sensori in grado di registrare, in modo geolocalizzato, quantità, umidità ed eventuali altri parametri qualitativi del prodotto, consentendo di misurare le variazioni di produzione e determinare aspetti qualitativi e sanitari. Successive elaborazioni, svolte automaticamente da dispositivi in commercio consentono di elaborare direttamente le mappe grazie alla georeferenziazione dei dati.



Figura 3-13. Mappatura di produzione di un terreno (ogni gradazione di colore corrisponde ad una determinata resa produttiva nelle diverse zone).

L'impiego di questo tipo di tecnologie assume grande valore in quanto consente di valutare in maniera reale e non stimata l'influenza della presenza dei pannelli sulle produzioni, sia al di sotto delle proiezioni di questi ultimi che nell'interfila.

Oltre a ciò a livello applicativo, l'individuazione delle variazioni all'interno del campo è molto interessante ai fini di una gestione efficiente dei mezzi tecnici. La conoscenza della variabilità consente infatti di concentrare gli sforzi e i mezzi tecnici (semine, concimi ecc.) nelle aree più produttive grazie all'impiego di mappe di prescrizione abbinate all'impiego di macchine con distribuzione a rateo variabile.

La strumentazione rappresenta un investimento contenuto in rapporto ai benefici apportati. La maggior parte delle mietitrebbie dei macchinari più moderni nascono già con incorporato questo tipo

di tecnologia ma anche i modelli più vecchi sono facilmente adattabili installandovi sensori esterni, oggi diffusissimi sul mercato.

3.7.2 Mappe di prescrizione

Le mappe di prescrizione sono uno strumento fondamentale dell'agricoltura di precisione.

Esse vengono realizzate sulla base delle mappe di produzione dividendo l'appezzamento in sotto-aree "omogenee" al cui interno i mezzi tecnici (semi e concimi in genere) sono applicati uniformemente secondo un approccio sito-specifico. Naturalmente l'individuazione delle aree omogenee non deve essere effettuata sui risultati relativi a una singola stagione produttiva ma di più stagioni e su più colture diverse.

La possibilità di distribuire mezzi tecnici in maniera sito-specifica richiede l'impiego di macchine a rateo variabile in grado di seguire le indicazioni georeferenziate fornite tramite la mappa di prescrizione. Anche in questo caso, risulta semplice la ricerca di modelli idonei sul mercato o l'adattamento.

4 FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE

4.1 Definizione degli interventi di mitigazione

Per mitigare la percepibilità dell'impianto dai principali punti di vista, e comunque, per migliorarne l'inserimento ambientale e paesaggistico nel contesto di appartenenza, si prevede esternamente alle recinzioni perimetrali la realizzazione di filari alternati di olivi e mandorli a sesto superintensivo, all'interno di una fascia larga 5 m. Tali filari saranno regolarmente gestiti e mantenuti produttivi secondo le corrette pratiche agricole, andando ad integrare la produttività dell'impianto agrivoltaico.

Le specie selezionate sono perfettamente coerenti con l'ambiente di riferimento e si inseriscono particolarmente bene in quanto nel paesaggio agrario del Foggiano storicamente si fa ampio ricorso proprio a olivi e mandorli disposti in filari (definiti localmente "chiuseti") insieme a muretti a secco per delimitare il perimetro degli appezzamenti agricoli.

L'impiego dell'olivo inoltre garantisce un altro vantaggio importante: essendo una specie sempreverde, assicura una schermatura permanente nel corso delle stagioni.

La scelta di un sesto superintensivo infine consente di creare filari molto fitti, assimilabili a siepi di altezza variabile fra 2,5 e 3 metri, più che idonee a nascondere l'impianto da distanze ravvicinate senza interferire con i pannelli situati a una distanza minima di 9 m dalla recinzione perimetrale.



Figura 4-1: Veduta di un impianto di oliveto superintensivo in produzione.

Per impianto superintensivo si intende un sistema di allevamento delle piante arboree da frutto caratterizzato da un'altissima densità di impianto (1200-2000 piante/ha). Le distanze fra le file e sulle file sono notevolmente ridotte (3-4 m fra le file e 1-1,5 m sulla fila) e in questo modo si viene a formare una vera e propria parete produttiva che può essere gestita in massima parte in maniera meccanizzata, in particolare per quanto riguarda le operazioni di potatura e raccolta.

La gestione superintensiva presenta diversi punti di forza:

- La potatura viene gestita automaticamente grazie a macchine operatrici che effettuano le operazioni di topping, hedging e trimming per contenere tutto il volume della pianta;
- L'altezza della chioma è mantenuta modesta, entro i 3 m o meno a seconda delle varietà impiegate;
- La raccolta è gestita automaticamente tramite apposite macchine scavallatrici;
- L'entrata in produzione è molto precoce;
- L'alternanza di produzione risulta attenuata;
- Le rese sono elevate.

Di contro, naturalmente, l'elevata densità di piantagione impone una vita di impianto abbastanza breve (15-20 anni, paragonabile a quella dell'impianto agrivoltaico) e delle restrizioni importanti soprattutto per quanto riguarda la scelta delle cultivar.

Le cultivar selezionate devono infatti possedere una serie di caratteristiche specifiche ed in particolare una bassa vigoria, chioma compatta, auto-fertilità (auto-impollinazione), maturazione dei frutti concentrata (raccolta meccanica in un unico momento) e resistenza alle principali malattie, considerato che sul filare la vegetazione è molto fitta e favorisce l'attacco di diversi funghi e che le operazioni di potatura meccanica e di raccolta tramite scavallatrice tendono a creare delle ferite sulle piante.

Di seguito si riporta lo schema di impianto che sarà adottato nella realizzazione della fascia perimetrale

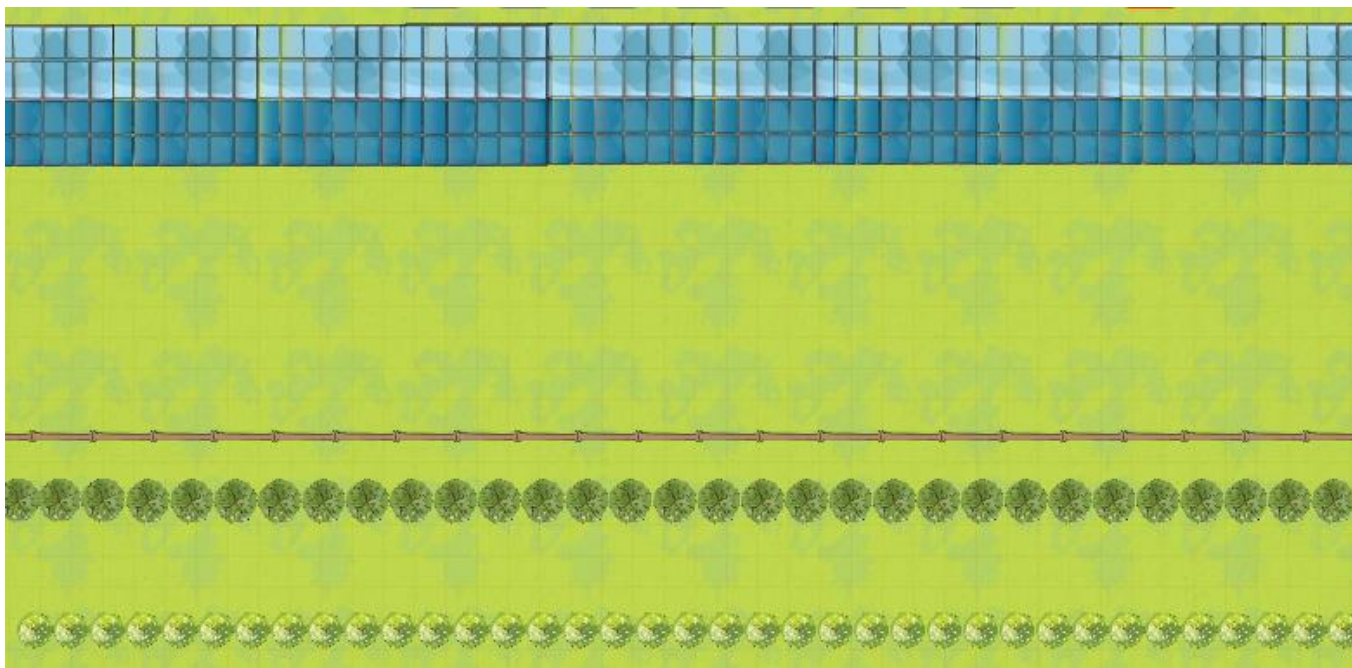


Figura 4-2. Particolare in scala del perimetro di impianto con doppio filare di alberi.

In dettaglio, i due filari di olivi e mandorli correranno paralleli uno all'altro in linea quanto più dritta possibile seguendo le recinzioni perimetrali per garantire l'ottimizzazione delle operazioni colturali. L'interfila sarà ampio 4 m per garantire il passaggio dei mezzi, mentre sulla fila le distanze fra pianta e pianta varieranno leggermente per mandorlo (1,2 m) e olivo (1,5 m). Ovviamente, le misure dell'interfila sono indicative e possono leggermente variare a seconda della vigoria delle cultivar che in fase di impianto saranno selezionate.

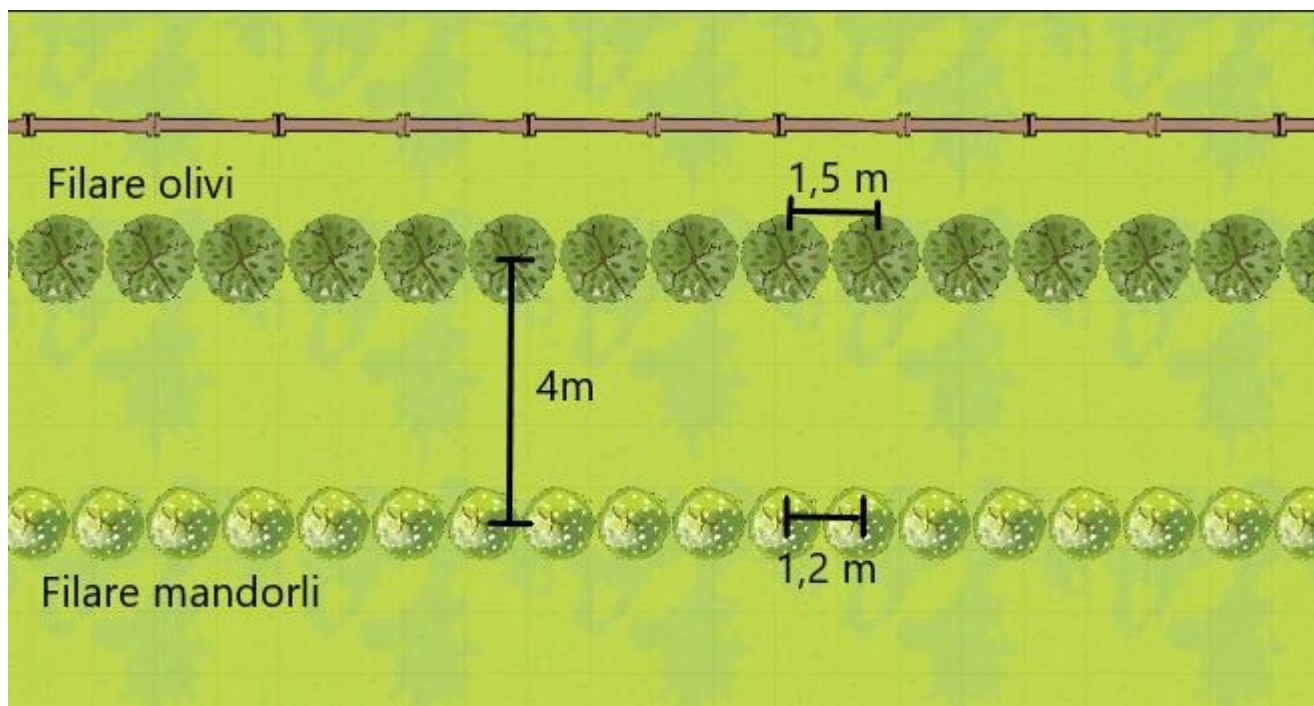


Figura 4-3. Particolare della fascia perimetrale di mitigazione.

I filari si estenderanno lungo tutto il perimetro dell'impianto a una distanza di almeno 2 m dalla recinzione in maniera tale da consentire il passaggio delle scavallatrici e la continuità sarà interrotta in corrispondenza dei passaggi carrabili di accesso all'area di impianto e all'incirca ogni 100 m da una varco di larghezza di almeno 8 nella fila esterna di mandorli in modo tale da garantire il passaggio delle macchine operatrici nell'interfila e gestire l'irrigazione con ali gocciolanti di lunghezza non superiore ai 100 m (lunghezza consigliata in piano con basse pressioni di esercizio).

Nella tabella che segue si riportano i dati relativi all'estensione superficiale e lineare della fascia di mitigazione e al numero di piante previste:

Superficie fascia di mitigazione	12.910 mq
Lunghezza lineare della fascia di mitigazione	2.582 m
Numero di piante di olivo previste	1584
Numero di piante di mandorlo previste	1980

Tabella 4-1. Dati relativi a fascia perimetrale di mitigazione.

4.2 Interventi di gestione

4.2.1 Messa a dimora

Le corrette operazioni di messa a dimora risultano di fondamentale importanza per il buon attecchimento delle piante.

Una volta terminata l'installazione dell'impianto, si procederà a un'operazione di discissura lungo le linee che ospiteranno i filari effettuata possibilmente col terreno in condizioni di tempera. La discissura dovrà essere seguita da un'aratura superficiale necessaria per l'interramento di letame o altro ammendante organico che dovrà essere precedentemente distribuito in superficie.

La messa a dimora delle piantine, già assicurate ad un tutore (solitamente già predisposto dai vivaisti), sarà eseguita poi tramite apposite macchine trapiantatrici eventualmente dotate di GPS e fornite di organi assolcatori e chiudisolco, per effettuare l'operazione in un singolo passaggio.

Dato il contesto rurale dell'area con conseguente possibile presenza di fauna selvatica ed in particolare roditori e lepri, sarà bene dotare le piante di shelter protettivi.

Per la messa a dimora è importante rispettare una tempistica ben precisa andando a posizionare le piante nel periodo di riposto vegetativo (autunno inoltrato-inverno), specialmente se si tratta di piante a radice nuda. In caso di piante con pane di terra questa prescrizione non è necessariamente valida ma è comunque preferibile perché consente alle piante di iniziare ad accrescere le radici sfruttando la buona disponibilità di acqua nel terreno all'uscita dall'inverno.

4.2.2 Forma di allevamento e potatura

In olivicoltura intensiva la forma di allevamento risulta quasi obbligata. Con poche eccezioni, l'obiettivo nella formazione delle piante è quello di ottenere una parete produttiva che si adatti ad una raccolta meccanica integrale. L'obiettivo nella fase di allevamento è quello di ottenere una pianta con asse centrale e poche branche secondarie parallele alla parete vegetativa. Devono quindi essere rimosse le branche che hanno direzione esterna. L'altezza inoltre deve essere mantenuta intorno ai 2-3 m a seconda delle varietà; di conseguenza si eseguono tagli di ritorno periodici volti ad abbassare la pianta.

La potatura meccanica viene poi seguita in alcune annate da una leggera potatura manuale con per eliminare succhioni e rami interni alla chioma degli olivi e eventuali branche esterne rigide che di ostacolo alla macchina raccogliatrice.

4.2.3 Inerbimento

La gestione del suolo nell'interfila e sugli esterni della fascia di mitigazione sarà basata sul mantenimento di inerbimento naturale e permanente. Questa soluzione che prevede la non lavorazione del cotico e 2-3 sfalci annuali, a seconda dell'andamento stagionale, per il contenimento della vegetazione, garantisce un'importante serie di vantaggi di natura:

- Operativa: transitabilità dei mezzi anche in periodi umidi, fondamentale per la tempestività degli interventi colturali;
- Agronomica: mantenimento nel tempo della fertilità e della sostanza organica del suolo;
- Ambientale: riduzione della percolazione di nutrienti distribuiti attraverso concimazioni verso la falda, mantenimento della micro e macrofauna tellurica.

Relativamente agli aspetti negativi dell'inerbimento, legati per lo più alla competizione per la risorsa idrica del cotico nei confronti delle essenze arboree, essa è ridotta al minimo dal momento che è prevista l'installazione di un impianto di irrigazione a goccia localizzato sui filari.

4.2.4 Irrigazione

L'irrigazione, data la scarsa piovosità dell'area di progetto, è una pratica agronomica di fondamentale importanza per la sopravvivenza e la rapida formazione ed entrata in produzione di impianti ad alta intensità.

Si prevede pertanto l'installazione di un impianto di irrigazione a goccia di supporto all'oliveto. In particolare, saranno disposte ali gocciolanti di tipo auto compensante e adatta a operare a basse pressioni di esercizio, per garantire l'uniformità di distribuzione data la lunghezza dei filari, e legate ai pali di sostegno a circa 50 cm da terra in modo da garantire la possibilità di eseguire lavorazioni nel sottofila.

L'irrigazione localizzata presenta un grande numero di vantaggi fra i quali:

- Efficienza di distribuzione molto elevata;
- Possibilità di operare secondo elevata frequenza irrigua per piccoli volumi;
- Basse pressioni di esercizio (1-2 atmosfere);
- Limitazione dello sviluppo di infestanti.



Figura 4-4. Impianto di irrigazione in oliveto a sesto superintensivo appena messo a dimora.

4.3 Mezzi specifici per la gestione della fascia perimetrale

Per la gestione proficua di impianti superintensivi, è fondamentale l'impiego di specifiche macchine che consentano di meccanizzare le principali operazioni colturali, ovvero la potatura e la raccolta.

Per le operazioni di potatura esistono in commercio vari tipi macchine operatrici (fig. 4-5), a dischi o lame oscillanti, che lavorano collegate alla presa di potenza del trattore. Le varie soluzioni oggi disponibili sono molto versatili e consentono di effettuare velocemente le operazioni di topping (tagli orizzontali superiori, necessari per contenere in altezza le piante), hedging (tagli verticali/obliqui per contenere le dimensioni laterali) e trimming (tagli orizzontali inferiori, per contenere la bassa chioma). I dischi o le lame oscillanti nella maggior parte dei modelli possono essere orientati a piacere per gestire più liberamente la forma dell'albero. Sono inoltre disponibili modelli che effettuano le operazioni appena elencate contemporaneamente grazie ad una struttura scavallante.

La potatura meccanica deve comunque ad anni alterni essere coadiuvata da una veloce potatura manuale che elimini succhioni interni alla chioma ed eventuali branche secondarie lignificate che si estendano in volume verso il centro del filare e che potrebbero ostacolare l'azione delle macchine.



Figura 4-5. Esempio di macchina a lame oscillanti portata da comune trattore per l'esecuzione dell'operazione di topping, necessaria per mantenere l'altezza desiderata delle piante.

Per quanto riguarda le macchine per la raccolta, è ormai consolidato per impianti ad alta densità l'impiego di macchine scavallatrici, che sono in grado di passare direttamente al di sopra dei filari (Figura 4-6).

Varie aziende hanno messo in commercio modelli in grado di effettuare operazioni di raccolta su più tipi di frutti diversi (uva, olive, mandorle) e con sistemi di autolivellamento e controllo dell'altezza automatico per il mantenimento in asse della testata di raccolta indipendentemente dalle pendenze del terreno. L'efficienza di raccolta è estremamente elevata e può raggiungere valori vicini al 99%.



Figura 4-6. Scavallatrice per la raccolta meccanizzata in azione in un oliveto intensivo.

5 VALUTAZIONE DELL'IDONEITÀ AGRO-AMBIENTALE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE

Nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico nel Comune di Apricena (FG), se ne analizzano le interferenze mediante la valutazione di ricostruzione del quadro conoscitivo del sistema agricolo sia in merito alle produzioni ordinarie che a quelle di qualità; la caratterizzazione del patrimonio agroalimentare e la valutazione delle interferenze dell'opera sullo stesso.

Ai fini della caratterizzazione dell'area e per arrivare ad un giudizio di conformità formulato in ottemperanza a quanto riportato all'art.12 comma 7 del Decreto Legislativo 29/12/2003 n.387 recante le norme in materia di "*Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*", di particolare rilievo è l'analisi dell'uso del suolo agronomico a cui la stessa è assoggettata.

5.1 Valutazione delle interferenze sul patrimonio agroalimentare

Dai sopralluoghi effettuati è emerso che i terreni in questione risultano gestiti a seminativo e soprattutto a cerealicole, pertanto non si evidenzia una destinazione degli stessi a colture di particolare pregio che possano far presupporre l'esistenza di tutele, vincoli o contratti con la pubblica amministrazione per la valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali o della tutela di biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale dell'area stessa.

Il progetto agronomico, ad ogni modo, prevede di dare continuità alle colture e agli avvicendamenti già praticati per cui risulteranno preservate le ordinarie coltivazioni.

In definitiva, relativamente alle prescrizioni imposte dal Decreto Legislativo n.387 del 29/12/2003, ed in base alle informazioni raccolte e alle colture effettivamente praticate sull'area di intervento, non si rilevano interferenze dal punto di vista agronomico derivanti dalla realizzazione dell'opera su sistemi agricoli di pregio presenti nell'area di progetto (vedi REL033).

5.2 Valutazione delle interferenze sull'uso del suolo

L'interferenza sul patrimonio agroalimentare della zona si avrà in fase di realizzazione delle opere di progetto. Si nota comunque che non sarà previsto lo scotico dell'area di progetto di installazione pannelli e quindi l'impatto sarà ridotto notevolmente. La produzione agricola sarà realizzata in maniera integrata con la produzione di energia.

In termini quantitativi di occupazione del suolo il parco agrivoltaico prevede l'interessamento di una superficie totale di 36 ha circa. Le strutture trackers saranno poste a un'altezza minima di **0,7** m da terra e un'altezza massima di circa 4,55 m da terra e la cui proiezione sul terreno è complessivamente pari a circa 9,76 ha. L'area netta agricola coltivabile ha una superficie totale di circa 33,92 ha circa (interna alla recinzione).

I corridoi larghi circa 12 m, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, saranno regolarmente coltivati secondo il piano colturale proposto.

Da tutte le osservazioni fatte ed espresse precedentemente si è fatta una valutazione delle potenziali interferenze generate dal progetto sull'uso del suolo che possono sostanzialmente ricondursi a due diverse tipologie: dirette ed indirette.

Per le dirette: le opere in progetto determineranno una parziale trasformazione di lungo periodo dell'uso agricolo dei suoli presenti nell'area di studio. Non è possibile, in relazione alla tipologia di opera, parlare di trasformazione definitiva dell'uso agricolo dei suoli: il progetto infatti prevede l'installazione di un impianto agrivoltaico che potrà avere una vita utile di 30 anni, al termine della quale potrà essere ripristinato lo stato attuale dei luoghi alla naturale fertilità agronomica dei suoli. Di fatto l'area non coltivabile sarà quella occupata dalle strutture di sostegno mentre al di sotto dei pannelli verrà comunque mantenuta la copertura vegetale.

Per le indirette: sebbene il concetto di frammentazione del fondo sia ampiamente trattato nell'estimo agrario, quello a cui ci si riferisce in questi presenta maggiori analogie con il concetto della frammentazione ecosistemica che però è riferito a terreni naturali, boschi, paludi ecc.

Riferendosi agli agro-ecosistemi si avrà che il fondo agrario, allorquando frammentato nella sua continuità ed unitarietà ad opera di una qualsiasi azione antropica, andrà incontro ad una suddivisione in due o più porzioni, le quali presenteranno uno sviluppo superficiale inferiore a quello del fondo originario.

Le conseguenze di tali azioni sulla gestione agraria dei fondi, poi, potranno essere diverse qualora si sovrapponga (o meno) una condizione di interclusione del fondo frammentato.

Qualora la frammentazione determini una semplice riduzione dell'estensione fondiaria, la gestione agronomica del fondo risulterà solo parzialmente inficiata dall'opera, in quanto si manterranno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

Qualora, di contro, alla frammentazione si sovrapponga (a cascata) una condizione di interclusione del fondo, la gestione agronomica del fondo risulterà significativamente inficiata: potrebbero, infatti, venire meno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

In questi casi l'evoluzione gestionale dei fondi agrari consiste nell'abbandono o – altrimenti – nella trasformazione verso colture di valore agroalimentare inferiore.

Il progetto non determinerà alcuna frammentazione del fondo agrario, andando ad interessare un appezzamento nella sua interezza e comprendente un unico proprietario. Tutte le aree attualmente coltivate, comprese quelle poste al di fuori della recinzione continueranno ad essere coltivate in quanto verrà garantita l'accessibilità a tutta l'area in disponibilità.

In ogni caso è prevista, alla dismissione dell'impianto, la messa in pristino delle aree con recupero della capacità agronomica dei suoli mediante apporto di ammendante e suo interrimento superficiale (20 cm) con lavorazioni del tipo sarchiatura o erpicatura. In tal modo al termine della dismissione l'intera area di intervento potrà essere nuovamente utilizzata a fini agricoli.

6 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI (LINEE GUIDA MITE)

6.1 Caratteristiche generali

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. Ad esempio, un eccessivo ombreggiamento sulle piante può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione; o anche le ridotte distanze spaziali tra i moduli e tra i moduli ed il terreno possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in genere in uso in agricoltura.

Ciò significa che una soluzione che privilegi solo una delle due componenti - fotovoltaico o agricoltura - è passibile di presentare effetti negativi sull'altra.

È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

Un impianto agrivoltaico, confrontato con un usuale impianto fotovoltaico a terra, presenta dunque una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola realizzata all'interno del sistema agrivoltaico.

Il pattern tridimensionale (distribuzione spaziale, densità dei moduli in pianta e altezza minima da terra) di un impianto agrivoltaico a terra corrisponde, in generale, a una progettazione in cui le file dei moduli sono orientate secondo la direzione est-ovest (angolo di azimuth pari a 0°) ed i moduli guardano il sud (nell'emisfero nord), con un angolo di inclinazione al suolo (tilt) pari alla latitudine meno una decina di gradi; le file di moduli sono distanziate in modo da non generare ombreggiamento reciproco se non in un numero limitato di ore e l'altezza minima dei moduli da terra è tale che questi non siano frequentemente ombreggiati da piante che crescono spontaneamente attorno a loro. Questo pattern - ottimizzato sulla massima prestazione energetica ed economica in termini di produzione elettrica - si modifica nel caso di un impianto agrivoltaico per lasciare spazio alle attività agricole e non ostacolare (o anche favorire) la crescita delle piante.

Un sistema agrivoltaico può essere costituito da un'unica "tessera" o da un insieme di tessere, anche nei confini di proprietà di uno stesso lotto, o azienda. Le definizioni relative al sistema agrivoltaico si intendono riferite alla singola tessera.

6.2 Definizioni principali

S_{agricola}: Superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati. Essa

esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea).

S_{tot} : Superficie di un sistema agrivoltaico: area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico.

S_{pv} : Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico, somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice).

LAOR: $(S_{pv} / S_{tot}) * 100$

FV_{agri} : Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico: produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno.

$FV_{standard}$: Producibilità elettrica specifica di riferimento: stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento (caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi), espressa in GWh/ha/anno, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

6.3 Requisiti degli impianti agrivoltaici

Nella presente sezione sono trattati con maggior dettaglio gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;

REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;

REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si ritiene dunque che:

Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.

Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.

Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

6.4 Metodologia e verifica dei requisiti per impianto agrivoltaico

Al fine di poter definire un impianto quale agrivoltaico è necessaria la verifica dei requisiti A (per ogni tessera di composizione dell'impianto agrivoltaico), B e D.2, così come definito dalle Linee Guida del Mite pubblicate il 27/06/2022.

Di seguito gli step che illustrano la metodologia di calcolo attraverso i quali è possibile dimostrare che l'impianto in progetto è classificabile quale impianto agrivoltaico:

- Individuazione tessere e verifica del requisito A (A.1 e A.2);
- Verifica del requisito B (B.1 e B.2);
- Verifica del requisito D.2.

6.5 Verifica del requisito A

Requisito A

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

- A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola.

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021)8.

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$$

A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m²/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40%: $LAOR \leq 40\%$

Per l'esecuzione dei calcoli si è proceduto a calcolare per l'area di progetto: la superficie agricola $S_{agricola}$, la superficie totale degli ingombri dei moduli S_{pv} e la superficie totale del sistema agrivoltaico S_{tot} e verificati i punti specifici del requisito A:

A.1) $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$;

A.2) $LAOR \leq 40\%$.

Di seguito la sintesi dei calcoli:

NOME PROGETTO:	SOLARE APRICENA - NEOEN	
		IMPIANTO AFV
Superficie totale in DDS (include fascia mitigazione)	ha	36,0165
TARE Agricole: Aree incolte di vegetazione naturale	ha	0,7539
TARE Agricole: Aree Boscate o NON coltivate	ha	0
TARE Agricole: Fossi e Canali	ha	0
TARE Agricole: Strade Interne	ha	1,3398
Stot = Superficie Totale - TARE Agricole	ha	33,9228
MODULI JINKO N TYPE 72HL4 - Potenza	kWp	0,570
Configurazione tracker - N° file	n	2
Configurazione tracker - N° di moduli per fila		12
Dimensione moduli larghezza (m)	m	1,134
Dimensione moduli lunghezza (m)	m	2,278
Spaziatura fra i moduli di un tracker	m	0,02
Distanza moduli sul mozzo (lato largo)	m	0,15
Distanza tra i mezzi tracker sul motore (lato lungo)	m	0,4
Spazio tra 2 tracker NORD-SUD	m	0,5
LARGHEZZA STRUTTURA DI SUPPORTO	m	0,2
NUMERO TRACKER Lotto (STRINGHE)	n	1.463
Numero Moduli Lotto	n	35.112
Potenza Lotto	kWp	20.013,84
ratio MWp/ettaro	MWp/ha	0,59
ratio ettaro/MWp	Ha/MWp	1,69
Lunghezza STRINGA (direzione N-S)	m	14,208
Larghezza STRINGA (direzione E-W)	m	4,706
Area TRACKER (proiezione a terra in posizione orizzontale)	mq	66,86
Superficie occupata dai moduli (Spv)	mq	97.820,35
Sistema di accumulo (SC)	mq	3000
Cabine (SC)	mq	143,125
Superf NON utilizzata x attivita agricole SN=Spv+SC	mq	100.963,47
Sagricola = SL = Stot-SN	mq	238.264,53
REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"		
A.1 Rapporto Sagricola/Stot (ha) > 70%		70,24%
A.2 LAOR (Spv / Stot) < 40%		28,84%
		OK
		OK
<i>S agricola Minima</i>	<i>Check</i>	23,74596
<i>Sup MAX occupata dai moduli</i>	<i>Check</i>	98625,275
<i>Numero MASSIMO possibile di TRACKER nel Lotto (da Verifica AFV)</i>	<i>Check</i>	1475
Numero di TRACKER da Layout Grafico	INPUT	1463

Tabella 6-1. Calcoli per verifica requisito A.

6.6 Verifica del requisito B

Requisito B

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli. Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

- B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;
- B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

B.1 Continuità dell'attività agricola

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

- L'esistenza e la resa della coltivazione. Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione. In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto;
- Il mantenimento dell'indirizzo produttivo. Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

Nello specifico, l'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di estese coltivazioni a seminativo ed in particolare a grano duro inserito all'interno di classici avvicendamenti comprendenti leguminose e foraggere; nelle aree circostanti sono presenti anche terreni coltivati a vite ed olivo.

Per l'impianto agrivoltaico il progetto agronomico, date le caratteristiche di progetto che prevedono ampi spazi fra le strutture dei pannelli, prevede di mantenere la continuità produttiva dell'area proseguendo gli avvicendamenti. Non vi saranno quindi cambiamenti relativi alle tipologie colturali. La PLV si manterrà simile sulla carta. L'eventuale riduzione di resa dovuta al parziale ombreggiamento sarà inoltre almeno in parte compensata dall'elemento di novità introdotto con la fascia perimetrale produttiva progettata con olivi e mandorli intensivi, colture di elevato valore produttivo.

Di seguito si riportano dei quadri economici riassuntivi per permettere un confronto fra l'ordinamento attualmente praticato e quello proposto in fase progettuale (i dati medi sono ricavati dalle elaborazioni delle indagini RICA del CREA per la Regione Puglia):

Coltivazione	Produzione media (q/ha)	Prezzo medio (euro/q)	Produttività lorda (euro/ha compresi premi comunitari)	Spese colturali specifiche (euro/ha)	Margine lordo (euro/ha)
Grano duro	31,8	31.2	1100	392	708
Maggese/Leguminosa non raccolta	-	-	120	-	120

Tabella 6-2. Quadro economico medio delle coltivazioni pre realizzazione impianto.

Allo stato attuale, dai colloqui con gli agricoltori che attualmente gestiscono i siti è stato possibile ricostruire il quadro degli avvicendamenti più comunemente praticati: è predominante la coltivazione del grano duro, spesso in anni consecutivi, alternati ad anni in cui i terreni sono lasciati a riposo o sono seminati con leguminose da sovescio e solo occasionalmente sono inserite altre coltivazioni. Considerando quindi un avvicendamento tipo: duro-duro-maggese, è possibile stimare attraverso una media ponderata il margine lordo medio, che risulta essere di 512 euro/ha.

Coltivazione	Produzione media (q/ha)	Prezzo medio (euro/q)	Produttività lorda (euro/ha compresi premi comunitari)	Spese colturali specifiche (euro/ha)	Margine lordo (euro/ha)
Grano duro	31,8	31.2	1100	392	708
Avena	25,3	17,7	579	249	329
Cece	21,2	49,4	1245	580	665
Erba medica	58,9	10,5	689	235	454

Tabella 6-3. Quadro economico medio delle coltivazioni post realizzazione impianto.

Per valutare la situazione post-impianto, dal momento che le colture si effettua una media pesata dei margini lordi relativi alle colture selezionate considerando un avvicendamento del tipo: duro-cece-avena-medica-medica-medica: si ottiene in questo modo un margine medio stimato pari a 510 euro/ha.

Naturalmente tali stime sono puramente indicative dal momento che i prezzi dei prodotti agricoli sono fortemente volatile così come il costo dei mezzi produttivi e l'entità dei premi comunitari. Ad ogni modo, in fase di esercizio la redditività agricola appare inalterata. Oltre a ciò, è necessario considerare che l'avvicendamento selezionato appare più ampio e variegato di quello attualmente praticato e saranno applicate tecniche maggiormente conservative della fertilità del terreno per cui risulta verosimile nel tempo un miglioramento della produttività media.

Il sistema di monitoraggio delle produzioni descritte per la verifica del parametro D.2 consentirà in fase di esercizio di produrre dei report dettagliati relativamente alla produttività agricola dell'impianto agrivoltaico.

B.2 Producibilità elettrica minima dell'impianto agrivoltaico

Per la verifica della resa energetica, si considera che l'impianto agrivoltaico debba produrre una quota pari ad almeno il 60% di un impianto agrivoltaico installato sulla medesima area. Di seguito è riportata la sintesi dei calcoli di verifica eseguiti:

B.2 Producibilità elettrica minima $FV_{agri} > 0,6 \times FV_{standard}$ Producibilità annua AgriFV (da PVSyst) FV_{agri}	GWh/anno	GWh/ha/anno
	38,18	1,13

Producibilità annua $FV_{standard}$ (da PVGIS) $FV_{standard}$	51,42	1,52
FVagri / $FV_{standard}$	OK	0,74
NOTA: per il calcolo della Producibilità standard è stato considerato il worst case della tabella n. 5 delle Linee Guida Densità Potenza = 1MW/ha (riga 3)		

Tabella 6-4. Verifica del requisito B.2.

6.7 Verifica del requisito D

Requisito D

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi citate in premessa, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

D.1) Risparmio idrico;

D.2) Continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

D.1 Risparmio idrico

L'irrigazione all'interno dell'impianto agrivoltaico non è prevista per nessuna delle specie inserite in avvicendamento. L'irrigazione sarà praticata unicamente all'esterno dell'impianto nella fascia perimetrale nei filari di alberi, applicando in ogni caso sistemi di irrigazione localizzata e tecniche di stress idrico controllato per ridurre il più possibile l'utilizzo della risorsa idrica.

Si prevede ad ogni modo l'installazione di stazioni agro-meteorologiche disposte in vari punti (all'interno del campo sia fra le file di pannelli che all'esterno) per la raccolta e il confronto dei dati e degli indici ambientali, utili a definire le scelte tecniche e gestionali dell'impianto stesso. L'elaborazione dei dati raccolti consentirà di valutare l'incidenza delle strutture FV sulle principali caratteristiche di interesse agronomico (andamenti di Evapotraspirazione, potenziale idrico del suolo e irraggiamento solare).

D.2 Continuità dell'attività agricola

Nel corso della vita dell'impianto, saranno monitorati i dati relativi alle produzioni agricole ad ettaro

Le colture previste (in particolare grano duro, leguminose da granella, pomodoro da industria e colture arboree esterne) ben si prestano al monitoraggio delle produzioni ottenute dal momento che tutti le macchine di raccolta moderne sono in grado di quantificare con notevole precisione la quantità di prodotto raccolto e che è specificamente prevista la realizzazione di mappe di produzione (vedi par. 3.7). Il confronto della produzione reale ottenuta all'interno del campo agrivoltaico con le medie delle aree circostanti è dunque facilmente eseguibile.

Inoltre, dal momento che è presente nell'angolo nord est dell'impianto una piccola area di circa 3000 mq non occupata dai filari di pannelli (fascia di rispetto linea ferroviaria), è possibile impiegare direttamente la produzione di quest'area come termine di paragone: in tal modo il confronto viene eseguito a perfetta parità di pratiche colturali e condizioni pedologiche risultando estremamente significativo.

I risultati del monitoraggio eseguito sulle produzioni saranno riportati in una relazione tecnica asseverata a cura di un agronomo da redigersi con cadenza annuale. Alla relazione per maggiore completezza, sarà allegato il quaderno di campagna che raccoglie il piano colturale dettagliato e tutte le cure colturali susseguitesesi nel corso dell'anno.

7 CONCLUSIONI

Attraverso il presente studio è stata realizzata la progettazione dei piani agronomici di coltivazione dell'impianto agrivoltaico e della fascia perimetrale di mitigazione.

Nel processo decisionale sono state tenute in considerazione le caratteristiche pedoclimatiche dei terreni e le peculiarità del paesaggio agrario locale.

Il progetto realizzato nel complesso:

- Prevede il mantenimento della coltivazione di specie tipiche dell'area;
- Introduce elementi di miglioramento agli avvicendamenti effettuati a livello locale, ampliando il numero di specie impiegate, evitando la pratica del ristoppio e garantendo una maggior grado di copertura al suolo nel corso dell'anno;
- Prevede l'utilizzo di pratiche agronomiche e di lavoro conservative della fertilità e della sostanza organica dei suoli (lavorazioni conservative, inserimento di specie da sovescio nell'avvicendamento);
- Prevede il mantenimento di strisce di vegetazione spontanea al di sotto delle aree sottese ai pannelli garantendo la presenza di corridoi ecologici utili all'entomofauna e alla biodiversità;
- Prevede l'integrazione di tecnologie di agricoltura di precisione per il monitoraggio delle produzioni e l'ottimizzazione nella distribuzione di mezzi tecnici;
- Introduce colture arboree gestite secondo le tecniche più moderne all'interno della fascia perimetrale.

8 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Bibliografia:

- L'agricoltura Pugliese conta 2023; G. Valentino e M. Schiralli; CREA ed. (2013).
- Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici; MITE (giugno 2022).
- Position paper 1: Il settore agricolo della Regione Puglia; F. Degiorgio; Direzione Dipartimento Agricoltura, sviluppo rurale ed ambientale (2020).
- La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification) in Metodi di valutazione dei suoli e delle terr, pp. 922; E.A.C Costantini; Cantagalli (2006).
- Caratteri climatici della Regione Pugliese Cap. 7 in vol. 9/2017; ISPRA (2017).
- PPTR: Schede degli ambiti paesaggistici (ambito/1 Gargano); Assessorato all'assetto del territorio (2015).

Sitografia:

- Geoportale nazionale: <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>
- Google Earth: <https://earth.google.com/web/>
- SIT Regione Puglia: <http://www.sit.puglia.it/>
- ISTAT: <https://www.istat.it/>