

## Sommario

1	Premessa .....	2
2	Normativa di Riferimento per gli Impianti Agrivoltaici in Italia .....	2
2.1	Decreto Ministeriale 436/2023 – “Decreto Agrivoltaico” .....	2
2.2	Decreto Legislativo 190/2024 .....	3
2.3	Decreto Legislativo 199/2021 – Attuazione della Direttiva RED II .....	3
2.4	Linee Guida Ministeriali (MASE, 2025) .....	3
2.5	CEI PAS 82-93 (Ed. 2, 2023) .....	4
2.6	UNI/PdR 148:2023 – Prassi di Riferimento .....	4
2.7	Decreto-Legge 21 novembre 2025, n. 175 .....	4
3	Definizioni parametri e superfici caratterizzanti i sistemi agrivoltaici .....	5
3.1	Definizioni Linee Guida Ministeriali (MASE, 2022) .....	5
3.2	Definizioni CEI PAS 82-93 (Ed. 1, 2023, Ed. 2, 2023 e PRJ – 3522 Ed. 24) .....	6
<b>3.3</b>	Dati progettuali e documenti progettuali di riferimento .....	10
3.4	Elenco requisiti ai sensi delle Linee Guida Ministeriali (MASE, 2022) in materia di Impianti Agrivoltaici .....	12
3.5	Verifica requisiti del progetto “SAN PIETRO IN CASALE” .....	13
3.5.1	<b>Requisito A:</b> l’impianto rientra nella definizione di “agrivoltaico” .....	14
3.5.2	<b>Requisito B:</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 .....	15
3.5.3	<b>Requisito C:</b> l’impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra .....	17
3.5.4	<b>Requisiti D:</b> il sistema di monitoraggio .....	19
3.6	Conclusioni .....	25

# RELAZIONE DI VERIFICA DEI REQUISITI DEL PROGETTO AI SENSI DELLE LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI E ALTRE NORME DI RIFERIMENTO.

## PROGETTO SAN PIETRO IN CASALE

### 1 Premessa

Il decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile in Italia, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050. L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione. Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo.

Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. **"agrivoltaici"**, ovvero **impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione**, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura, con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti. L'obiettivo è quello di diffondere gli impianti agrivoltaici di medie e grandi dimensioni per avere una agricoltura sostenibile e una produzione energetica da fonti rinnovabili nonché di ridurre i costi di approvvigionamento energetico del settore (oggi superano il 20 per cento dei costi aziendali) e migliorare le prestazioni climatiche e ambientali, con una diminuzione potenziale di 0,8 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>.

### 2 Normativa di Riferimento per gli Impianti Agrivoltaici in Italia

L'agrivoltaico è una tecnologia strategica per la transizione ecologica, che consente la co-esistenza tra produzione agricola e produzione di energia solare. In Italia, la normativa si è arricchita di strumenti tecnici e normativi che definiscono requisiti, criteri e buone pratiche per garantire l'efficacia e la sostenibilità di questi impianti.

Nella seguente tabella si espone l'evoluzione della normativa tecnica del settore Agrivoltaico in Italia a partire dalle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici pubblicate nel 2022.

#### 2.1 Decreto Ministeriale 436/2023 – "Decreto Agrivoltaico"

Questo decreto promuove la realizzazione di impianti agrivoltaici innovativi di natura sperimentale, definendo:

- Requisiti progettuali: moduli sollevati da terra, rotazione dei pannelli, compatibilità con le colture.

- Sistemi di monitoraggio: obbligo di installare strumenti per valutare l’impatto su colture, suolo, microclima e produttività agricola.
- Incentivi: contributo in conto capitale fino al 40% dei costi ammissibili e tariffa incentivante sull’energia elettrica netta immessa in rete.

Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici – 06/2022

CEI PAS 82-93 – 01/2023

UNI/PdR 148:2023 – A reference practice for agri-voltaic systems – 8/2023

CEI PAS 82-93 – 12/2023

Dm Agrivoltaico – 12/2023

- Linee guida per il monitoraggio della continuità dell’attività agricola (CREA/GSE) – 05/24
- DM Agrivoltaico – Regole operative – 06/2024
- Appendice 1\_Schemi grafici per la definizione delle superfici – 06/2024
- Appendice 3\_Esempio di calcolo del valore di producibilità con software PVGIS – 06/2024

Progetto CEI 82-93 PRJ-3522 – in consultazione pubblica

Decreto-Legge 21 novembre 2025, n. 175, convertito nella Legge 15 gennaio 2026, n. 4

#### *Elenco norme di riferimento per gli Impianti Agrivoltaici in Italia*

### 2.2 Decreto Legislativo 190/2024

Introduce semplificazioni autorizzative per gli impianti fotovoltaici su terreni agricoli, ma conferma il divieto di installazione di impianti fotovoltaici a terra su suolo agricolo, fatta eccezione per:

- Impianti agrivoltaici che garantiscano almeno il 70% della superficie destinata a coltivazioni.
- Aree degradate, cave dismesse, discariche, aree industriali e infrastrutturali.

### 2.3 Decreto Legislativo 199/2021 – Attuazione della Direttiva RED II

Stabilisce i criteri per l’individuazione delle aree idonee alla realizzazione di impianti da fonti rinnovabili, comprese quelle agrivoltaiche, e introduce il principio della priorità per impianti integrati con l’agricoltura.

### 2.4 Linee Guida Ministeriali (MASE, 2025)

Le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, pubblicate dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), stabiliscono i requisiti minimi per accedere agli incentivi PNRR e per essere riconosciuti come impianti agrivoltaici:

- Compatibilità agricola: l'impianto deve garantire la continuità delle attività agricole.
- Tecnologie innovative: moduli sollevati da terra, rotazione dei pannelli, agricoltura di precisione.
- Monitoraggio ambientale: obbligo di sistemi per valutare impatti su colture, suolo, microclima e produttività.

## 2.5 CEI PAS 82-93 (Ed. 2, 2023)

La CEI PAS 82-93 è una specifica tecnica sperimentale sviluppata dal Comitato Tecnico 82 del CEI. Essa fornisce:

- Classificazione delle tipologie di impianti agrivoltaici (fissi, mobili, interfilari, su inseguitori).
- Requisiti elettrici e agricoli per la coesistenza delle due attività.
- Criteri di sicurezza per l'esercizio congiunto di attività agricole ed elettriche.
- Linee guida per O&M (Operation & Maintenance) degli impianti agrivoltaici.

Dopo la prima versione del gennaio 2023, la seconda versione che conteneva importanti integrazioni lato agricoltura è stata pubblicata a dicembre 2023. Attualmente, la versione finale della norma, denominata Progetto CEI 82-93 PRJ-3522. Il testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali.

## 2.6 UNI/PdR 148:2023 – Prassi di Riferimento

La UNI/PdR 148:2023, sviluppata da UNI con ENEA, Università Cattolica e REM Tec, definisce:

- Requisiti progettuali e funzionali per l'integrazione tra agricoltura e fotovoltaico.
- Criteri di valutazione multicriterio per i progetti agrivoltaici.
- Appendici tecniche su:
  - Sicurezza impiantistica (Appendice A)
  - Fertilità del suolo (Appendice B)
  - Integrazione paesaggistica (Appendice C)
  - Impatti socio-economici (Appendice D).

## 2.7 Decreto-Legge 21 novembre 2025, n. 175

Il quadro normativo di riferimento per gli impianti agrivoltaici è stato recentemente aggiornato dal Decreto-Legge 21 novembre 2025, n. 175, convertito nella Legge 15 gennaio 2026, n. 4, che interviene in modo organico sul sistema delle fonti rinnovabili integrando e modificando il D.Lgs. 190/2024 (Testo Unico FER) e superando la precedente disciplina del D.Lgs. 199/2021 in materia di aree idonee. In tale contesto, una delle principali innovazioni riguarda: [permatech.it], [4-energy.it]

Definizione normativa introdotta:

Impianto agrivoltaico: sistema energetico-agricolo integrato che garantisce la continuità delle attività colturali e pastorali, attraverso configurazioni con moduli fotovoltaici elevati da terra e soluzioni compatibili con la coltivazione e l'utilizzo agricolo del suolo [permatech.it], [lexology.com]

## Principali novità e requisiti introdotti dal DL 175/2025

- Riconoscimento preferenziale dell'agrivoltaico rispetto al fotovoltaico tradizionale a terra, con mantenimento del divieto generale di installazione su suolo agricolo salvo eccezioni [permatech.it]
- Introduzione di un nuovo regime delle aree idonee, integrato nel Testo Unico FER (artt. 11-bis e seguenti), con revisione e razionalizzazione delle categorie territoriali
- Riduzione e maggiore selettività delle aree idonee, con esclusione di alcune aree agricole precedentemente ammesse
- Autorizzabilità degli impianti agrivoltaici nelle aree idonee, purché sia garantita la funzione agricola
- Obbligo di mantenimento della produttività agricola, con verifiche periodiche e possibilità di controlli ex post da parte degli enti competenti [ediltecnico.it]
- Introduzione di sistemi di controllo e asseverazione tecnica sul rispetto della continuità agricola e sulle prestazioni del sistema
- Possibilità di limiti regionali sulla superficie agricola utilizzabile, indicativamente contenuti entro soglie percentuali (es. ~3% della SAU).
- Allineamento con gli obiettivi PNRR e REPowerEU, con semplificazione e centralizzazione delle norme nel Testo Unico FER

Resta infine confermato il quadro tecnico-progettuale delineato dal D.M. 436/2023 (Decreto Agrivoltaico) e dalle relative regole operative GSE, che impone il rispetto dei requisiti di continuità produttiva agricola, integrazione tecnologica e monitoraggio delle performance, configurando l'agrivoltaico come sistema duale energia-agricoltura ad elevato contenuto innovativo.

### 3 Definizioni parametri e superfici caratterizzanti i sistemi agrivoltaici

Gli impianti agrivoltaici devono:

- Garantire la continuità delle attività agricole.
- Integrare tecnologie di agricoltura di precisione.
- Non compromettere la fertilità del suolo.
- Essere compatibili con i vincoli paesaggistici e ambientali.

L'integrazione tra normativa tecnica (CEI, UNI) e normativa incentivante (D.M. 436/2023, Linee Guida MASE) rappresenta un quadro completo e coerente per lo sviluppo degli impianti agrivoltaici in Italia. Il rispetto di tali riferimenti è fondamentale per accedere agli incentivi e garantire la sostenibilità dei progetti.

Nel presente paragrafo vengono riportati le definizioni dei parametri e superfici caratterizzanti i sistemi agrivoltaici. Gli stessi sono funzionali al calcolo dei requisiti e alla definizione dell'impianto come agrivoltaico e/o agrivoltaico avanzato.

#### 3.1 Definizioni Linee Guida Ministeriali (MASE, 2022)

- **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;

- **Impianto agrivoltaico avanzato:** impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:
  - 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;
  - 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;
- **Sistema agrivoltaico avanzato:** sistema complesso composto dalle opere necessarie per lo svolgimento di attività agricole in una data area e da un impianto agrivoltaico installato su quest'ultima che, attraverso una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, integri attività agricola e produzione elettrica, e che ha lo scopo di valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, garantendo comunque la continuità delle attività agricole proprie dell'area;
- **Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv):** somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice);
- **Superficie di un sistema agrivoltaico (Stot):** area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico;
- **Altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo:** altezza misurata da terra fino al bordo inferiore del modulo fotovoltaico; in caso di moduli installati su strutture a inseguimento l'altezza è misurata con i moduli collocati alla massima inclinazione tecnicamente raggiungibile. Nel caso in cui i moduli abbiano altezza da terra variabile si considera la media delle altezze;
- **Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri):** produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno;
- **Producibilità elettrica specifica di riferimento (FVstandard):** 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;
- **LAOR (Land Area Occupation Ratio):** rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S tot). Il valore è espresso in percentuale;

### 3.2 Definizioni CEI PAS 82-93 (Ed. 1, 2023, Ed. 2, 2023 e PRJ – 3522 Ed. 24)

Già con la prima versione, la CEI PAS 82-93 aveva fornito una serie di definizioni ulteriori e indicazioni dettagliate in merito ai parametri e le superfici dei sistemi agrivoltaici. Attualmente, la norma si trova in consultazione pubblica e alla fine di tale procedimento sarà pubblicata la versione ufficiale, diventando, a tutti gli effetti, la norma tecnica di riferimento per il settore dell'agrivoltaico in Italia.

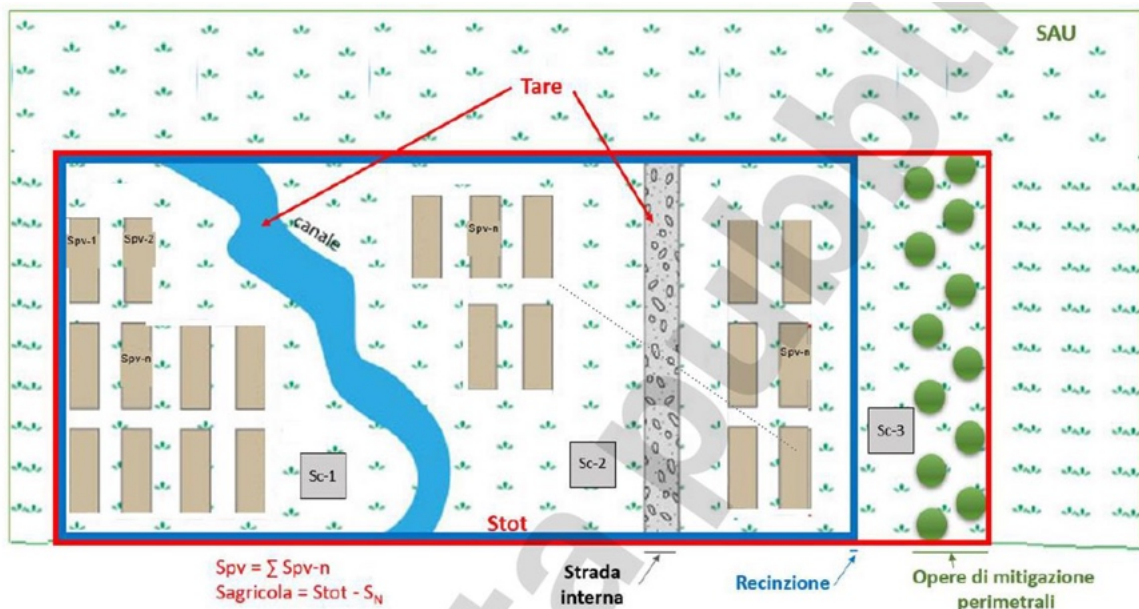
Di seguito le definizioni non contenute nelle Linee Guida Ministeriali ovvero quelle che le vanno integrare con maggior dettaglio:

- **Piano agronomico (o Relazione agronomica):** relazione tecnica predisposta, e asseverata ai sensi del DPR 445/2000, da un Professionista agrario abilitato (vedi 3.9 e cap. 12) che riporta tutti gli aspetti che consentono una valutazione completa della parte agricola del progetto agrivoltaico e della sua interazione con l'impianto fotovoltaico, come meglio indicato nell'Annex B.

- **Impianto fotovoltaico di riferimento:** impianto fotovoltaico aventi le caratteristiche riportate nel par. 3.20 dove viene calcolata la 194 producibilità elettrica di tale impianto, ai fini di questo documento. NOTA. Ai fini del confronto fra impianto agrivoltaico e impianto FV di riferimento, si ritiene non necessario indicare che i moduli di quest'ultimo abbiano un determinato valore dell'efficienza (ad es. 20% nelle Linee Guida di MITE), mentre si ritiene necessario che le strutture di sostegno dei moduli fissi o mobili dell'impianto FV di riferimento, abbiano le stesse caratteristiche dell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo, come indicato nel par. 3.20.
- **Impianto agrivoltaico:** Impianto fotovoltaico che adotta soluzioni installative, con montaggio dei moduli su strutture fisse o su strutture che consentono la rotazione dei moduli stessi, tali da consentire l'utilizzo duale del terreno interessato a tale installazione e non compromettere la continuità delle attività agricole che vengono svolte sotto e/o tra le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici. L'impianto agrivoltaico può essere installato con metodologie:
  - Impianto agrivoltaico interfilare come indicato nel par. 6.3;
  - Impianto agrivoltaico elevato come indicato nel par. 6.4.
- **Impianto agrivoltaico avanzato:** impianto agrivoltaico elevato (3.13.2) che presenta le caratteristiche indicate nel par. 6.5.
- **Sistema agrivoltaico:** sistema complesso composto dalle opere necessarie per lo svolgimento di attività agricole in una data area in esame e da un impianto agrivoltaico che, attraverso l'azione combinata di attività agricola e produzione elettrica, ha lo scopo di valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.
- **Producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento (FVrif):** energia elettrica producibile in c.a. dall'impianto fotovoltaico di riferimento (par. 3.11), determinata, ai fini di questo documento, utilizzando il Software di calcolo gratuito PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) ([https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools)) con i seguenti dati di input:
  - Posizione: coordinate geografiche del sito di installazione dell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo
  - Database di radiazione solare: PVGIS-SARAH2
  - Tecnologia FV: Si cristallino (vedi Nota 1)
  - Potenza FV di picco (kW) somma della potenza nominale a STC (par. 3.3) dei moduli fotovoltaici dell'impianto agrivoltaico
  - Perdite di sistema 14%
  - Opzioni di montaggio: su struttura fissa o su struttura mobile, come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo
  - Inclinazione: come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo
  - Orientazione: come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo
  - Distanza fra i filari (se presenti): tale da non provocare ombreggiamento reciproco fra i moduli alle ore 12 del 21 dicembre, come buona prassi di progettazione FV.
- **Energia elettrica prodotta da un impianto agrivoltaico (FVagri):** energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico che ne fa parte.
- **Altezza minima dei moduli fotovoltaici di un impianto agrivoltaico (h1):** Altezza misurata da terra fino al bordo inferiore del modulo fotovoltaico collocato più in basso nella struttura di sostegno (fissa o mobile); nel caso di moduli ad inclinazione variabile su strutture ad inseguimento solare, l'altezza minima durante l'anno è misurata con i moduli collocati alla massima inclinazione operativa raggiungibile (par. 0) dall'inseguitore solare
- **Altezza minima ammessa dei moduli fotovoltaici di un impianto agrivoltaico elevato (hmin):** Altezza minima di un impianto agrivoltaico elevato ammessa da determinate regolamentazioni nazionali, quali ad esempio quelle indicate nelle Linee Guide MITE (par. 2.5 Requisito C).
- **Massima inclinazione operativa raggiungibile dall'inseguitore solare:** È la massima inclinazione del piano dei moduli dell'inseguitore solare che viene raggiunta nelle condizioni operative dell'impianto

agrivoltaico come indicato nel Progetto d’impianto fotovoltaico e nel Piano Agronomico dell’impianto agrivoltaico che ad esso fa riferimento; essa può essere inferiore alla “massima inclinazione tecnicamente raggiungibile” dell’inseguitore che tiene conto di determinate condizioni di operatività dell’impianto fotovoltaico (ad esempio, altezza massima da raggiungere nelle varie fasi d’inseguimento solare), come riportato nella scheda tecnica dello stesso fornita dal costruttore, o dell’impianto agrivoltaico (ad esempio, distanza dalle coltivazioni sottostante i moduli).

- **Tare agricole (o altra superficie):** Superfici che non interessano direttamente l’attività agricola e consistono in strade poderali, fossi, canali, stagni, laghetti, cave e tutte le superfici che rientrano nella definizione di “altra superficie” di ISTAT. NOTA Si ritiene che per la gestione di un impianto agrivoltaico non siano necessarie ulteriori strade oltre quelle utilizzate per le attività agricole.
- **Superficie di un sistema agrivoltaico (Stot):** È una parte della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) che comprende sia la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia correlata all’impianto agrivoltaico che la superficie totale su cui insiste l’impianto agrivoltaico. Non fanno parte di Stot le Tare agricole (par. 4.4.1), che nel caso di Figura 4-1 consistono nel canale e nella strada interna, mentre fanno parte della Stot anche opere accessorie all’attività agrivoltaica, quali eventuali opere di mitigazioni perimetrali anche se esterne alle recinzioni purché si tratti di aree coltivate comprese nel Piano agronomico che hanno interazione con il sistema agrivoltaico (vedi esempio in Figura 4-1).

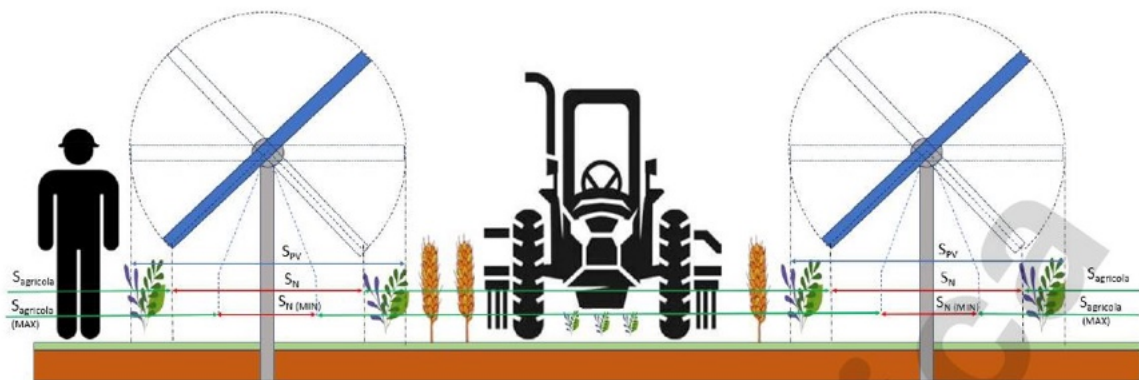


**Figura 4-1 – Identificazione delle varie superfici di interesse per il sistema agrivoltaico;** sono indicate la SAU (superficie agricola utilizzata), la  $S_{tot}$  (Superficie del sistema agrivoltaico) all’interno del perimetro rosso, la recinzione dell’impianto agrivoltaico (perimetro in blu), la Spv (Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici), come somma delle varie porzioni Spv-n, e la Sc (superficie occupata da apparecchiature elettriche); non fanno parte della  $S_{tot}$  le tare agricole (nel caso di questa figura, queste sono il canale e la strada interna), mentre ne fanno parte le opere di mitigazioni perimetrali con le condizioni indicate nel par. 4.4.3.

- **Superficie del sistema agrivoltaico destinata all’attività agricola (Sagricola):** È la superficie totale del sistema agrivoltaico Stot (4.4.3) al netto della superficie non utilizzata per l’attività agricola  $S_N$ . Costituisce quindi la superficie che, dopo l’intervento di installazione di impianto agrivoltaico, resta utilizzata per attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA). Pertanto: **Sagricola = Stot –  $S_N$** . Il valore di Sagricola rispetto a Stot permette di verificare il rispetto del requisito A1 per la classificazione degli impianti agrivoltaici.
- **Superficie non utilizzata per attività agricola ( $S_N$ ):** È la superficie non utilizzata per attività agricola in quanto impedita dalla installazione e dall’esercizio dei vari componenti dell’impianto agrivoltaico.

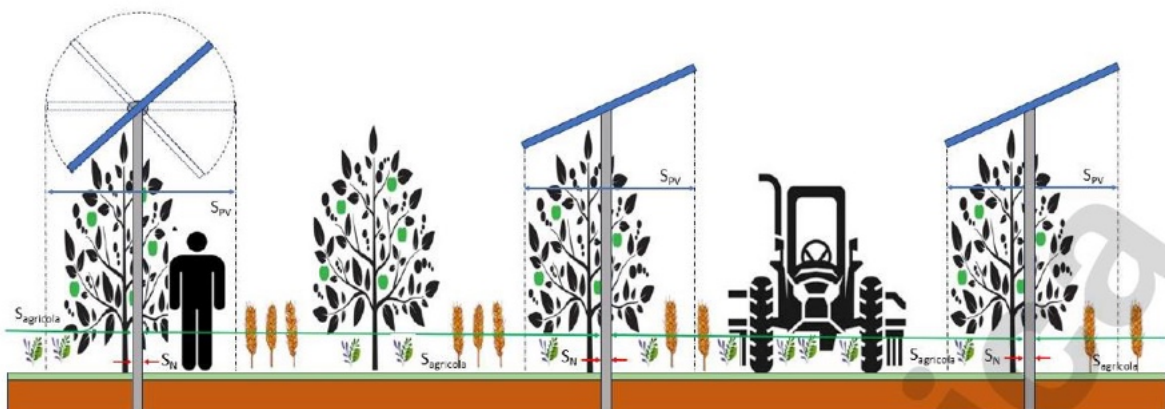
La trattazione della valutazione della SN è riportata nel Cap. 6, in funzione della tipologia di impianto agrivoltaico.

- **Impianto agrivoltaico interfilare. Sotto-tipologia 2 (Figura 6-2) - moduli su strutture ad inseguimento solare:** Si tratta di impianti realizzati su strutture supporto dei moduli con inseguimento solare a singolo o a doppio asse. In funzione delle scelte progettuali di carattere geometrico e dimensionale, una parte della superficie sotto i moduli è utilizzabile ai fini agricoli; in questo caso la SN comprende la superficie sottostante i moduli fotovoltaici calcolata con i moduli collocati fino alla Massima inclinazione operativa raggiungibile (par. 0) dall'inseguitore solare, come indicato negli elaborati progettuali oggetto di riferimento del Piano agronomico e può essere ridotta secondo le indicazioni riportate nel par. 6.2.



**Figura 6-2 - Tipologia "Impianto agrivoltaico interfilare", sotto-tipologia 2; moduli fotovoltaici su strutture ad inseguimento solare**

- **Impianto agrivoltaico elevato:** Si tratta di impianto installato su strutture, fisse o con rotazione dei moduli, e che adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli; questa tipologia d'impianto consente di far transitare sotto i moduli, indipendentemente dalla loro inclinazione, l'operatore umano, i mezzi meccanici di lavorazione agricola o gli animali allevati (Figura 6-4).



**Figura 6-4 – Tipologia "Agrivoltaico elevato"; struttura di sostegno a inclinazione fissa o a inseguimento solare**

- **Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici (Spv):** La Spv è la somma delle superfici individuate dalla proiezione al suolo del profilo esterno di massimo ingombro di tutti e soli i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (compresa la loro cornice). Sono esclusi da Spv gli spazi fra i filari dei moduli (Figura 4-1). Il valore di Spv rispetto a Stot permette di verificare il rispetto del requisito

A2 per la classificazione degli impianti agrivoltaici, come indicato nella formula (2) (LAOR) del par. 5.1.

- **Land Area Occupation Ratio (LAOR):** rapporto tra la superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici di un impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot). Il valore è espresso in percentuale. **LAOR = Spv / Stot.** NOTA Il Gruppo di lavoro che ha redatto questo documento ritiene tuttavia che il LAOR non fornisca una garanzia aggiuntiva alla continuità agricola, ma rappresenti un vincolo alla progettazione della migliore soluzione per valorizzare il potenziale produttivo dell'impianto agrivoltaico; pertanto, si ritiene opportuno che tale requisito non venga applicato per tutte le tipologie di impianti agrivoltaici.

### 3.3 Dati progettuali e documenti progettuali di riferimento

Nel presente paragrafo vengono riportati nel dettaglio i dati progettuali e i vari parametri che incidono nel calcolo dei requisiti dell'impianto ai fine della definizione come agrivoltaico e/o agrivoltaico avanzato.

Parametro	Unità di misura	Formula	Valore	Note	Elaborato progettuale di riferimento
Parametri della superficie agricola					
Tare (canali strade ecc)	mq		<b>57460</b>	Da escludere da Stot.	Relazione agronomica
Superficie recintata	mq		<b>233985</b>	Area dentro la recinzione, se la fascia di mitigazione è coltivata va compresa nel calcolo.	Planimetria di progetto
Superficie del sistema agrivoltaico – Stot	ha		<b>23,3985</b>	Le tare vengono incluse nel calcolo per semplicità.	Planimetria di progetto
Superficie Fascia di mitigazione	mq		<b>9602</b>	(se coltivata rientra nella Stot e nella Sagri)	Relazione agronomica
Superficie strade impianto	mq		<b>6049</b>	Se coincidenti con spazi di manovra dei mezzi agricoli fanno parte della Sagri	Relazione agronomica
Superficie cabine e piazzali (Sc)	mq		-	Inclusa nelle Tare	I
Superficie non coltivata sotto i moduli	mq	$Spv * \cos$ (angolo di	-	Solo nel caso di sistema interfilare.	Inclusa nelle Tare

		rotazione progettuale °)		In caso di colture erbacee con possibilità di coltivazione sotto i moduli o sistemi elevati considerare 50cm per parte dal palo come buffer di sicurezza.	
Superficie non utilizzata per attività agricola - <b>SN</b>	mq	SN =Sc + Sstrade	-	Inclusa nelle Tare	Relazione Agronomica
-Superficie destinata all'attività agricola <b>Sagricola</b>	mq		<b>165.089</b>		Calcolato come la somma delle voci sottostanti
S.A.U. prato polifita -	mq		<b>35.151</b>		Relazione Agronomica
S.A.U. erba medica	mq		<b>61.080</b>		Relazione Agronomica
S.A.U. asparago	mq		<b>66.637</b>		Relazione Agronomica
S.A.U. Monitoraggio agronomico	mq		<b>2.221</b>		Relazione Agronomica
<b>Parametri del sistema fotovoltaico</b>					
Numero moduli	cad		28912		
Superficie modulo	mq		2.701	Indicare dimensioni come da Scheda tecnica modulo FV	Relazione Tecnica
Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici <b>(Spv)</b>	mq/ha	Spv=N°moduli * Smodulo	78096	Calcolata come prodotto de lei due voci precedenti	Relazione Tecnica
Land Area Occupation Ratio <b>(LAOR)</b>	%	LAOR = Spv / Stot	33.37%	Calcolato in base ai dati della presente tabella	

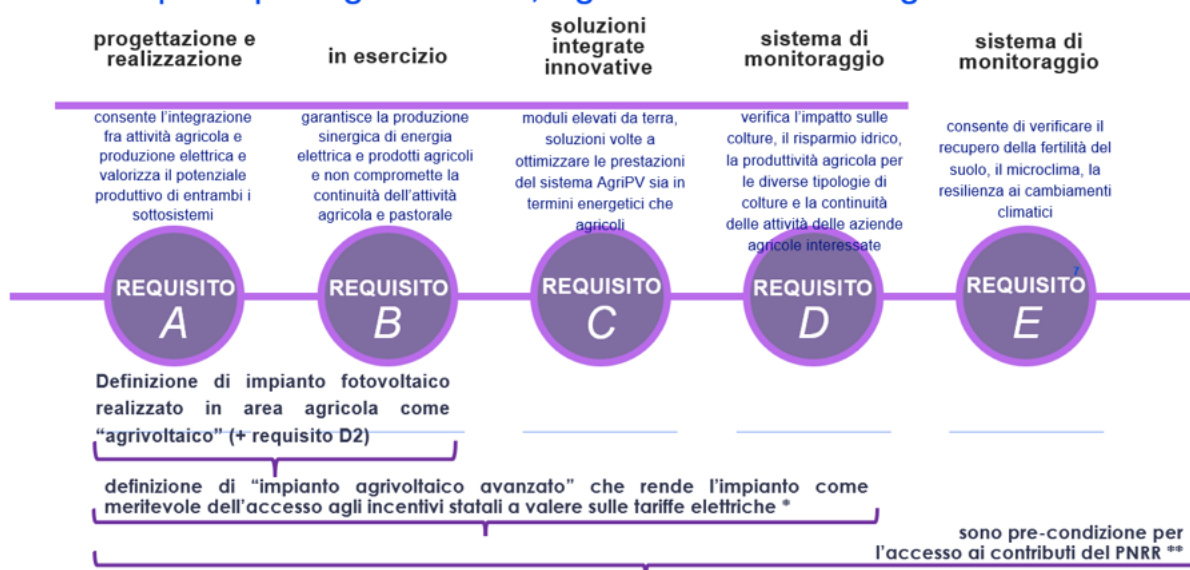
Producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento ( <b>FVrif</b> )	kWh		39.234.358,48 <u>FVrif.max</u> <u>46.243.372,82</u>		Presente documento
Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico ( <b>FVagri</b> )	kWh		31.143.423,82		Presente documento
Altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo (h1)	cm		210		Relazione agronomica
Massima inclinazione operativa raggiungibile dall'inseguitore solare	°		+/-55°		Relazione tecnica

### 3.4 Elenco requisiti ai sensi delle Linee Guida Ministeriali (MASE, 2022) in materia di Impianti Agrivoltaici

Nel presente paragrafo vengono definiti nel dettaglio, ai sensi delle Linee Guida, gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati.

- **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.

## Requisiti per AgriPV base, AgriPV avanzato e AgriPV PNRR



\* in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1,

\*\* 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 legislativa n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità

**Si evidenzia che il progetto in questione non accede al Bando agrivoltaico quindi i requisiti E, previsti dalle Linee Guida Ministeriali non sono stati analizzati nella presente relazione.**

### 3.5 Verifica requisiti del progetto "SAN PIETRO IN CASALE"

In questo paragrafo vengono illustrate le modalità e le caratteristiche con le quali il progetto SAN PIETRO IN CASALE soddisfa i requisiti indicati dalle Linee Guida. Di seguito viene fornita una tabella riepilogativa seguita dall'illustrazione puntuale di tutti i requisiti per la definizione dell'impianto come agrivoltaico e/o agrivoltaico avanzato e gli elaborati progettuali di riferimento da qui sono stati ricavati i valori riportati.

Requisito	Formula	Valore	Verifica	Elaborato progettuale di riferimento
A.1 Superficie minima per l'attività agricola	Sagricola $\geq$ 0,7 * Stot	<b>70.56%</b>	<b>SI</b>	Presente documento
A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)	LAOR = Spv / Stot $\leq$ 40%	<b>33.37%</b>	<b>SI</b>	Presente documento
B.1 Continuità dell'attività agricola (PLV ante vs PLV post)	PLV/ML post > PLV/ML	<b>+138.92%</b>	<b>SI</b>	Relazione agronomica Vedi paragrafo specifico
B.2 Producibilità elettrica minima	FVagri $\geq$ 0,6 FV rif	<b>79,37%</b>	<b>SI</b>	Presente documento
C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra		<b><math>\geq</math>210cm</b>	<b>SI</b>	Relazione agronomica
D.1 Monitoraggio del risparmio idrico (solo nel			<b>SI</b>	Relazione agronomica. Vedi paragrafo specifico.

caso di sistemi avanzati. Non applicabile nel caso di colture in asciutto)				Vedi anche descrizione sistema di monitoraggio secondario del presente documento.
D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola			SI	Relazione agronomica. Vedi paragrafo specifico
E Sistemi di monitoraggio			Non applicabile	

### 3.5.1 Requisito A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema 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;

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

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali attraverso i seguenti parametri:



\* caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021. Nel caso di terreni non precedentemente utilizzati si utilizzano parametri medi della zona geografica di appartenenza.

Con riferimento al requisito **A.1 Superficie minima per l'attività agricola** 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).

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

Nel caso del progetto “SAN PIETRO IN CASALE” è stata calcolata (Riferimento tabella paragrafo precedente e Relazione agronomica) una superficie destinata alle seguenti attività agricole:

- prato polifita per 3.51 ha
- erba medica per 6.11 ha
- asparago per 6.66 ha
- Monitoraggio agronomico per 0.2 ha
- Tot Sagri = 16.51ha

La superficie dedicata alle attività agricole, quindi, risulta essere complessivamente pari a 16.51ha ovvero pari al **70.56 % della superficie totale (pari a 23.40)**.

**Pertanto, il requisito A.1 risulta soddisfatto.**

Inoltre, con riferimento al criterio **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)** la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) risulta essere inferiore al limite massimo del 40%.

$$LAOR \leq 40\%$$

Nel caso del progetto “SAN PIETRO IN CASALE” è stata calcolata (Riferimento tabella paragrafo precedente ed elaborati progettuali relativi) che la superficie complessiva coperta dai moduli (nella condizione di maggior ingombro ovvero quando di moduli posti in orizzontale) pari al 33.37 %. **Pertanto, il requisito A.2 risulta soddisfatto.**

**Si può quindi confermare che, complessivamente, il requisito A delle Linee Guida risulta soddisfatto.**

3.5.2 **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 del sistema agrivoltaico devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi garantendo:

- **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.**

## REQUISITO B: 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:



1) Deve essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema AgriPV negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA, confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema AgriPV negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo.

2) Deve essere 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.

Analizzando ulteriormente nello specifico i criteri delle linee guida, con riferimento al requisito **B.1 Continuità dell'attività agricola** si evidenzia che durante la vita utile del sistema fotovoltaico dovranno essere verificate a loro volta le seguenti:

- L'esistenza e la resa della coltivazione
- Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

Appurato l'esistenza della coltivazione, per rispetto di tale requisito dovuti agli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è stato valutato, il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso, confrontandola con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area confrontando le ULA (unità lavoro annue) e il reddito netto derivante dalla sola attività agricola dell'area ante e post intervento.

Come evidenziato nella Relazione agronomica, in particolare al capitolo "VALORE ECONOMICO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA" della stessa, gli effetti dei nuovi indirizzi produttivi dell'area individuata avranno un riscontro positivo sia in termini di produzione lorda vendibile (PLV).

Inoltre, il passaggio dell'indirizzo produttivo dell'area ante intervento (cerealicolo- frumento tenero) sarà sicuramente di valore economico più elevato con l'utilizzo di colture a più alto reddito (asparago) e nel rispetto delle buone pratiche agricole (BPA) come l'inerbimento interfilare e con la gestione biologica delle superfici.

Inoltre, si specifica che l'indirizzo produttivo non cambia, essendo mantenuto quello originale ovvero seminativi.

**Verificati, quindi, l'esistenza e la resa della coltivazione nonché la previsione del mantenimento e il miglioramento dell'indirizzo produttivo nel Piano Agronomico, si può concludere che il requisito B.1 risulta soddisfatto.**

**Inoltre, con riferimento alla relazione agronomica a cura del Dott. Rigolli, si evidenzia che il progetto SAN PIETRO IN CASALE è conforma alle indicazioni Legge 15 gennaio 2026, n. 4 in quanto:**

- garantisce la continuità delle attività colturali, **attraverso configurazioni con moduli fotovoltaici elevati da terra** e soluzioni compatibili con la coltivazione e l'utilizzo agricolo del suolo [
- dimostra ex-ante la continuità produttiva: il progetto include una valutazione agronomica che confronti la PLV ante intervento e quella post-intervento, attestando il mantenimento o il miglioramento della redditività agricola
- è presente l'Asseverazione tecnica. La stima della PLV è supportata da relazione agronomica asseverata, basata su dati colturali, rese attese e prezzi di mercato coerenti.

Il progetto prevede inoltre, come verrà illustrato in seguito, l'integrazione con sistemi di monitoraggio agronomico: la normativa richiede l'adozione di strumenti per il monitoraggio di parametri quali resa, microclima, umidità e fertilità del suolo, al fine di validare i dati di PLV.

Per verificare il rispetto del requisito **B.2 Producibilità elettrica minima**, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico ( $FV_{agri}$  in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ( $FV_{standard}$  in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

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

Nel caso del progetto "SAN PIETRO IN CASALE" è stata calcolato (presente documento) che la produzione elettrica dell'impianto agrivoltaico non solo soddisfa tale requisito ma, in particolare, l'utilizzo del sistema a inseguitore solare permette di ottenere una producibilità specifica (circa 31143423 kWh) maggiore della producibilità standard di riferimento (circa 39234358 kWh) ovvero pari a circa **79,37%** rispetto alla produzione standard.

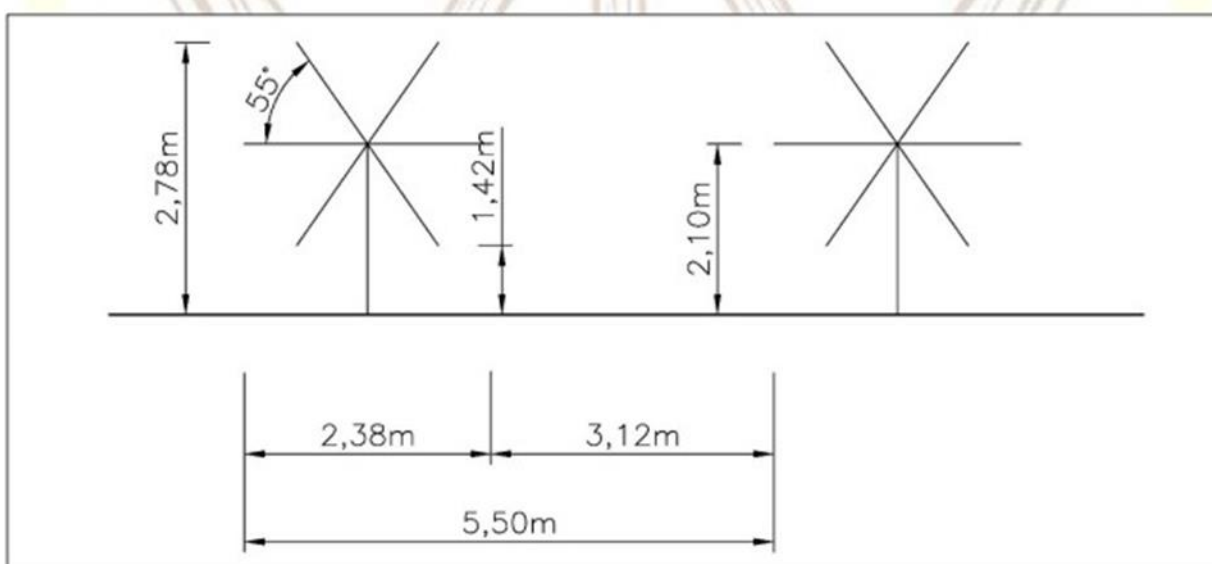
Per il calcolo della producibilità standard di riferimento si è fatto riferimento alla definizione della stessa come dal punto i) del paragrafo definizioni delle Linee Guida. Le modalità di calcolo e gli input inseriti nel software di calcolo rispecchiano le indicazioni della CEI PAS 82-93.

**Pertanto, il requisito B.2 risulta soddisfatto.**

**Si può quindi confermare che, complessivamente, il requisito B delle Linee Guida risulta soddisfatto.**

**3.5.3 Requisito C:** l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

Nel caso della soluzione tecnica costruttiva adottata per l'impianto "SAN PIETRO IN CASALE" la tipologia costruttiva, secondo le linee guida MiTE, è assoggettata al "TIPO 1" poiché l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici con un'altezza minima superiore al limite di 2,10 metri (inserire elaborato grafico di riferimento). 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 (per esempio da eccessivo soleggiamento) compiuta dai moduli fotovoltaici.



Schema Impianto progetto SAN PIETRO IN CASALE

## REQUISITO C: l'impianto AgriPV adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

L'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema AgriPV oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto.



Ai sensi delle Linee Guida, tale parametro viene identificato l'impianto come **“agrivoltaico avanzato che risponde al REQUISITO C”**.

**Pertanto, il requisito C risulta soddisfatto**

#### 3.5.4 **Requisiti D:** il sistema di monitoraggio

Per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, è importante la misurazione della produzione di energia elettrica. Pertanto, l'impianto di generazione sarà corredato di sistemi di monitoraggio e misurazione della produzione quale il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) come meglio descritto negli elaborati progettuali

Sotto l'aspetto agro-ambientale, 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. A tale scopo come illustrato in precedenza, sarà installato un adeguato sistema di monitoraggio definito “Agricoltura 4.0”,) e dispositivi SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) che permetteranno di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

- il risparmio idrico (requisito D1);
- l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate (requisito D2);
- il recupero della fertilità del suolo (requisito E);
- il microclima (requisito E);
- la resilienza ai cambiamenti climatici (requisito E).

Come già confermato in precedenza il progetto in questione non accede al Bando agrivoltaico quindi i requisiti E, previsti dalle Linee Guida Ministeriali non sono stati analizzati nella presente relazione.

##### **3.5.4.1 Requisito D**

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) 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.

## REQUISITO D (DL 77/2021): I sistemi di monitoraggio

I valori dei parametri tipici relativi al sistema APV devono 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



\*Parte delle informazioni sono già comprese nell'ambito del "fascicolo aziendale", previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il «Piano di coltivazione» o «Piano culturale aziendale», che contiene la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola ai sensi del DM 12 gennaio 2015 n. 162

\*\* Ai fini della concessione degli incentivi previsti per tali interventi, potrebbe essere redatto allo scopo una opportuna guida (o disciplinare), al fine di fornire puntuali indicazioni delle informazioni da asseverare.

\*\*\*Si ritiene quindi possibile fare riferimento a tale normativa per il monitoraggio del risparmio idrico, prevedendo aree dove sia effettuata la medesima coltura in assenza di un sistema agrivoltaico, al fine di poter effettuare una comparazione. Tali valutazioni possono essere svolte, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente

Con riferimento al requisito **D.1) il risparmio idrico** nella relazione agronomica viene specificato che il sistema agrivoltaico potrà contribuire alla riduzione dello stress idrico delle colture grazie alla parziale ombreggiatura del suolo e alla conseguente diminuzione dell'evapotraspirazione.

Pertanto, il monitoraggio potrà pertanto includere la valutazione dei consumi irrigui e dell'andamento dell'umidità del suolo, al fine di verificare l'eventuale miglioramento dell'efficienza nell'uso della risorsa idrica.

Inoltre, come specificato in seguito, il progetto prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio secondario in continuo dello stato delle colture, comprendente anche i parametri come l'umidità del suolo, molto adatto all'ottimizzazione degli interventi irrigui e fitosanitari, volti alla massimizzazione della produzione agricola.

**Si può confermare quindi che il requisito D.1 risulta soddisfatto.**

Il sistema di monitoraggio della produzione agricola (compresa anche quella collegata all'allevamento animale) ha come obiettivi funzionali principalmente:

- stime di produzione agricola;
- stime di resa della produzione agricola;
- valutazione degli aspetti agro-meteorologici;
- stime dei tempi di raccolta;
- valutazione degli aspetti fitosanitari delle colture;
- valutazione dei fabbisogni irrigui;
- attuazione degli interventi necessari alla ottimizzazione della produttività.

Con riferimenti al **requisito D.2**, come riportato nei precedenti paragrafi, gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

- l'esistenza e la resa della coltivazione;
- il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

A tale scopo, prevista la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza annuale. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari). Ai fini della concessione degli incentivi previsti per tali interventi, con riferimento alle Linee Guida Crea-GSE, le informazioni saranno asseverate da un tecnico abilitato (soggetto terzo rispetto al titolare del progetto agrivoltaico). Saranno forniti tutti gli elementi per il calcolo del valore benchmark e il PLV con scadenza triennale ovvero sarà rispettato il **sistema di monitoraggio principale ai sensi delle Linee Guida Crea-GSE**.

### Descrizione del sistema di monitoraggio secondario previsto in progetto.

Seguendo le indicazioni delle Linee Guida Crea-GSE, il progetto prevede la realizzazione di un Sistema di monitoraggio secondario ovvero un sistema di monitoraggio e controllo dei parametri meteorologici, agronomici e tecnici, interconnessi con la gestione tecnica dell'impianto FV.

Il sistema verrà gestito tramite connessione remota grazie a una rete di sensori distribuiti e opportunamente configurati, che trasmettono i dati verso un cloud dedicato. L'infrastruttura prevede un database centralizzato per l'archiviazione storica e la validazione dei dati, oltre a una piattaforma UI (web e mobile) che consente la visualizzazione in tempo reale, l'analisi avanzata, l'esportazione dei dataset e la configurazione dei dispositivi. Questo ecosistema digitale permette inoltre il monitoraggio continuo dello stato dei sensori, la gestione degli alert, l'integrazione con modelli agronomici e la condivisione sicura delle informazioni con operatori e stakeholder autorizzati.

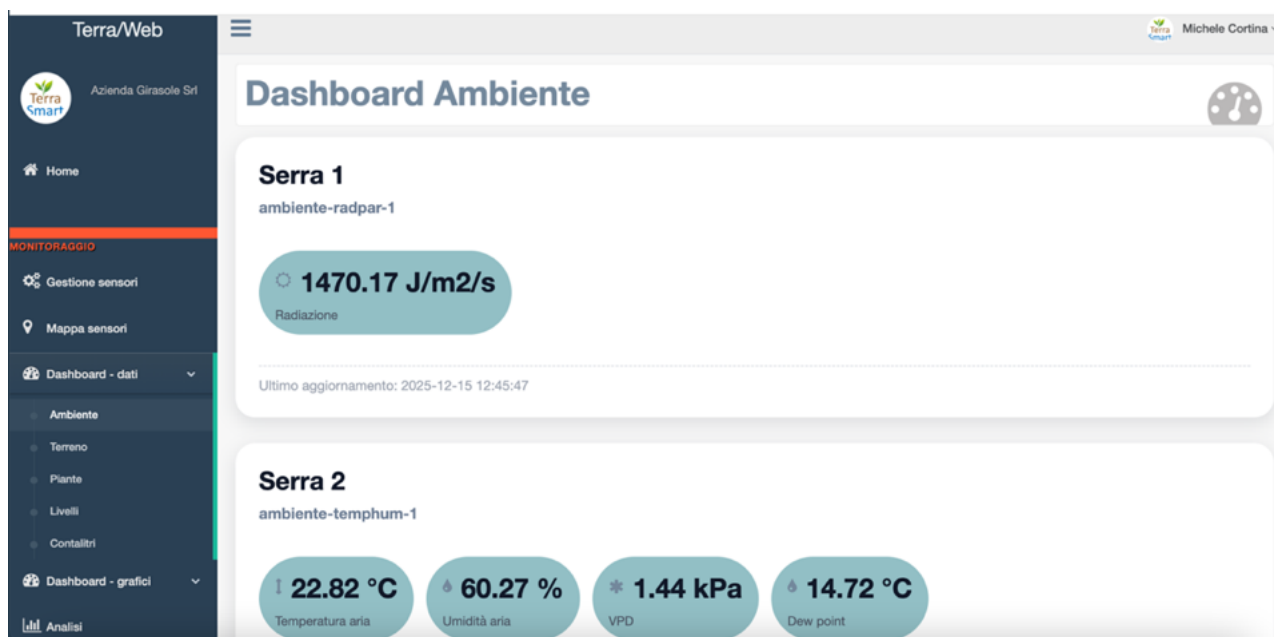




Figura 1 – Portale cloud di visualizzazione dati





Figura 2 – Esempio dei sensori di precisione usati nel sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio sarà strutturato attraverso un'architettura progettata per:

- garantire piena aderenza ai principi della **UNI PdR 148:2023** in termini di caratterizzazione microclimatica e agronomica delle aree Agrivoltaiche;
- abilitare un **monitoraggio ambientale PV** di elevata qualità, con capacità di correlazione tra prestazioni energetiche e condizioni meteo/locali;
- supportare **modelli agronomici data-driven** per gestione colturale, ottimizzazione irrigua e valutazione degli impatti delle strutture AgriPV;
- consentire l'elaborazione di **algoritmi di pilotaggio agronomico** e l'analisi comparativa **esterno vs area AgriPV** (fuori pannello vs sotto pannello).

Un elemento distintivo è l'impiego di una **rete di sensori diffusi basata su tecnologia LoRaWAN**, progettata per coprire efficacemente superfici agricole estese, anche in presenza di ostacoli o configurazioni complesse tipiche dei sistemi AgriPV. La connessione LoRaWAN permette di trasmettere dati a lunga distanza con consumi energetici estremamente ridotti, rendendo possibile l'installazione di sensori autonomi, alimentati a batteria o mini-solare, senza necessità di cablaggi o infrastrutture invasive. Questo approccio semplifica enormemente sia la fase di installazione sia le attività di manutenzione, riducendo tempi e costi complessivi dell'ecosistema di monitoraggio.

La disponibilità di nodi sensoristici diffusi consente inoltre di ottenere una rappresentazione spazialmente dettagliata delle condizioni microclimatiche e agronomiche del sito, superando il limite dei tradizionali sistemi puntuali. Ciò si traduce in un monitoraggio più completo delle variabilità locali: differenze di radiazione tra file e sotto-pannello, gradienti termo-igrometrici, eterogeneità del contenuto idrico nel suolo, dinamiche di bagnatura fogliare influenzate dalla geometria dell'impianto. Questi dati non sono solo utili per ottemperare alla normativa, ma diventano una risorsa strategica per la gestione quotidiana dell'impianto e per la modellazione colturale.

#### Stazione METEO ESTERNA (Area di Riferimento Macroclimatico)

Installata in area libera da ombreggiamenti, fornisce il dataset di riferimento per la caratterizzazione climatica di sito.

#### Sensori:

- **Termo-igrometro atmosferico:** temperatura e umidità relativa, dew point, vapor pressure deficit
- **Pluviometro**
- **Anemometro:** intensità e direzione del vento
- **Radiazione solare globale (GHI)**
- **Radiazione PAR** (Photosynthetically Active Radiation)

#### CAMPO – Area Agricola FUORI PANNELLO

Postazione destinata al monitoraggio della zona agricola non influenzata dalla struttura AgriPV, utilizzata come **baseline microclimatica e colturale**.

#### Sensori:

- **Termo-igrometro atmosferico:** temperatura e umidità relativa, dew point, vapor pressure deficit
- **Anemometro: intensità e direzione del vento**
- **Radiazione solare globale (GHI)**
- **Radiazione PAR**
- **Sensori del suolo:** temperatura, umidità volumetrica e conducibilità elettrica
- **Sensore bagnatura fogliare / temperatura fogliare**

Questi dati consentono valutazioni agronomiche standard, la modellazione dei fabbisogni irrigui e l'analisi dell'impatto microclimatico delle strutture AgriPV.

#### CAMPO – Area Agricola SOTTO PANNELLO

Postazione dedicata alla valutazione delle condizioni colturali e microclimatiche **all'interno dello spettro di influenza della struttura AgriPV**, essenziali per la verifica dei parametri UNI PdR 148:2023.

#### Sensori:

- **Termo-igrometro atmosferico:** temperatura e umidità relativa, dew point, vapor pressure deficit
- **Radiazione solare globale (GHI)**
- **Sensore PAR**
- **Sensori del suolo:** temperatura, umidità volumetrica e conducibilità elettrica
- **Sensore di bagnatura/temperatura fogliare**

Questa sezione consente il confronto diretto con l'area fuori pannello e la costruzione di mappe microclimatiche sottostrutturali, fondamentali per valutare l'effettivo valore agronomico dell'impianto AgriPV.

L'integrazione coordinata delle tre aree di monitoraggio — **stazione meteo esterna, area agricola fuori pannello e area agricola sotto pannello** — consente di ottenere un quadro completo e multidimensionale del comportamento agro-climatico dell'impianto AgriPV. Il sistema è strutturato per produrre un dataset omogeneo, continuo e confrontabile, che risulta perfettamente allineato ai requisiti della **UNI PdR 148:2023**, sia nella fase di progettazione che in quella di esercizio.

La presenza simultanea di sensori installati all'esterno, in campo libero e sottostruttura permette infatti di analizzare in modo puntuale le **differenze microclimatiche** generate dall'impianto fotovoltaico: variazioni di radiazione, modifiche nella temperatura e nell'umidità dell'aria, dinamiche del VPD, effetti sulle condizioni del suolo e sulla fisiologia delle piante. Questi confronti non solo sono richiesti dalla normativa, ma

rappresentano anche una base tecnica indispensabile per ottimizzare l'interazione tra produzione agricola e produzione energetica.

Grazie alla risoluzione e alla frequenza dei dati raccolti, il sistema abilita l'applicazione di **modelli agronomici avanzati**, basati su approcci data-driven. Ciò rende possibile stimare in maniera dinamica i fabbisogni irrigui, monitorare gli stress idrici e termici delle colture, interpretare l'evoluzione fenologica e prevedere le risposte produttive in funzione dei diversi livelli di ombreggiamento generati dai moduli fotovoltaici. In parallelo, il monitoraggio ambientale PV consente di correlare le prestazioni dell'impianto con le condizioni meteorologiche reali, creando una sinergia informativa utile sia per l'ottimizzazione agricola sia per quella energetica.

Il sistema costituisce inoltre la base dati ideale per sviluppare **algoritmi di pilotaggio agronomico** integrati, in grado di fornire suggerimenti operativi — o addirittura attivare controlli automatici, se previsti — per irrigazione, gestione microclimatica, programmazione delle operazioni colturali e valutazione degli impatti a lungo termine della struttura AgriPV. L'obiettivo finale è quello di supportare una gestione realmente intelligente dell'impianto, capace di massimizzare la resa agricola mantenendo al contempo elevati standard di performance energetica.

In sintesi, la configurazione proposta rappresenta una piattaforma completa e scalabile, pensata non solo per adempiere ai requisiti normativi, ma soprattutto per generare valore operativo, informativo e decisionale lungo tutto il ciclo di vita dell'impianto agrivoltaico.

In generale, per impianti FV di potenza significativa, i dati prodotti dai sistemi MFV sono asserviti all'utilizzo in uno specifico SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) finalizzato alla gestione ottimale e automatizzata dell'impianto fotovoltaico in cui possono essere implementate logiche di Intelligenza Artificiale (AI) volte alla ottimizzazione della produzione energetica nel tempo.

Allo stesso modo, per sistemi agricoli i dati MPA possono essere utilizzati per il monitoraggio in continuo dello stato delle colture e per l'ottimizzazione degli interventi irrigui e fitosanitari, volti alla massimizzazione della produzione agricola.

**Dimostrato quindi, la previsione progettuale del sistema di monitoraggio principale nonché quello secondario, ai sensi delle Linee Guida Crea-GSE, si ritiene, pertanto, che il requisito D.2 risulta soddisfatto.**

**Si può quindi confermare che, complessivamente, il requisito D delle Linee Guida risulta soddisfatto.**

### 3.6 Conclusioni

I criteri adottati nella progettazione e le caratteristiche dell'impianto SAN PIETRO IN CASALE permettono di inquadrare l'impianto stesso, ai sensi delle Linee Guida, nelle seguenti definizioni:

- impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come **“agrivoltaico”** in quanto risultano rispettati i requisiti A, B e, inoltre, anche il requisito D.2;
- **“impianto agrivoltaico avanzato”** in quanto risultano rispettati i requisiti A, B, C e D. 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;

Si riporto di seguito una tabella riepilogativa dei requisiti delle linee guida che risultano soddisfatti dal progetto SAN PIETRO IN CASALE.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO SAN PIETRO IN CASALE				1	2
Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici indicate nelle Linee Guida					
REQUISITO	FASE	CODICE	Indicatore	Impianto FV realizzato in area agricola definito come "agrivoltaico"	"Impianto agrivoltaico avanzato":
A	Progettazione e realizzazione	A.1	Superficie min per l'attività agricola		X
		A.2	% di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)		X
B	In esercizio	B.1	Continuità dell'attività agricola		X
		B.2	Producibilità elettrica min.		X
C	Soluzioni integrate innovative	TIPO 1	Doppio uso del suolo		X
		TIPO 2	Uso combinato del suolo		
		TIPO 3	Moduli disposti in verticale		
D	Sistema di monitoraggio	D.1	Monitoraggio del risparmio idrico		X
		D.2	Monitoraggio della continuità dell'attività agricola (relazione tecnica asseverata da un agronomo)		X

Tabella 1: Check list dei requisiti richiesti dalle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici

Allegato 1\_ Calcolo PVGIS Producibilità FV agri

Allegato 2\_ Calcolo PVGIS Producibilità FV standard

Dott. Ing. Oltis Dalto

