

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI PALERMO
COMUNE DI MONREALE

LOCALITÀ MALVELLO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 35,94 MW E POTENZA DI IMMISSIONE 33,13 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE AGRO - STUDIO AGRONOMICO

Elaborato:

RELAZIONE SULLA COMPATIBILITA' CON LE LINEE GUIDA AGRI-FOTOVOLTAICO

Nome file stampa:

FV.MNR03.PD.AGRO.05.pdf

Codifica Regionale:

RS06REL0020A0

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.MNR03.PD.AGRO.05

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 2 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647311006



E-WAY 2 S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
S.F./P.Iva 16647311006
PEC: e-way2srl@legalmail.it

Progettista:

E-WAY 2 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647311006



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.MNR03.PD.AGRO.05	00	07/2023	C. Pietrafesa	A. Bottone	A. Bottone

E-WAY 2 S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way2srl@legalmail.it tel. +39 0694414500



**RELAZIONE SULLA COMPATIBILITA'
CON LE LINEE GUIDA AGRIVOLTAICO**

CODICE	FV.MNR03.PD.AGRO.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2023
PAGINA	2 di 29

1 INDICE

1	PREMESSA	3
2	CRITERI PROGETTUALI ALLA BASE DELL'INIZIATIVA AGRIVOLTAICA.....	4
3	CARATTERISTICHE E REQUISITI DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO.....	5
3.1	Caratteristiche generali del sistema agrivoltaico	5
4	UNITA' BASE: LA TESSERA.....	9
5	CARATTERISTICHE E REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	11
5.1	premessa	11
5.2	REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico".....	13
5.2.1	A.1 Superficie minima per l'attività agricola	13
5.2.2	A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).....	15
5.3	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	16
5.4	REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra	22
5.5	REQUISITO D/E: implementazione di un sistema di monitoraggio nel sistema agrivoltaico	25
6	CONCLUSIONI	29

1 PREMESSA

IL PRESENTE ELABORATO È RIFERITO AL PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO, SITO IN MONREALE (PA), LOCALITÀ MALVELLO.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 35,94 MW e una potenza nominale di 33,13 MW e presenta la seguente configurazione:

1. Un generatore fotovoltaico suddiviso in 9 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura;
4. Elettrodotta interna in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Elettrodotta esterna a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN a 220/36 kV in doppia sbarra da collegare in entra – esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico – Ciminna".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 2 S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00186 Roma (RM), P.IVA 16647311006

2 CRITERI PROGETTUALI ALLA BASE DELL'INIZIATIVA AGRIVOLTAICA

Il progetto agrivoltaico denominato Monreale "Malvello" si inserisce in un contesto fortemente vocato alla produzione agricola di seminativi e ortive.

Nel pieno rispetto dello status quo la E-Way 2 s.r.l. ha immaginato l'iniziativa come rispondente ai principali requisiti esaminati dalle Linee Guida per gli impianti agrivoltaici, datate Giugno 2022, al fine di garantire la piena attuazione di un programma efficace ed efficiente per la produzione di energia elettrica senza sottrazione di suolo al settore agricolo.



Figura 1. Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici Giugno 2022, frontespizio

Il sistema agrivoltaico si contraddistingue per la sua capacità di integrare la produzione di energia elettrica con la normale conduzione agricola dei suoli garantendo "la valorizzazione del potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi".

A tale scopo viene fornita una precisa definizione di questa tipologia di impianto al **capitolo 1.1** del documento di confronto:

- d) Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;
- e) Impianto agrivoltaico avanzato: impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinqies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

i) adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;

ii) prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Molteplici sono i sistemi attualmente in commercio, o comunque in fase di sperimentazione, e si differenziano, principalmente, per il tipo di installazione dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo coerentemente con le esigenze del piano colturale applicato alla produzione praticata.

3 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

3.1 Caratteristiche generali del sistema agrivoltaico

La proposta progettuale si caratterizza principalmente per tre componenti principali:

1. COMPONENTE PRODUTTIVA ENERGETICA

Sistema di supporto dei moduli FV del tipo tracker (inseguitore solare) a singolo portrait installati su file disposte lungo la direttrice Nord/Sud ed asse di rotazione dei moduli FV nel piano Est/Ovest.

Altezza dei tracker di 2.50m al fulcro (pari all'altezza media della massima e minima inclinazione del pannello)

Pannelli FV del tipo bifacciale avente potenza nominale pari a 710 Wp

Pitch pari a 7 m (interasse tra i tracker)

2. COMPONENTE PRODUTTIVA AGRICOLA

Aree produttive interne alle aree recintate identificate come "tessere agrivoltaiche" e destinate a colture del tipo ortivo e aromatico/officinale.

Aree produttive interne alle aree recintate, poste al di fuori della identificazione della tessera, e da utilizzarsi quali superfici di controllo nel programma di monitoraggio della risposta delle colture impiantate nei campi agrivoltaici.

Superfici agricole esterne alle aree recintate lasciate alla libera conduzione secondo i piani agronomici della tradizione locale.

3. COMPONENTE MITIGATIVA

Fascia perimetrale, opportunamente collocata e dimensionata, utile alla mitigazione visiva delle aree di impianto propriamente dette per i tratti sensibili da tale punto di vista e mirata alla rinaturalizzazione dei luoghi per la rimanente parte.



Figura 2. schema scomposizione sottosistemi dell'impianto agrivoltaico tratto dalle *Linee Guida*

La conformazione prescelta, per la definizione dello spazio poro, può essere ricondotta ad uno dei modelli proposti all'interno delle Linee Guida come rappresentativi ed, in particolare, a quello interfilare a singolo pannello come rappresentato nel modello **b) Montpellier, half density** dove le file di tracker sono sovrapposte rispetto al piano di campagna e le produzioni agricole si sviluppano al di sotto della componente energetica e tra le interfila.

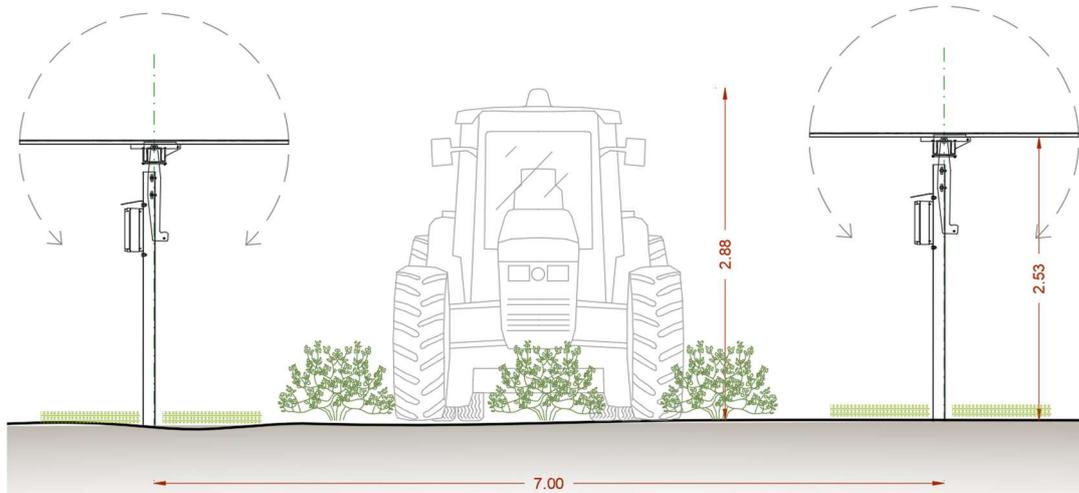


Figura 3. modello di impianto sopraelevato Monreale Malvello

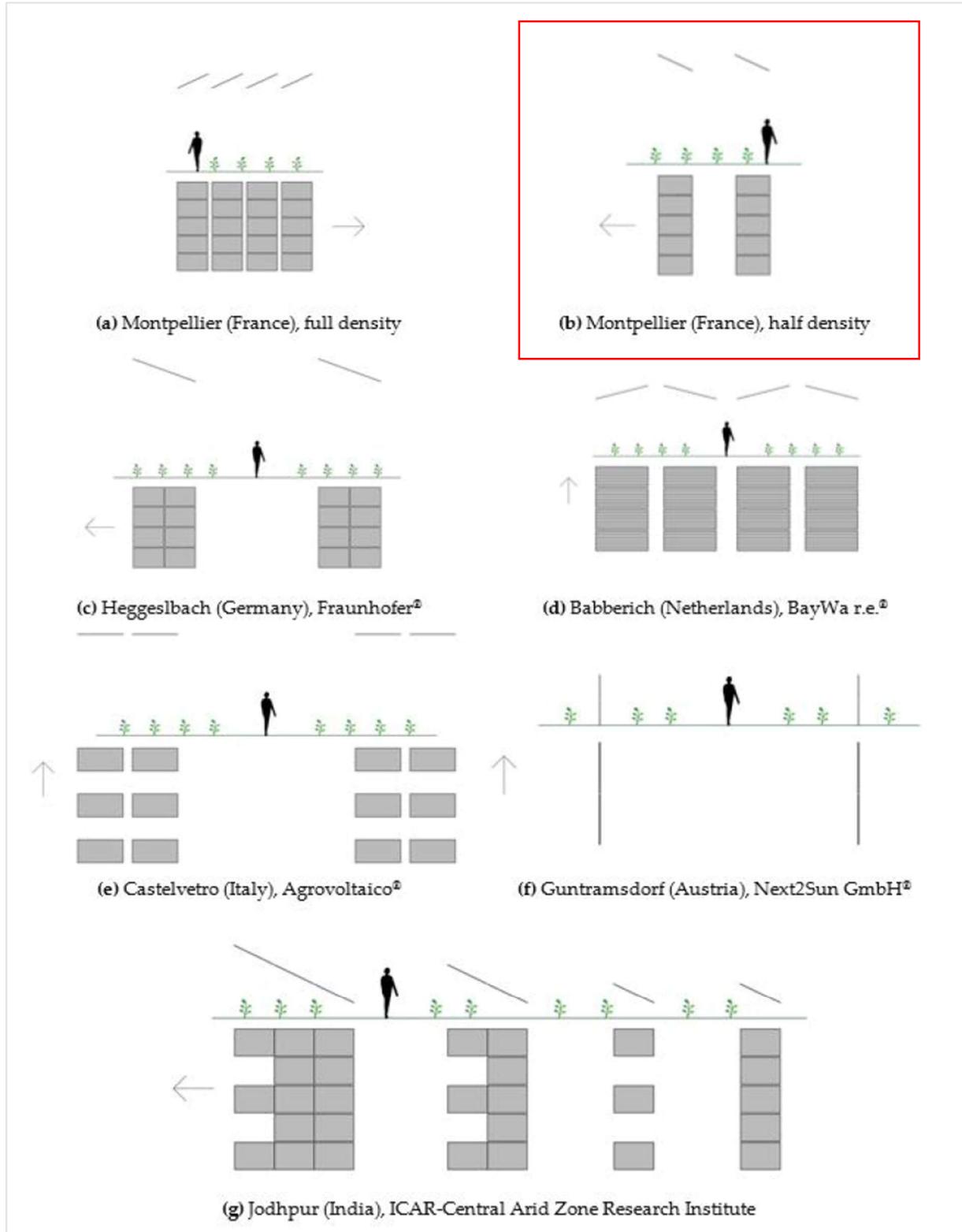


Figura 4. principali pattern spaziali dei sistemi agrivoltaici, fonte Toledo, Scognamiglio

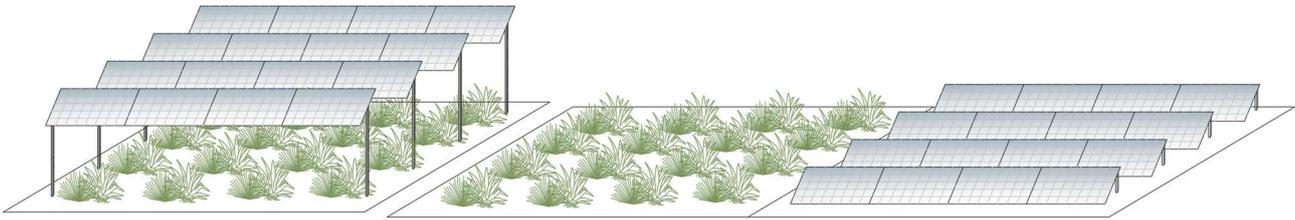


Figura 6. schema rappresentativo di raffronto tra sistemi FV standard e sistemi agrivoltaici

Nella configurazione sopraelevata scelta si ha la quasi totale sovrapposizione dei layers produttivi energetico ed agricolo; la stessa unità di suolo viene impiegata sia per la produzione agricola, sia per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile a meno di alcune fasce di interferenza tecnica come le zone interessate dalle fila di supporti ai tracker.

La bibliografia disponibile in merito ai sistemi agrivoltaici si arricchisce continuamente grazie a nuovi studi di settore basati su prove sperimentali di campo e ricerca applicata. Infatti, dai dati ricavati dai suddetti studi si evidenziano i contributi positivi dovuti alla fruttuosa integrazione tra i sistemi in questione (agricolo ed energetico). Tra i vantaggi apportati, ricordiamo che tali sistemi possono contribuire a ridurre gli effetti negativi della radiazione solare (soprattutto nelle regioni semi-aride e aride), incrementare in termini qualitativi le rese delle colture praticate, l'efficienza d'uso dell'acqua ed anche la redditività delle imprese agricole grazie all'incremento dell'efficienza d'uso del suolo.

4 UNITA' BASE: LA TESSERA

Il riferimento di tutte le grandezze coinvolte nella definizione dell'impianto agrivoltaico è sempre inteso alla cosiddetta TESSERA o INSIEME DI TESSERE

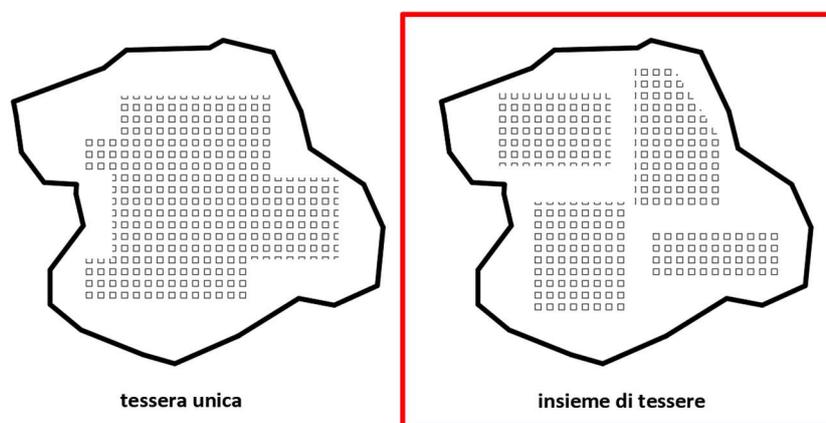


Figura 7. schematizzazione delle tipologie di sistema agrivoltaico

Nel caso in esame la conformazione del layout progettuale, per varie restrizioni tecniche legate al sito di impianto ed alla disponibilità delle aree, può ricondursi al modello dell'insieme di tessere.

Per definizione la tessera rappresenta la superficie contenuta nella spezzata di involuppo degli elementi che costituiscono l'impianto agrivoltaico intendendosi la proiezione a terra delle opere che potremmo definire "elettriche" o ad esse propedeutiche come, a titolo esemplificativo:

- Moduli fotovoltaici;
- Ingombro delle strutture di supporto, nel caso specifico tracker;
- Ingombro degli apparati tipo power station e cabine di raccolta e misura associate ai sottocampi elettrici.

Ne deriva che il caso di specie sia composto da 15 tessere identificate in tre serie principali come: "T.An, T.Bn, T.Cn".

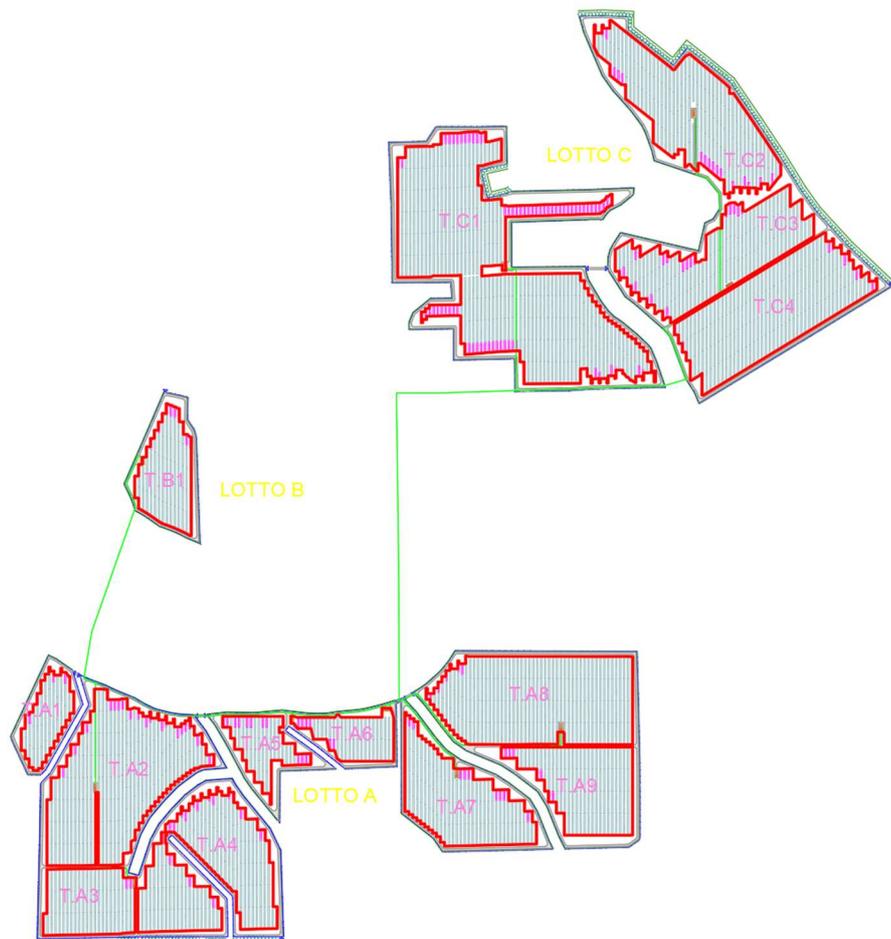


Figura 8. definizione dell'insieme di tessere progetto Monreale Malvello

Il codice fa riferimento alla attribuzione ad uno specifico Lotto di identificazione delle macroaree di impianto (A, B, C).

Tabella 1.valori dimensionali riferiti alle tessere individuate

ID#TESSERA	S(tot) [ha]	S(agri) [ha]	S(pv) [ha]
TA1	0,9844	0,7436	0,3633
TA2	5,3149	4,0860	1,8587
TA3	1,8359	1,4160	0,6384
TA4	4,0548	3,1038	1,4396
TA5	1,0237	0,7766	0,3726
TA6	1,0928	0,8520	0,3733
TA7	2,8761	2,2092	1,0111
TA8	5,2024	4,0168	1,7935
TA9	2,5379	1,9512	0,8849
TB1	1,6023	1,2256	0,5732
TC1	9,4678	7,2879	3,2933
TC2	4,3671	3,3853	1,4861
TC3	3,6088	2,7875	1,2439
TC4	4,6018	3,5644	1,5649
TOT	48,5707	37,41	16,90

I valori espressi in tabella sono posti alla base di tutte le verifiche relative alla rispondenza dei requisiti minimi e sono stati analiticamente e puntualmente determinati dagli elaborati grafici di progetto.

5 CARATTERISTICHE E REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

5.1 premessa

Il documento posto a base del presente studio, ovvero le "LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI", sarà utilizzato quale indice per la verifica dei requisiti necessari alla definizione di un impianto FV come agrovoltaico. La disamina parte dall'assunzione che possono essere definiti i seguenti requisiti:



**RELAZIONE SULLA COMPATIBILITA'
CON LE LINEE GUIDA AGRIVOLTAICO**

CODICE	FV.MNR03.PD.AGRO.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2023
PAGINA	12 di 29

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 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 preconditione 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

5.2 REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"

Affinché un impianto possa essere definito agrivoltaico devono sussistere le condizioni spaziali e costruttive utili a garantire la continuità delle attività agricole e/o zootecniche come pure una efficiente resa energetica nell'ottica di un equilibrio produttivo che valorizzi entrambe le componenti. Al fine di ottenere la precondizione appena esposta verranno utilizzati alcuni parametri dimensionali di riferimento che serviranno a valutare la reciproca incidenza spaziale.

Due sono i parametri di riferimento:

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;

5.2.1 A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Riferendosi esplicitamente a terreni a vocazione agricola il parametro in oggetto ha lo scopo di verificare che, per tutta la vita utile dell'impianto, la quota parte di suolo destinata all'attività agricola, alla floricoltura o al pascolo di bestiame sia adeguatamente proporzionata al punto da potersi definire "significativa" rispetto al concetto di continuità se confrontata alla condizione precedente all'installazione. Tale verifica si traduce nel soddisfacimento di un indice di copertura determinabile come:

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot Stot$$

Riferendosi ai valori riportati nella tabella n. 1, ottenuti dalle considerazioni spaziali descritte nel particolare in sezione, è possibile verificare che, per ogni tessera tale verifica sia soddisfatta.

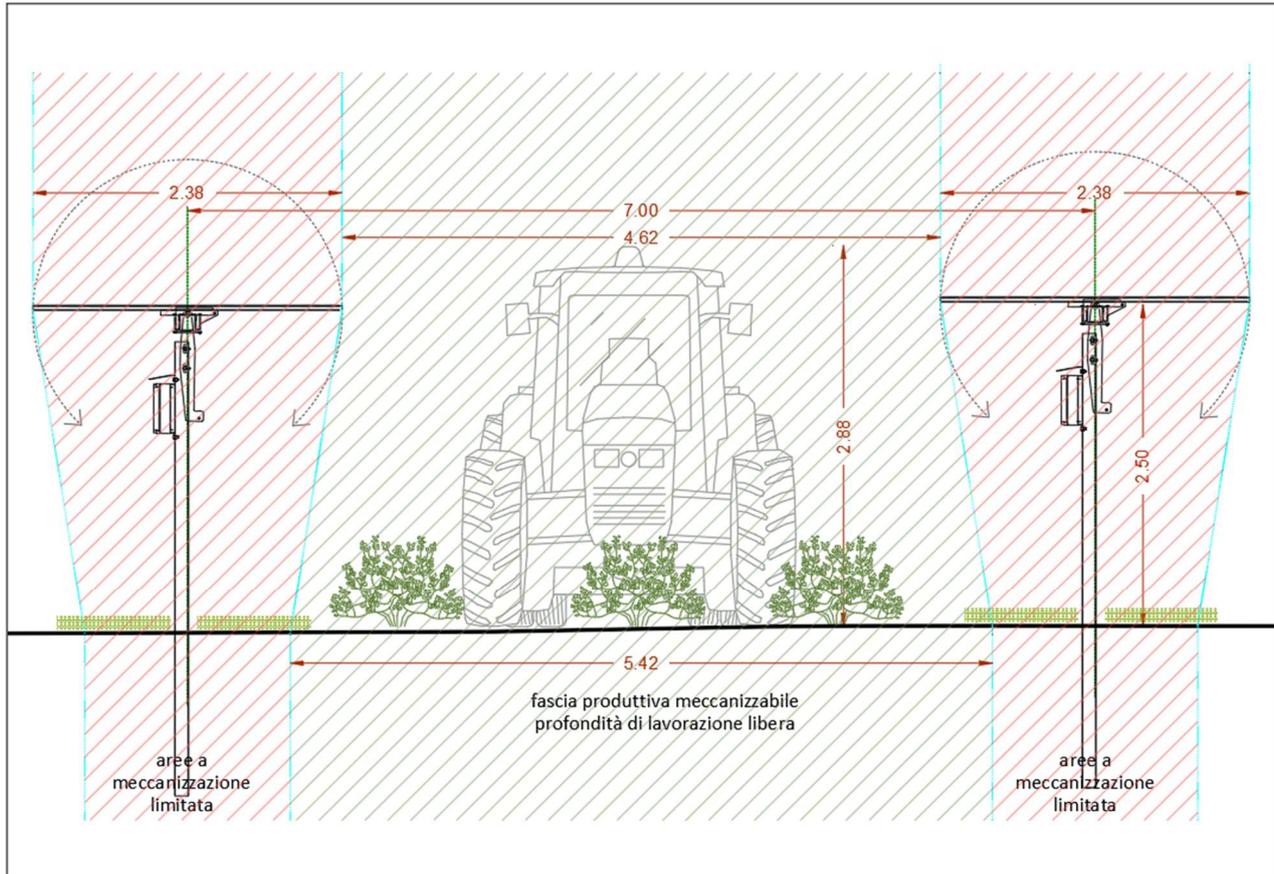


Figura 9. schema spaziale in sezione

Tabella 2. verifica del requisito A.1 per ciascuna tessera

progressivo	S tessera (1)	(1)-(2)	S MIN. ATTIVITA' AGRICOLA	
			REQUISITO A.1	
ID#TESSERA	S(tot) [ha]	S(agri) [ha]	S(agri)>0,7 * S(tot)	0,7 * S(tot)
TA1	0,9844	0,7436	VERIFICATO	0,6891
TA2	5,3149	4,0860	VERIFICATO	3,7204
TA3	1,8359	1,4160	VERIFICATO	1,2851
TA4	4,0548	3,1038	VERIFICATO	2,8384
TA5	1,0237	0,7766	VERIFICATO	0,7166
TA6	1,0928	0,8520	VERIFICATO	0,7650
TA7	2,8761	2,2092	VERIFICATO	2,0133
TA8	5,2024	4,0168	VERIFICATO	3,6417
TA9	2,5379	1,9512	VERIFICATO	1,7765
TB1	1,6023	1,2256	VERIFICATO	1,1216
TC1	9,4678	7,2879	VERIFICATO	6,6275
TC2	4,3671	3,3853	VERIFICATO	3,0570
TC3	3,6088	2,7875	VERIFICATO	2,5262
TC4	4,6018	3,5644	VERIFICATO	3,2213

Le verifiche effettuate sulle singole tessere restituiscono condizione di positività, pertanto, si ritiene essere soddisfatto integralmente il requisito A.1.

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

Al fine della determinazione dell'indice di porosità dell'iniziativa agrivoltaica in oggetto è stato applicato il concetto di LAOR riferito alla superficie complessiva coperta dai moduli fotovoltaici.

Il termine LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S_{tot}) con un valore espresso in percentuale dove:

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

(S_{tot}): area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'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 %:

$$LAOR \leq 40\%$$

Tabella 3. valori utili alla verifica della LAOR-requisito A.2

progressivo	S tessera (1)	C+I	LAOR<40% REQUISITO A.2
ID#TESSERA	S(tot) [ha]	S(pv) [ha]	Spv/Stot [%]
TA1	0,9844	0,3633	36,90%
TA2	5,3149	1,8587	34,97%
TA3	1,8359	0,6384	34,77%
TA4	4,0548	1,4396	35,50%
TA5	1,0237	0,3726	36,40%
TA6	1,0928	0,3733	34,16%
TA7	2,8761	1,0111	35,15%
TA8	5,2024	1,7935	34,47%
TA9	2,5379	0,8849	34,87%
TB1	1,6023	0,5732	35,78%
TC1	9,4678	3,2933	34,78%
TC2	4,3671	1,4861	34,03%
TC3	3,6088	1,2439	34,47%
TC4	4,6018	1,5649	34,01%

Alla luce delle verifiche appena rappresentate il requisito A.2 risulta integralmente soddisfatto.

5.3 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

Citando le Linee Guida:

“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.”

Le verifiche sul requisito B vengono scomposte in due unità distinte:

B.1 continuità dell'attività agricola

B.1 a) 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.

B.1 b) 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. A titolo di esempio, un eventuale riconversione dell'attività agricola da un indirizzo intensivo (es. ortofloricoltura) ad uno molto più estensivo (es. seminativi o prati pascoli), o l'abbandono di attività caratterizzate da marchi DOP o DOCG, non soddisfano il criterio di mantenimento dell'indirizzo produttivo.

B.2 producibilità elettrica minima

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata



**RELAZIONE SULLA COMPATIBILITA'
CON LE LINEE GUIDA AGRICOLTURA
FOTOVOLTAICO**

CODICE	FV.MNR03.PD.AGRO.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2023
PAGINA	18 di 29

alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

Procedendo ad una verifica puntuale sulla rispondenza dei già menzionati punti si relaziona che:

risposta di progetto punto B.1 a

L'attuale indirizzo produttivo per la produzione di cereali e ortaggi sarà convertito ad un sistema produttivo diversificato che prevede l'adozione di sistemi produttivi pluriennali (es. salvia e origano) e sistemi produttivi orticoli.

Il monitoraggio delle rese delle colture praticate nel suddetto sistema sarà effettuato attraverso il confronto con alcune aree di controllo: per tale scopo, sono state predisposte delle superfici (vedi tavola AGRO.04.1), la cui coltivazione sarà presa come riferimento per valutare gli effetti dell'integrazione dei pannelli fotovoltaici sulle colture in termini quali-quantitativi delle rese produttive agricole e, per questo, definite SUPERFICI DI CONTROLLO SC.

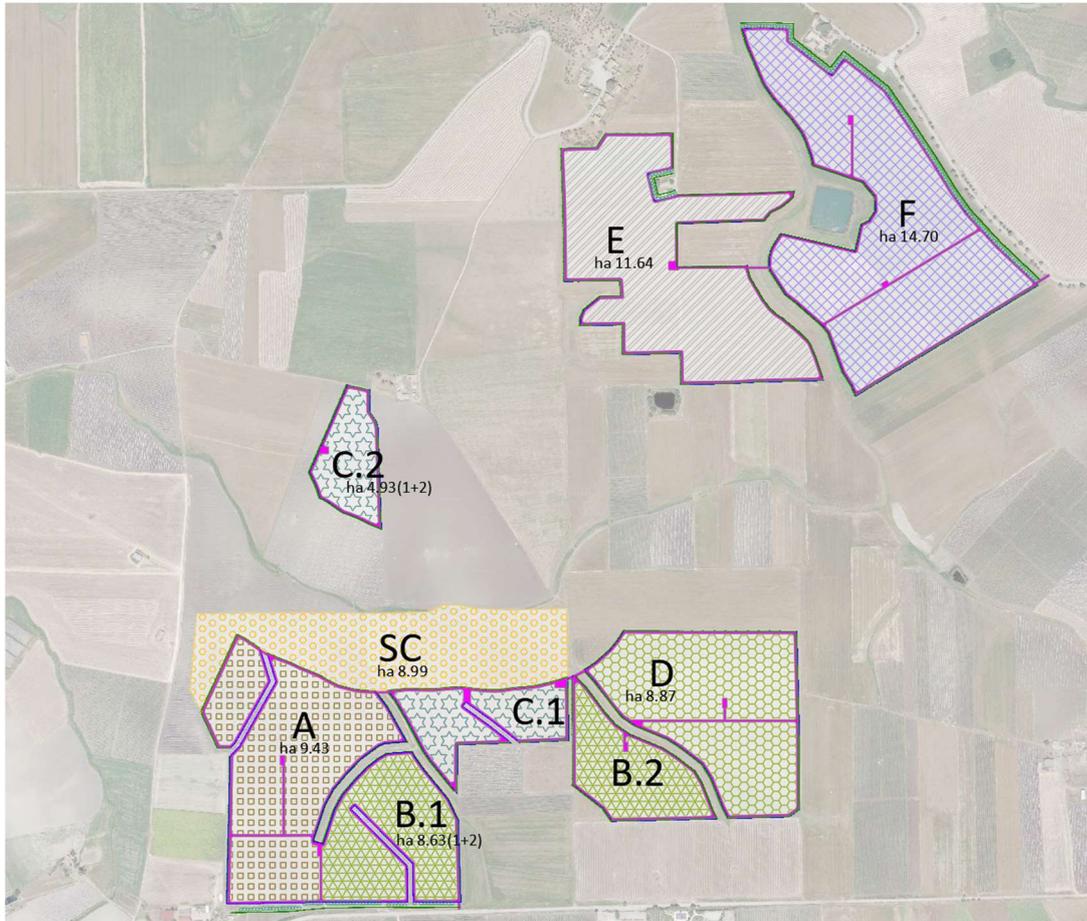


Figura 10. schema del piano agronomico interno ed esterno

Tabella 4. suddivisione dei suoli in base al piano agronomico

SUPERFICIE CATASTALE INIZIATIVA : 93.70 HA	
SUPERFICI PANNELLATE: 16.85 HA	
SUPERFICIE DI CONTROLLO (SC2): 8.99 HA	
SUPERFICI STRADE BIANCHE + PIAZZOLE: 4.82 HA	
MITIGAZIONE: 10805 ML	
SUPERFICIE AGROFV OFFICINALI/AROMATICHE (E+F): 26.34 HA	
SUPERFICIE AGROFV ORTIVE (A+B+C+D): 31.86 HA	
SUPERFICIE RECINTATA: 63.77 HA	



**RELAZIONE SULLA COMPATIBILITA'
CON LE LINEE GUIDA AGRICOLTURA
FOTOVOLTAICO**

CODICE	FV.MNR03.PD.AGRO.05
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2023
PAGINA	20 di 29

Risposta di progetto punto B.1. b

L'indirizzo produttivo attuale estensivo (seminativi per la produzione di cereali e ortaggi) sarà convertito ad un sistema produttivo diversificato, che prevede l'adozione di sistemi produttivi pluriennali (es. salvia e origano) e sistemi produttivi orticoli. Si prevede l'espanto di un piccolo vigneto gestito con conduzione familiare per autoconsumo. Sulla base di quanto evidenziato, si può affermare la congruenza con il presente requisito.

Risposta di progetto al punto B.2

Le valutazioni in ordine al requisito in esame sono state effettuate in maniera analitica con l'ausilio di software di calcolo dedicati tipo PV Syst. Ciò ha permesso di estrarre dei dati documentabili circa i valori caratteristici da mettere a confronto trovandosi a paragonare le rese di un sistema FV standard, come definito dalle Linee Guida, e quelle del sistema agrivoltaico Monreale Malvello.

Il raffronto ha tenuto conto della diversa conformazione dell'unità di superficie tessera che, necessariamente, si modifica passando ad un assetto standard. Le verifiche sulle producibilità sono state condotte mettendo in relazione i valori energetici delle tessere corrispondenti, riferibili ai due diversi sistemi.



Figura 11. configurazione layout con definizione tessere in assetto fixed

Tabella 5. raffronto tra le producitività specifiche riferite ai due assetti

	FVstd [m ²]	FV Agro [m ²]
E prodotta [GWh]	95,1	75,94
E spec [GWh/ha]	1,957970264	1,628914629
FVagri>0,6*FV stand	OK	

I dati estratti dalle analisi di producibilità ci permettono di asserire che:

$$FV/std=1.957 \text{ GWh/ha/anno} \quad FV/agri=1,629 \text{ GWh/ha/anno}$$

$$FV/agri \geq 0.6 \cdot FV/std$$

Pertanto, la verifica è da ritenersi soddisfatta.

5.4 REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

I fattori che principalmente condizionano la benefica sinergia tra il sistema fotovoltaico e quello agricolo sono riconducibili a elementi di spazialità come:

- L'altezza dei moduli da terra;
- La distanza tra le file di tracker (per i sistemi interfilari).

Nel caso in esame la struttura del volume dello spazio poro è determinata dai limiti geometrici di seguito evidenziati.

Tabella 6. Dati geometrici riferiti all'iniziativa agrivoltaica di Monreale Malvello

H _{med} TRACKER (a) [m]	PITCH (b) [m]	interasse accessibile alle macchine operatrici (c) [m]	interasse suoli lavorabili (d) [m]
2,5	7	4,62	5,42

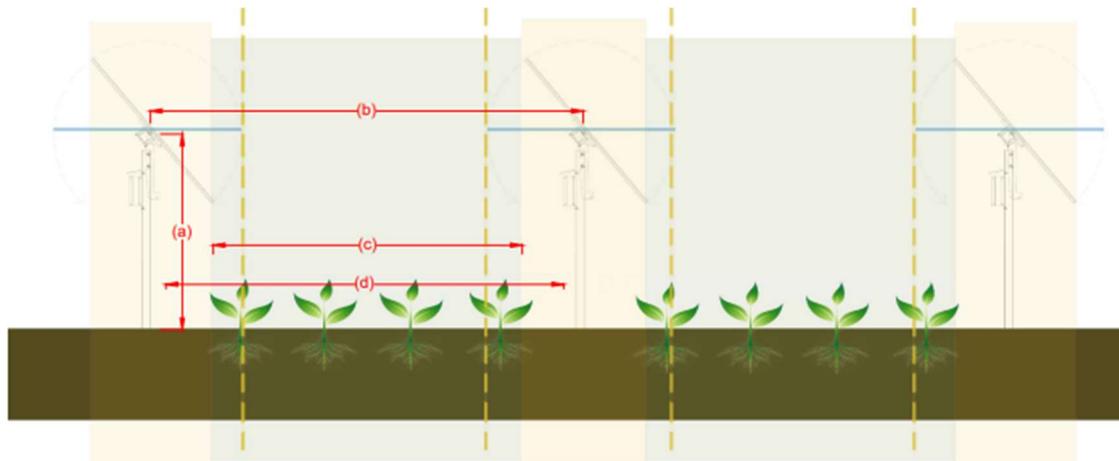


Figura 12 Rappresentazione grafica dei dati di cui alla tabella n.6

La definizione di questi parametri è scaturita sia da esigenze legate all'optimum energetico, al fine di evitare fenomeni di autombreggiamento e di backtracking, che agronomiche, in particolare la stretta correlazione esistente tra le produzioni agricole previste e l'utilizzo di mezzi agricoli ed attrezzature più o meno specifici.

Il riferimento ai sestri di impianto delle produzioni ortive e officinali/aromatiche, del tipo a filare, ben si presta alla produzione interfilare tra i tracker, come è possibile osservare nella Figura n. 9 (vedi paragrafo n. 5.2.1).

L'area destinata alla produzione agricola in un sistema agrivoltaico può coincidere con l'intera area del sistema, oppure corrispondere ad una porzione della stessa (come nel nostro caso in esame), in funzione delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto.

Con particolare riferimento alle suddette *Linee Guida*, la configurazione spaziale proposta nel presente progetto non può essere integralmente identificata con alcuna tipologia riportata; tuttavia, ai fini esemplificativi si riportano le definizioni del TIPO 1 e 2, maggiormente equiparabili alla configurazione ivi proposta.

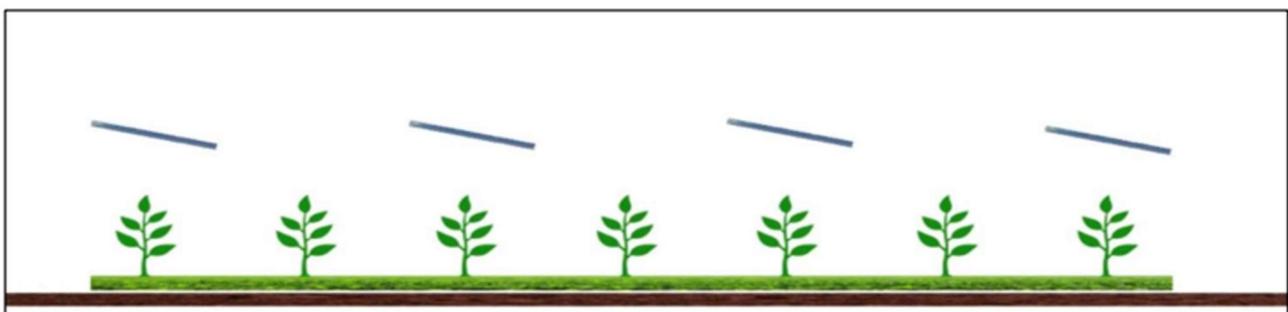


Figura 13 Configurazione spaziale di TIPO 1, da "Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici"

“L’altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l’impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, 24 grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell’impianto che poggiano a terra e che inibiscono l’attività in zone circoscritte del suolo.”

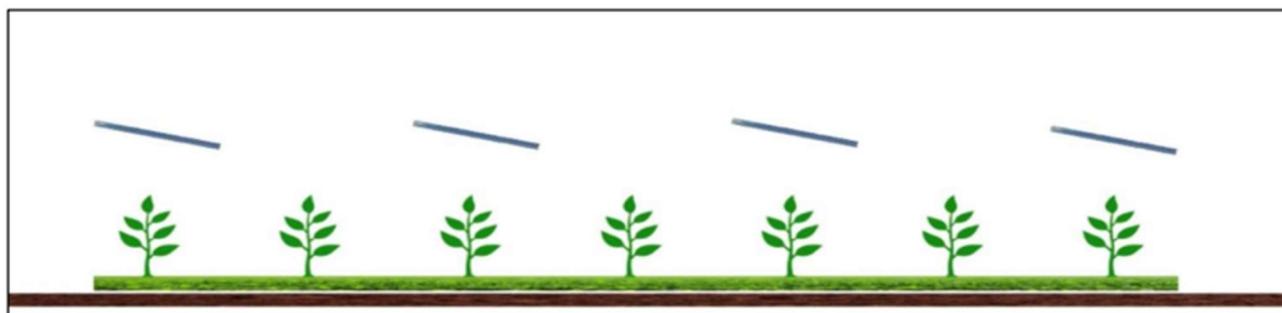


Figura 14 Configurazione spaziale di TIPO 2

“L’altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l’impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna funzione sinergica alla coltura).”

Tenuto conto della possibilità di svolgere le attività agricole e quindi la coltivazione anche su parte delle superfici al di sotto dei tracker, come precedentemente evidenziato, saranno riportati alcuni dei parametri di riferimento, tratti dalle Linee Guida. In particolare, è stata definita l’altezza media dei moduli su strutture mobili da assicurare in un sistema agrivoltaico al fine di garantire il continuo dell’attività agricola. L’altezza media minima indicata per consentire l’utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione è pari a **2,1 m**.

Considerando i parametri dimensionali proposti per il presente progetto, di cui alla tabella n. 6, si evidenzia che l’altezza media dei tracker scelti si attesta a **2,5 m**, pertanto si può asserire che:

$$H_{med(a)} \geq 2.1m \quad VS$$

La distanza tra le file dei moduli fotovoltaici (Pitch) è pari a 7 m: al fine di lasciare una distanza minima di sicurezza di manovra tra le strutture tracker e le macchine agricole e le relative operatrici, si considera una fascia lavorabile di 5.42 m.

Sulla base di quanto evidenziato è possibile affermare che l'impianto fotovoltaico proposto è identificabile come impianto agrivoltaico, nel rispetto del requisito C.

5.5 REQUISITO D/E: implementazione di un sistema di monitoraggio nel sistema agrivoltaico

Le attività di monitoraggio previste per il presente sistema agrivoltaico saranno implementate al fine di verificare sia parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante i pannelli fotovoltaici, sia quei parametri volti a rilevare effetti benefici concorrenti.

In particolare, saranno rilevati i dati definiti dai seguenti punti del requisito D:

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la 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.

In aggiunta, si prevede il monitoraggio anche del seguente parametro:

E.2) il microclima;

Al fine di monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico sarà inoltre misurata l'energia elettrica prodotta.

D.1 Monitoraggio del risparmio idrico

Il sistema agrivoltaico può svolgere un ruolo fondamentale nell'ottimizzazione della risorsa idrica, grazie alla riduzione del fabbisogno di acqua per le piante dovuto al maggior ombreggiamento del suolo.

Nel caso in esame, l'acqua necessaria per scopi irrigui sarà prelevata dalla rete di distribuzione irrigua del locale consorzio di bonifica attualmente già presente ed utilizzata allo scopo per le medesime aree.

Al fine di monitorare l'utilizzo di acqua saranno implementati appositi misuratori sulle prese aziendali. In alternativa, sarà comunque possibile misurare il volume di acqua erogato attraverso il calcolo della portata (l/s), unitamente al tempo di funzionamento della pompa impiegata per scopi irrigui.

Il monitoraggio dell'acqua impiegata sarà implementato attraverso i dati ricavati dalle aree di controllo previste per il presente progetto. In particolare, saranno verificati, a parità di condizioni e di specie coltivata, anche i volumi di acqua impiegati per l'irrigazione.

D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Al fine di verificare i suddetti punti sarà redatta, con cadenza stabilita, una relazione tecnica asseverata da un agronomo, con indicazioni, inoltre, sui piani annuali di coltivazione ed in particolare le specie annualmente coltivate, la superficie dedicata alle coltivazioni, le condizioni di crescita delle piante e le tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

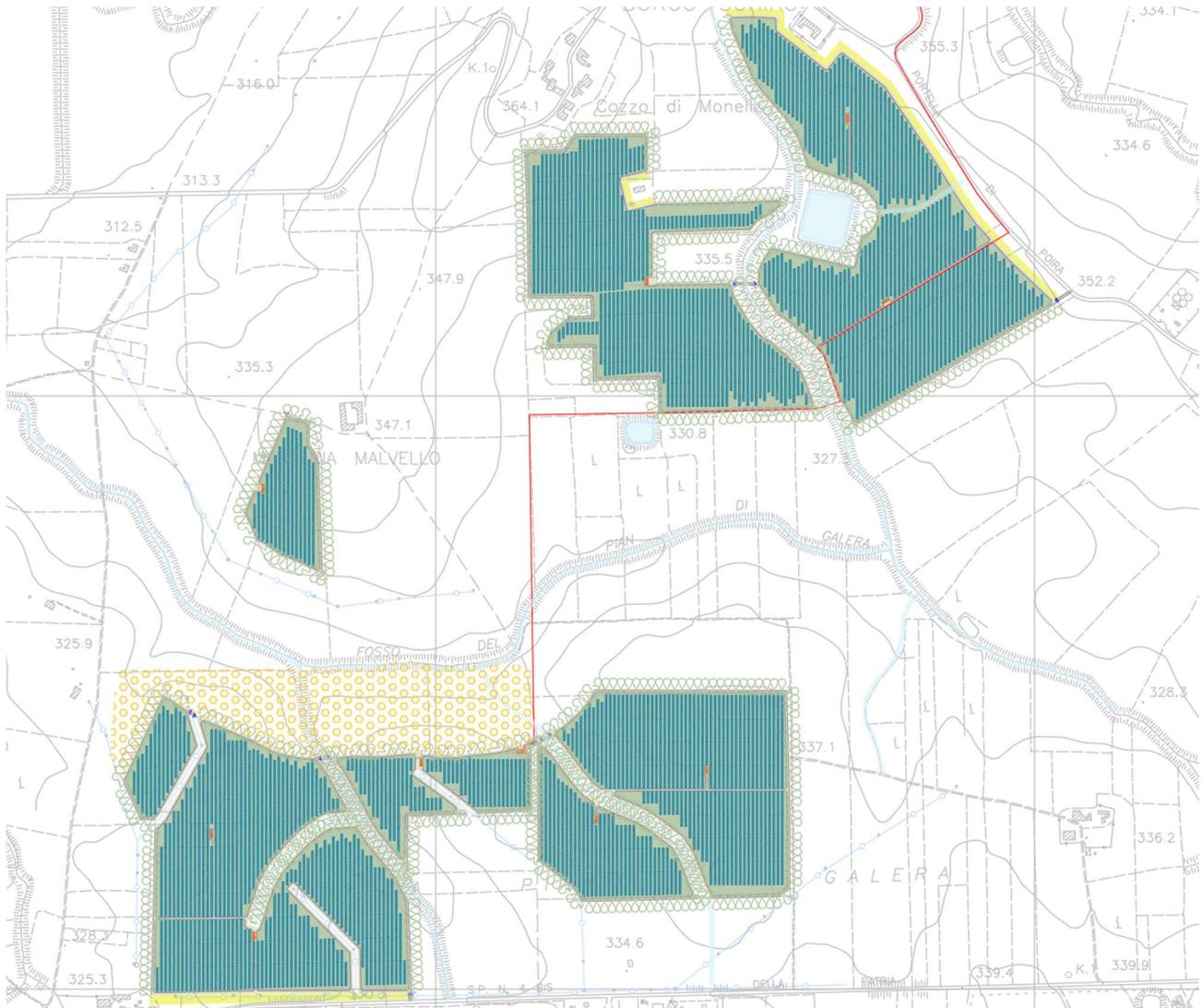
Si sottolinea che l'attuale indirizzo produttivo estensivo per la produzione di cereali e ortaggi sarà convertito ad un sistema produttivo diversificato, che prevede l'adozione di sistemi produttivi pluriennali (es. salvia e origano) e sistemi produttivi orticoli, come precedentemente accennato.

E.2 Monitoraggio del microclima

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. L'implementazione di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe determina, inevitabilmente, delle ricadute sulle coltivazioni praticate al di sotto. In particolare, la presenza dell'impianto diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria. L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento). L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri, tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Risulta pertanto necessario monitorare i principali parametri influenzati dalla presenza dell'impianto fotovoltaico che condizionano la crescita e la resa delle colture praticate nel sistema agrivoltaico.

Il monitoraggio sarà implementato attraverso l'ausilio dei campi di controllo appositamente predisposti. Coltivare le stesse specie vegetali con le medesime tecniche colturali, a parità di condizioni pedoclimatiche, consentirà di evidenziare le differenze e la pertinenza del ciclo colturale proposto in un sistema agrovoltaiico.



LEGENDA

- | | | | |
|--|--------------------------------------------------------|--|--------------------------------------|
| | area agro-fotovoltaica | | idrografia superficiale |
| | tratte di mitigazione prettamente visiva | | condotte irrigue consorzio Palermo 2 |
| | mitigazione con valenza di naturalizzazione | | |
| | aree agricole esterne alle recinzioni di impianto (SC) | | |
| | cavidotto esterno | | |

Figura 15 Rappresentazione delle superfici agricole del sistema agrovoltaiico proposto, con indicazione sulle superfici di controllo (SC)

In sintesi, le misurazioni che andranno effettuate in situ sono:

- consumo di acqua;
- superficie coperta dai moduli;
- ombreggiamento interfilare;
- piovosità sull'interfila e al di sotto della proiezione dei moduli.

Risulta altresì importante analizzare i dati biometrici della coltura, al fine di verificarne la curva di incremento nel corso del ciclo colturale, nonché la biomassa prodotta al termine del ciclo. Il sistema di monitoraggio prevede il controllo dei parametri meteorologici e tecnici attraverso la disposizione di una rete di sensori adeguatamente posizionati. I valori rilevati potranno essere gestiti da remoto attraverso opportuni dispositivi di rilevamento e successivamente analizzati. I parametri abiotici da monitorare e quindi i dati da acquisire, riguardano umidità, temperatura e ventosità. Al fine di confrontare al meglio con la tesi di controllo sarà calcolata anche l'evapotraspirazione.

I dati relativi alle colture saranno acquisiti da personale specializzato (agronomi, agrotecnici).

Al fine di garantire una sufficiente rappresentatività della situazione reale di campo, la rete e i dispositivi per il monitoraggio saranno predisposti in modo adeguato.

In sintesi, si disporrà di:

- una centralina meteo per l'acquisizione dei principali indici meteorologici;
- igrometri digitali per rilevare la % di umidità atmosferica;
- tensiometri per la misura del potenziale idrico del terreno in centibar mediante appositi sensori;
- termometri digitali per misurare la temperatura al suolo e in atmosfera nelle zone in ombra e no;
- luxmetri per monitorare l'intensità luminosa nelle diverse condizioni operative;
- Unità periferiche di acquisizione dati in campo.

I dispositivi di cui sopra dovranno essere connessi in rete remota; si disporrà inoltre un apposito software per la gestione e l'elaborazione dei dati acquisiti.

Sulla base di quanto evidenziato, si può ritenere soddisfatto il requisito D ed E.2.

6 CONCLUSIONI

Nel presente studio sono stati analizzate le caratteristiche dell'impianto agrivoltaico oggetto del presente studio, inquadrandolo nel contesto delle *Linee Guida in Materia Di Impianti Agrivoltaici* (Giugno 2022) ed in particolare verificandone la congruenza con i requisiti indicati dalle stesse.

Dalle analisi effettuate è emersa la totale conformità delle ipotesi progettuali rispetto ai criteri indicati dalle Linee Guida; in particolare, l'impianto agrivoltaico Monreale Malvello può essere definito come: "*agrivoltaico avanzato*".