

**REGIONE SARDEGNA  
COMUNE DI  
PALMAS ARBOREA  
Provincia Di Oristano**



Titolo del Progetto

**PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON SISTEMA INNOVATIVO DI CUI ALLE LINEE GUIDA DEL M.A.S.E. IMPIANTO DENOMINATO "GREEN AND BLUE SERRA E FIGU" POTENZA DI 70,050 MW IN LOCALITÀ "CUCCURU IS SERRAS" NEL COMUNE DI PALMAS ARBOREA E CON CONNESSIONE RICADENTE NEI COMUNI DI PALMAS ARBOREA E ORISTANO

Identificativo Documento

**REL\_B\_TC\_007**

ID Progetto

GBSF

Tipologia

R

Formato

A4

Disciplina

AMB

Titolo

**RELAZIONE RISPETTO REQUISITI MITE**

FILE:REL\_B\_TC\_007 .pdf

IL PROGETTISTA

Arch. Andrea Casula



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Andrea Casula  
Geom. Fernando Porcu  
Dott. in Arch. J. Alessia Manunza  
Geom. Vanessa Porcu  
Dott. Agronomo Giuseppe Vacca  
Archeologo Marco Cabras  
Geol. Marta Camba  
Ing. Antonio Dedoni

COMMITTENTE

**ALTER SOL INVICTUS SRL**

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
Rev.	Agosto 2024	Prima Emissione	Green Island Energy	Alter Sol Invictus Srl	Alter Sol Invictus Srl

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

GREEN ISLAND ENERGY SAS  
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano  
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836  
email: greenislandenergysas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può tassativamente essere diffuso o copiato su qualsiasi formato e tramite qualsiasi mezzo senza preventiva autorizzazione formale da parte di Green Island Energy SaS



**Provincia di ORISTANO**

**COMUNE DI**

**PALMAS ARBOREA**

*PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO CON SISTEMA INNOVATIVO*

*DENOMINATO "GREEN AND BLUE SERRA E FIGU" DELLA POTENZA  
DI 70,050 **MW** IN LOCALITÀ "CUCCURU IS SERRAS"  
NEL COMUNE DI PALMAS ARBOREA*

**RELAZIONE DI RISPONDENZA DEI  
REQUISITI DELL'IMPIANTO ALLA  
"LINEE GUIDA" MITE**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>IL REQUISITO A: "L'IMPIANTO RIENTRA NELLA DEFINIZIONE DI "AGRIVOLTAICO" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.3, PAG. 20 SS) .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>VERIFICA DEL RISPETTO DEI REQUISITI A.1 E A 2. NEL PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>IL 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" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.3, PAG. 20 SS): .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO B1 NELL PROGETTO: CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA.....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICA DEL RISPETTO REQUISITO B2 NEL PROGETTO: PRODUCIBILITÀ ELETTRICA MINIMA.....</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>IL REQUISITO C: "L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO ADOTTA SOLUZIONI INTEGRATE INNOVATIVE CON MODULI ELEVATI DA TERRA" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.5, PAGG. 23 SS):.....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>IL REQUISITO D: "MONITORAGGIO DEL RISPARMIO IDRICO E MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.6, PAGG. 25 SS): .....</b>	<b>13</b>
<b>9.1</b>	<b>VERIFICA DEI REQUISITI D NEL PROGETTO.....</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>20</b>

## 1 PREMESSA

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199 di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050. 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. 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. Il Ministero Della Transizione Ecologica, nel giugno 2022, ha pubblicato le "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", che al punto 2.2 (pag. 19), riportato di seguito, chiariscono quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere, sia per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi statali e del PNRR:

## 2 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

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

Si ritiene dunque che:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre (essere) previsto il rispetto del requisito D.2.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.
- Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR [...]"

Come in seguito si dimostrerà, l'impianto in progetto oggetto della presente relazione rientra nella definizione di impianto "agrivoltaico avanzato" in quanto soddisfa i requisiti A, B, C e D delle Linee Guida citate.

### **3 IL REQUISITO A: "L'IMPIANTO RIENTRA NELLA DEFINIZIONE DI "AGRIVOLTAICO" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.3, PAG. 20 SS)**

In base alle Linee Guida, il rispetto del requisito A si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In estrema sintesi, le Linee Guida hanno individuato i seguenti parametri:

"A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione". Si richiede che la superficie destinata all'attività agricola ( $S_{agricola}$ ) sia almeno il 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ), secondo la seguente formula:

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

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

$$LAOR \leq 40\%$$

Si richiede che il rapporto in percentuale tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico ( $S_{pv}$ ), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ), non sia superiore al 40%, secondo la seguente formula:

### **4 VERIFICA DEL RISPETTO DEI REQUISITI A.1 E A 2. NEL PROGETTO**

Per dimostrare il rispetto dei suddetti parametri, si riportano di seguito le misure delle superfici ricavate dagli elaborati di progetto calcolate in base ai criteri indicati nelle Linee Guida:

Si specifica che l'impianto prevede la coltivazione sia tra le fila dei moduli e negli spazi liberi (Piantumazioni perimetrali) che al di sotto dei moduli (prato a pascolo).

S. totale= 829.851 mq (area recintata)

S.agricola = 829.851 mq (area recintata) – 78.315,82 mq ( piste+cabine) = 751.535,18 mq

S v = 290.100 mq (moduli ftv)

Vengono di seguito calcolati i parametri A1 e A2:

**REQUISITO A.1: Stot = 829.851 mq**

**Sagricola = 751.535,18 mq = 90.56% di Stot**

**≥ 70% - RISPETTATO -**

**REQUISITO A.2: Stot = 829.851 mq**

**Spv = 290.100 mq = 34.95% di Stot.: ≤ 40% - RISPETTATO -**

Pertanto, il progetto in esame soddisfa entrambi i requisiti A1 e A2 delle Linee Guida.

**5 IL 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" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.3, PAG. 20 SS):**

Si richiede che nel corso della vita tecnica utile dell'impianto vengano rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

Come specificato nelle Linee Guida:

"In particolare, dovrebbero essere verificate:

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

Con riguardo al primo requisito (B.1), gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

a) L'esistenza e la resa della coltivazione.

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.

b) I 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.

Con riguardo al requisito della "producibilità elettrica minima" (Requisito B.2) le linee Guida prevedono che, "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 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,

$$\geq 0,6 \cdot Ff/standard".$$

## 6 VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO B1 NELL PROGETTO: CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA

Per il calcolo dei requisiti si è proceduto ad operare il confronto tra le PST definite per la Regione Sardegna<sup>1</sup>, pre e post-intervento.

La produzione Standard Totale post investimento è molto maggiore rispetto a quella pre-investimento, per cui il requisito è ampiamente soddisfatto. Inoltre, non è stata considerata la potenziale produttività delle fasce di mitigazione che, nel caso fossero messe in produzione, farebbero ulteriormente aumentare la PST.

Come si evince dal quadro del calcolo della PST, le produzioni agricole implementate nel sistema agrivoltaico comportano un aumento della produttività dell'azienda: difatti si passa da una coltivazione basata sulla produzione di foraggi e all'allevamento di ovini a un incremento significativo della PST e quindi ad un indirizzo produttivo con valore economico maggiore.

A seguire i risultati scaturenti dall'analisi delle Produzioni Standard

ANTE OPERAM
-------------

<sup>1</sup> <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>



Tipo di coltivazione/i	cod. RICA	Estensione [ha]	SOC_EUR	Costo unitario [€/ha]
Avena	D05	5.50		460,27 € 2.531,48
Altre foraggere: leguminose	D18D	4.88		418,30 € 2.041,30
Pascoli magri	F02	13.10		132,44 € 1.734,96
<b>6.307,75 €</b>				
<b>POST OPERAM</b>				
Tipo di coltivazione/i	cod. RICA	Estensione [ha]	SOC_EUR	Costo unitario [€/ha]
Oliveti	G03B	2,98		1.548,36 € 4.614,11
Sulla	D008	35,20		1134,00 € 39.916,00
Fave	D009	5,00		853,00 4.625,00
Prato pascolo	F'2	34,16		360,00 12.297,60
<b>61.452,71 €</b>				
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area [€/ha]				
<b>PS<sub>ante</sub> ≤ PS<sub>post</sub></b>		<b>+ 97,34 %</b>		

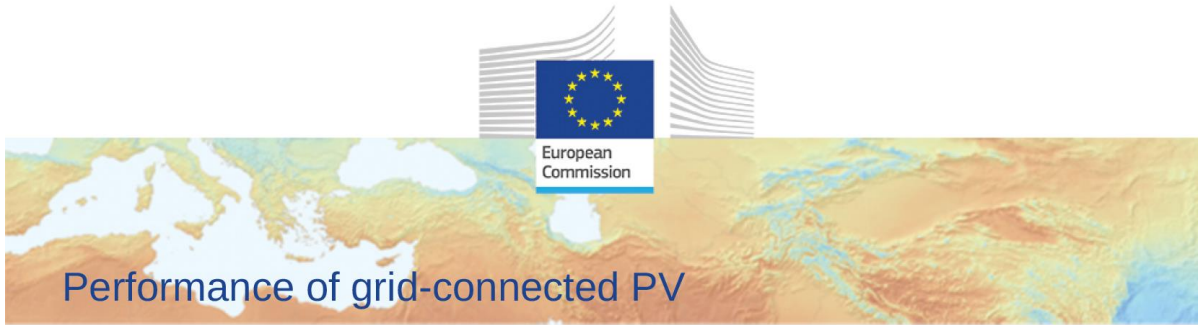
Per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla Relazione Agronomica allegata al progetto.

## 7 VERIFICA DEL RISPETTO REQUISITO B2 NEL PROGETTO: PRODUCIBILITÀ ELETTRICA MINIMA

Ai fini di verificare il rispetto del requisito in esame, si espongono, di seguito, le produzioni specifiche di un impianto fotovoltaico standard e dell'impianto agrivoltaico sulla medesima superficie di progetto, pari 82.98.51 ha (area recintata).

a. Produzione elettrica specifica impianto fotovoltaico standard:

L'impianto fisso orientato a SUD, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico di progetto densità 1 MW/ha:



PVGIS estimates of solar electricity generation :

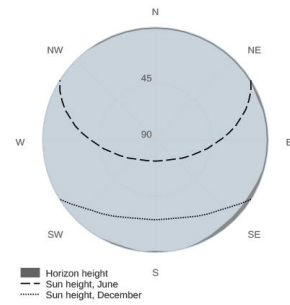
**Provided inputs:**

Latitude/Longitude: 39.877 , 8.643  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 70050 kWp  
 System loss: 14 %

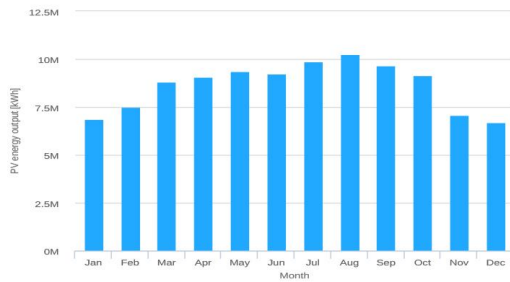
**Simulation outputs:**

Slope angle: 55 °  
 Azimuth angle: 0 °  
 Yearly PV energy production: 103510553.02 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1886.5 kWh/m2  
 Year-to-year variability: 3103211.62 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -2.83 %  
 Spectral effects: 1.00 %  
 Temperature and low irradiance: -7.2 %  
 Total loss: -21.67 %

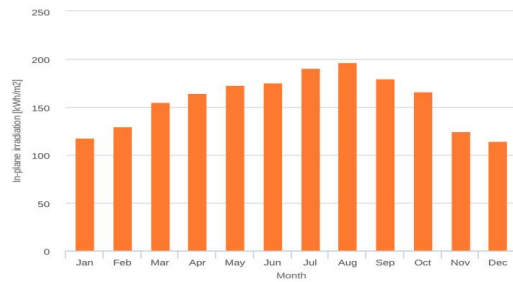
**Outline of horizon at chosen location:**



**Monthly energy output from fix-angle PV system:**



**Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:**



**Monthly PV energy and solar irradiation:**

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	6874375.83	117.86	832774.01
February	7491537.92	129.33	1122714.35
March	8808371.21	155.32	1162698.89
April	9065175.17	164.18	674645.45
May	9350389.42	172.77	763705.59
June	9222491.46	175.22	240466.53
July	9890421.66	190.64	322765.4
August	10242383.07	196.45	459950.55
September	9660727.79	180.03	308959.88
October	9145018.24	165.88	747759.37
November	7084297.37	124.21	971084.7
December	6675363.89	114.6	903427.85

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].  
 H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].  
 SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit [https://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_en](https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en)

Joint  
Research  
Centre

PVGIS ©Union Européenne, 2001-2024.  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
 Report generated on 2024/09/05

$FV_{standard} = 0,003739 \text{ GWh/ha/anno}$  calcolato con applicativo PVGIS (come da precedente report)

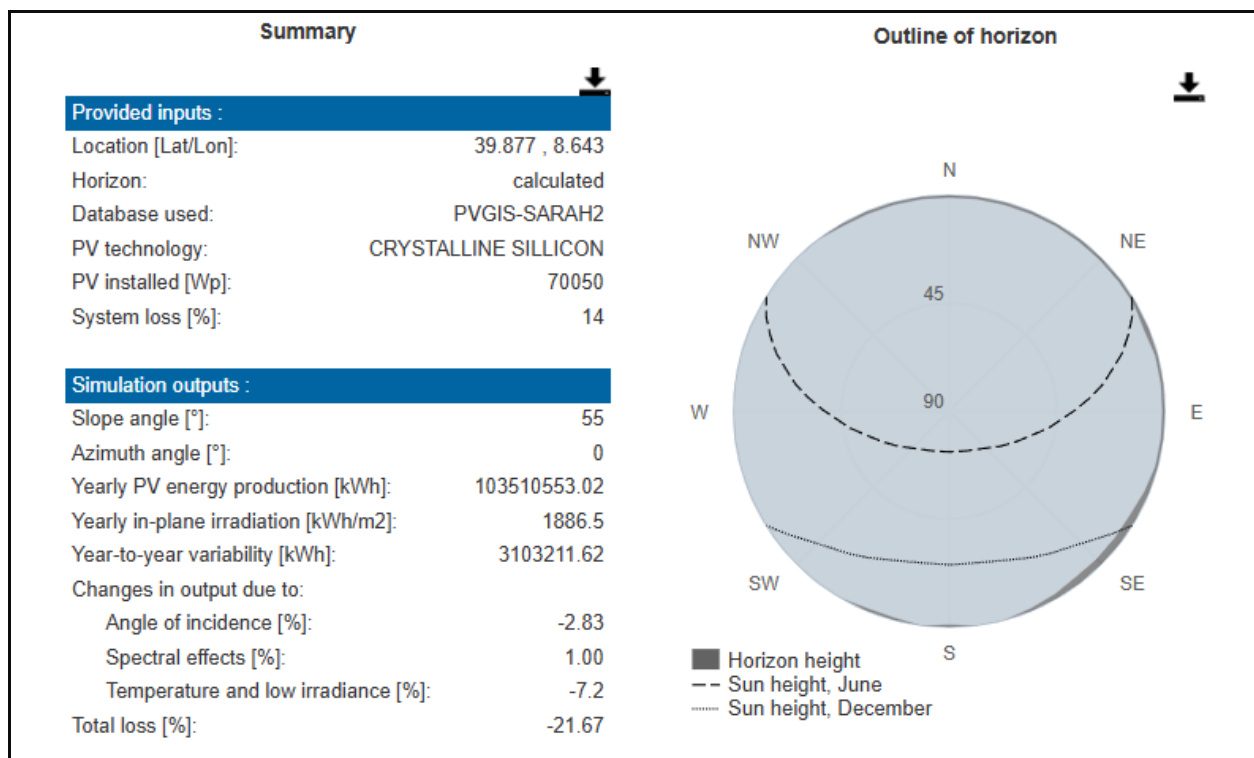
- produzione elettrica totale impianto di progetto= **103,50 GWh<sub>anno</sub>**
  - superficie impianto agrivoltaico (area recintata) = 82.98.51 ha produzione elettrica specifica:
  - $FV_{agri} 103.50 \text{ GWhanno} / 82.98 \text{ ha} = 1,24 \text{ GWh/ha/anno}$
- b. Rapporto tra produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico ( $FV_{agri}$ ) e dell'impianto fotovoltaico ( $FV_{standard}$ )

$FV_{standard} = 0,003739 \text{ GWh/ha/anno}$

$FV_{agri} = 1,24 \text{ GWh/ha/anno}$

$FV_{agri} / FV_{standard} = 331,634 \% > 60\% - \text{REQUISITO RISPETTATO}$

Alla luce di quanto precede risulta dimostrato che il progetto in esame soddisfa entrambi i requisiti B1 e B2 delle Linee Guida.



## **8 IL REQUISITO C: "L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO ADOTTA SOLUZIONI INTEGRATE INNOVATIVE CON MODULI ELEVATI DA TERRA" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.5, PAGG. 23 SS):**

Il rispetto del requisito C riguarda segnatamente l'altezza minima dei moduli da terra in base al tipo di uso del suolo si intende fare (agronomico o zootecnico). Gli impianti possono essere classificati secondo di seguenti 3 tipi:

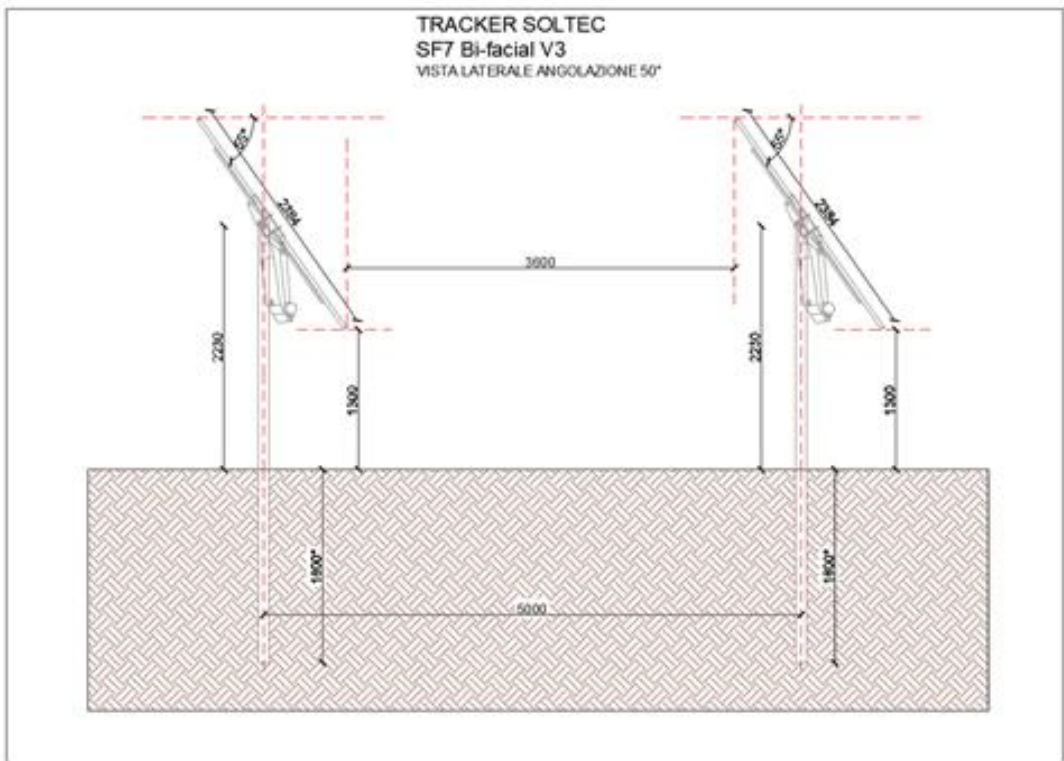
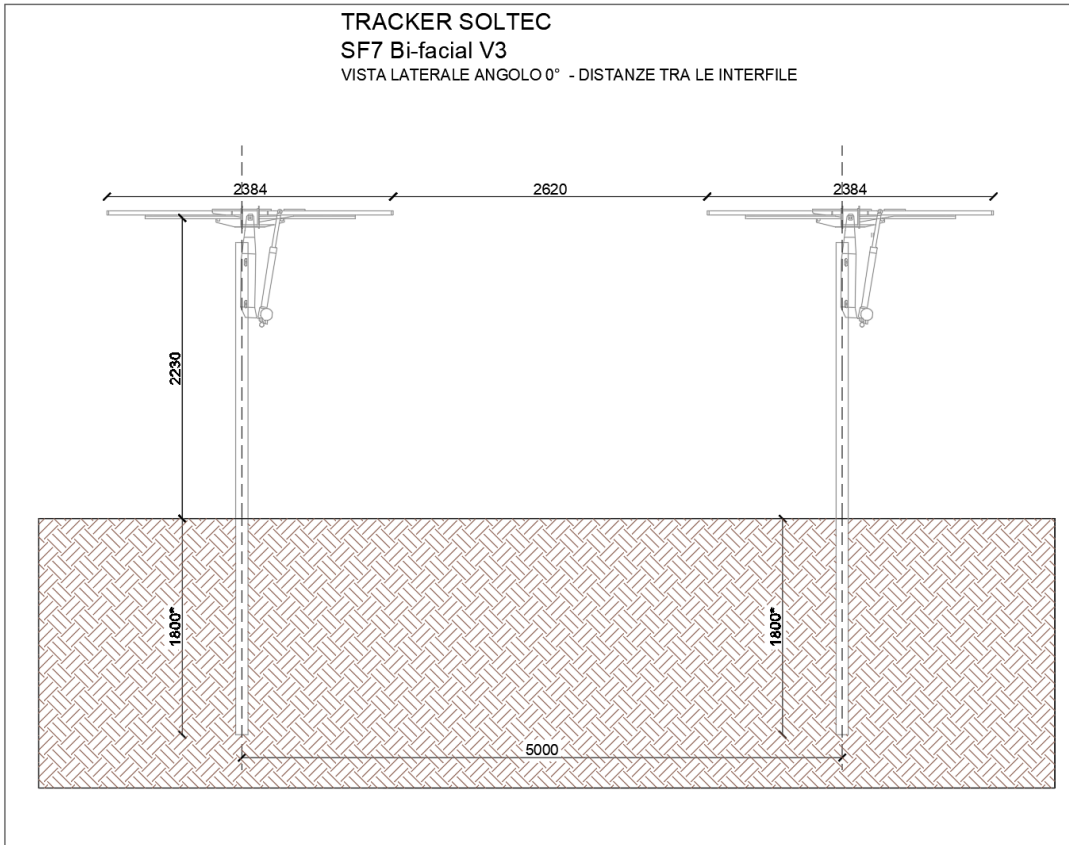
- TIPO 1): l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici;
- TIPO 2): l'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici;
- TIPO 3): i moduli sono disposti in posizione verticale, pertanto, non influenzano in nessun modo l'attività agricola ma influenza quella zootecnica per il passaggio degli animali sotto le fila;

Le soglie minime di altezza dei moduli da terra (l'altezza minima per le strutture fisse e la media per quelle in movimento) sono le seguenti:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Affinché un impianto sia conforme al REQUISITO C deve ricadere nella tipologia 1 o 3.

L'impianto in progetto risponde alla tipologia 1, compatibile sia con l'attività zootecnica.



## **9 IL REQUISITO D: "MONITORAGGIO DEL RISPARMIO IDRICO E MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.6, PAGG. 25 SS)**

In generale, il rispetto del requisito D riguarda l'attività di monitoraggio dell'impianto in esercizio funzionale 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.

Nello specifico, il rispetto del requisito D prevede l'installazione di 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.

Il rispetto del REQUISITO D1 riguarda il monitoraggio della risorsa idrica al fine di ottimizzarne l'uso (sia in termini di consumo che di gestione e recupero acque) con particolare riferimento a quanto illustrato a pag. 26 delle Linee Guida.

Il rispetto del REQUISITO D2 riguarda il monitoraggio della continuità dell'attività agricola con particolare riferimento ai seguenti elementi, indicati a pag. 27 delle Linee Guida:

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

Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita."

### D.1 Monitoraggio del risparmio idrico

Secondo le Linee Guida il fabbisogno irriguo per l'attività agricola può essere soddisfatto attraverso:

- auto-provvigionamento: l'utilizzo di acqua può essere misurato dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo o tramite misuratori posti su pozzi aziendali o punti di prelievo da corsi di acqua o bacini idrici, o tramite la conoscenza della portata concessa (l/s) presente sull'atto della

concessione a derivare unitamente al tempo di funzionamento della pompa;

- servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola e sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema agrivoltaico, o anche tramite i dati presenti nel SIGRIAN;
- misto: il cui consumo di acqua può essere misurato attraverso la disposizione di entrambi i sistemi di misurazione suddetti.

Le stesse linee guida indicano che nelle aziende con colture in asciutta, invece, il tema riguarderebbe solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici. Nelle aziende non irrigue il monitoraggio di questo elemento dovrebbe essere escluso.

Il presente progetto agronomico non prevede la coltivazione di colture irrigue o di colture in asciutta: si tratta infatti di prati-pascoli non irrigui.

Tuttavia, al fine di monitorare gli effetti della presenza dei pannelli sull'eventuale fabbisogno idrico del prato-pascolo derivante dall'installazione dei pannelli APV, verranno determinate due aree studio permanenti di 4 m<sup>2</sup>, posizionate una sotto la fascia ombreggiata ed una nella fascia di pieno campo. Nelle due aree studio verrà installata la sensoristica necessaria (sensori in grado di misurare la % di acqua nel terreno) alla determinazione del fabbisogno e deficit idrico della coltura nelle due differenti condizioni. Le valutazioni agronomiche riguardanti il risparmio idrico derivante dall'installazione di pannelli APV verranno riportate nella relazione agronomica, redatta ogni 3 anni.

## D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Il monitoraggio della continuità agricola verrà assicurato tramite la redazione con cadenza periodica di una relazione tecnica asseverata da un agronomo. 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).

Inoltre, è intenzione della futura azienda di aderire alla rete RICA.

Alla luce di quanto precede risulta dimostrato che il progetto in esame soddisfa entrambi i requisiti D1 e D2 delle Linee Guida.

## **10 VERIFICA DEL REQUISITO E: "MONITORAGGIO DEL IL RECUPERO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO, MICROCLIMA, RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI" (CFR. LINEE GUIDA, CAPITOLO 2, PARAGRAFO 2.6)**

Al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

### E.1 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

L'intervento prevede la conversione di un prato avvicendato a prato-pascolo permanente, apportando un significativo miglioramento della fertilità del suolo. In aggiunta il prato-pascolo permanente non prevede la lavorazione del terreno, l'uso di fertilizzanti chimici di sintesi, diserbanti e altri prodotti fitosanitari, favorendo la tutela delle acque dall'inquinamento e la conservazione e ripristino della fertilità dei suoli. In aggiunta la conversione a prato-pascolo permanente cooccorre a perseguire gli obiettivi in termini di adattamento ai cambiamenti climatici, in quanto consente di aumentare la capacità del terreno di assorbire e di trattenere l'acqua, sia in termini di mitigazione, riducendo l'emissione di CO<sub>2</sub> che si avrebbe in caso di ordinaria lavorazione del terreno, per mineralizzazione della sostanza organica.

Il monitoraggio di tali aspetti verrà effettuato tramite relazione asseverata da parte di un agronomo.



## E.2 Monitoraggio del microclima

Il monitoraggio del microclima verrà eseguito mediante l'installazione di apposita sensoristica per la rilevazione dei seguenti parametri:

- temperatura ambiente esterno e retro-modulo misurata con sensore PT100 da localizzare nelle aree di monitoraggio;
- umidità dell'aria dell'ambiente esterno e del retro-modulo misurata con igrometri/psicrometri da localizzare nelle aree di monitoraggio;
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

Le valutazioni agronomiche riguardanti il microclima derivante dall'installazione di pannelli APV verranno riportate nella relazione agronomica, redatta annualmente.

## E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

In fase di progettazione esecutiva si provvederà a produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento.

## **11 VERIFICA DEI REQUISITI D NEL PROGETTO**

Le opere in progetto realizzate secondo moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all'efficienza e al rispetto dell'ambiente con l'obiettivo di sfruttare la tecnologia per limitare i consumi e aumentare la produttività.

A dimostrazione di quanto sopra, si riportano di seguito alcuni stralci dell'Appendice 1 dello Studio Agronomico, dove viene trattato tale aspetto:

"L'Agricoltura 4.0 è l'evoluzione del concetto di "agricoltura di precisione" che viene utilizzato per definire interventi mirati ed efficienti in campo agricolo a partire da dati come, per esempio, le caratteristiche fisiche e biochimiche del suolo. Di fatto, è tutto l'insieme di strumenti e strategie che consentono a/l'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanza con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la

produzione. In pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto gli sprechi. Un altro ambito di applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti guardando al futuro. Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento (qualora sia previsto), è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre prodotti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale. Questo sarà il punto di forza della coltura olivicola intensiva e di quella legumicola all'interno del parco agrivoltaico. Verranno prese in esame e portate avanti in tutto il periodo di vita utile dell'impianto, tutte le strategie riguardanti la messa in atto di tecniche inerenti il risparmio irriguo, con piani di monitoraggio su larga scala che prevedano e verifichino l'impatto delle opere stesse sulle colture, la produttività in termini di rese per ettaro in confronto sia alle tecniche di agricoltura tradizionale che, soprattutto, in relazione al connubio "in operam" tra produzione di energia da fonte rinnovabile e rispetto della conduzione originaria tipica degli oliveti, per esempio, di recente impianto. Il tutto, ovviamente, attraverso l'ausilio e l'impiego di applicativi per un'agricoltura digitale e di precisione.

Il futuro dell'agricoltura è legato alla sostenibilità ambientale, alla razionalizzazione delle risorse e ad una massiccia disponibilità di dati conservati online, dati che ormai devono risultare raggiungibili da qualsiasi dispositivo e da qualsiasi mezzo: dagli smartphone dell'operatore, ai dispositivi montati sui trattori, fino alle centraline in campo o all'impiego di droni per svariati compiti. Questo controllo capillare e la lotta senza quartiere allo spreco di risorse, in definitiva, altro non è che un vantaggio economico per l'agricoltore stesso. Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, i ricercatori non hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici da un punto di vista salutistico (considerato il minor impiego di sostanze artificiali). Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà

e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%.

Tuttavia, nel passaggio ad una agricoltura 4.0, l'investimento è recuperabile in pochi anni grazie ad un costo per ettaro inferiore, all'ottimizzazione delle risorse e, non meno importante, ad un miglioramento delle condizioni di lavoro e delle ore spese sul campo. Il passaggio all'agricoltura 4.0 può rappresentare, quindi, una reale opportunità per andare verso quel radicale cambiamento che in molti chiedono da tempo; è proprio per questo motivo che Traianus Energia s.r.l, all'interno del progetto in itinere per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrivoltaica da realizzarsi nel Comune di Palmas Arborea (OR), intende investire su queste tecnologie per portare a compimento un "vero" impianto agrivoltaico, virtuoso e osservante ogni norma e/o indicazione che riguardi la salvaguardia dell'ambiente e la coltivazione di piante di olivo e colture da pieno campo di leguminose secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0.

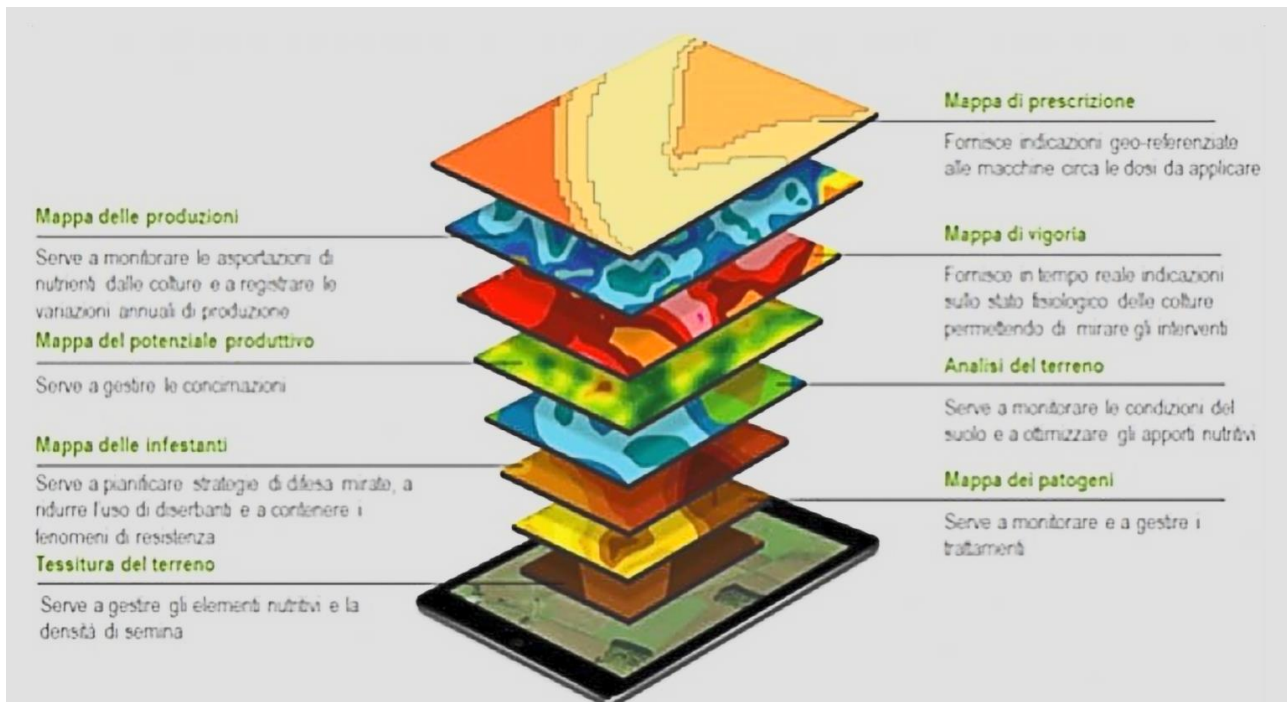
Il concetto centrale dell'agricoltura di precisione è quello di operare soltanto quando e dove è necessario (secondo logiche sito-specifiche) e questa può essere fatto soltanto se è disponibile una grande quantità di dati.

Le fasi sono:

- raccolta dati (informazioni)
- mappatura
- processo decisionale
- gestione colturale

L'adozione delle tecniche per l'agricoltura di precisione consente una più o meno spinta automazione delle attività di controllo operativo in campo. L'operatore viene in parte liberato dalle sue funzioni di regolazione delle macchine.

Tutte le applicazioni dell'agricoltura di precisione necessitano di un numero elevato di sensori per l'acquisizione dei dati in campo. Tutte le informazioni raccolte possono essere collegate tra loro realizzando una mappa con le posizioni dei dati tali da poter gestire la semina, le operazioni agricole, la distribuzione degli erbicidi, il monitoraggio delle rese, ecc .. Sotto si riporta un esempio di quella che viene definita "mappa di precisione".



L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere in modo chiaro e semplice i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti). Le sonde di umidità del suolo adatte senza calibrazione ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale."

In termini pratici un sistema di monitoraggio professionale così concepito è costituito da una stazione meteo centrale in grado di coprire diversi chilometri, che può essere dotata di tradizionali sensori meteo-climatici, come pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica e di unità wireless IoT con i sensori micro-climatici capaci di calcolare, ad esempio, la temperatura e umidità dell'aria, la bagnatura fogliare e l'umidità del terreno. I sensori wireless, posizionati tra le colture acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono ad una app che li archivia, visualizzabili in tempo reale sia dal computer che da uno smartphone. È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti. Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e

archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro, dimostrando inoltre in modo concreto l'impegno verso una agricoltura sostenibile che rafforza la promozione dell'azienda in azioni di marketing.

## **12 CONCLUSIONI**

L'impianto fotovoltaico realizzato su terreno agricolo, proposto nel presente progetto, rispetta i requisiti minimi A-B-C-D-E, come innanzi dimostrato, e pertanto può essere definito "IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO" ai sensi delle LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI-GIUGNO 2022- redatte dal MITE.