



**REGIONE
PUGLIA**



Provincia di Lecce



Comune di Nardò

Proponente:

SUNCO SUN YELLOW SRL

Via Melchiorre Gioia, 8 - 20124 Milano - Italy
pec: suncosunyellowsr@legalmail.it

**SUNCO.
CAPITAL**

Progetto Definitivo

Denominazione progetto:

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MASSERIA SCIANNE"

Potenza nominale complessiva = 30.722,4 kWp

Sito in:

COMUNE DI NARDO' (LE)

Titolo elaborato:

Relazione agronomica e progetto agrivoltaico



Elaborato

E-RLA0

Scala -

Responsabile Coordinamento progetto : dott.ssa agr. Eliana Santoro

Progettisti : dott.ssa agr. Eliana Santoro

Collaboratori : dott.ssa Chiara Caltagirone
dott. per. agr. Leonardo Cuscito
dott.ssa Emanuela Gaia Forni

TIMBRI E FIRME:



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	dott.ssa agr. Eliana Santoro	dott.ssa agr. Eliana Santoro	dott.ssa agr. Eliana Santoro	26/02/2024
01				
02				
03				
04				
05				

FIRMA/TIMBRO
COMMITTENTE:

**SUNCO.
CAPITAL**



FLYREN

THE CULTURE OF CLEAN ENERGY

Flyren Development S.r.l.
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528
email: info@flyren.eu
web: www.flyren.eu
C.F. / P. IVA n. 12062400010

Sommario

Preambolo	1
1. Agrivoltaico.....	2
2. Principi della soluzione agrivoltaica	6
2.1. Attività agricola e produzione di energia da fonte rinnovabile	10
3. Quadro normativo dell’agrivoltaico	13
3.1. Linee guida in materia di impianti agrivoltaici - Mite.....	19
4. L’agricoltura in Puglia	22
4.1. Superfici, coltivazioni ed altre attività agricole	22
4.2. Prodotti di qualità	23
4.3. Andamento economico delle colture in progetto	25
4.4. Incentivi e sostegno all’agricoltura regionale	25
5. Inquadramento dell’area di intervento.....	30
5.1. Inquadramento catastale.....	31
5.2. Inquadramento climatico	32
5.3. Inquadramento pedologico e agronomico	35
5.4. Modalità di conduzione ed attività agricola - stato di fatto	40
6. Progetto Agrivoltaico	42
6.1. Componente fotovoltaica	43
6.2. Componente agronomica	44
6.2.1. Proposta progettuale: rotazioni colturali di leguminose con orticole o erbacee	45
6.2.2. Scelta delle specie	47
6.2.3. Operazioni colturali	54
6.2.4. Gestione delle superfici	57
7. Monitoraggio agrometeorologico	59
8. Analisi economica.....	62
8.1. Analisi costi e ricavi della proposta progettuale.....	67
8.2. Analisi economica monitoraggio agrometeorologico	72
9. Conformità alle Linee Guida del MiTE.....	73
10. Conclusioni	78
Bibliografia.....	83
Allegati.....	86
Allegato 1 – Analisi del suolo.....	1
Allegato 2 - Simulazione producibilità impianto AGV	2

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 0 di 91

Allegato 3 - Simulazione producibilità impianto FV standard..... 3

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 1 di 91

Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico conferito dalla società SUNCO SUN YELLOW S.R.L., al fine di valutare le potenzialità e gli aspetti agronomici di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (c.d. Agrivoltaico) con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 30,7224 MWp
- Superficie catastale interessata: 52,78 ha
- Superficie di impianto recintata: 46,38 ha
- Superficie destinata all'attività agricola: 36,89 ha
- Classificazione architettonica: impianto a terra
- Ubicazione: Regione Puglia | Comune di Nardò (LE)
- Particelle superficie catastale disponibile: F. 37 - P.lle 12, 13, 259, 263, 383, 384.
- Ditta committente: Sunco Sun Yellow S.r.l.

L'elaborato è finalizzato a:

1. introdurre e illustrare il concetto di *agrivoltaico*;
2. descrivere l'area di intervento progettuale;
3. illustrare gli interventi di carattere agronomico previsti in ottica di utilizzo plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo e gli accorgimenti gestionali da adottare;
4. valutare la conformità del progetto rispetto alle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal MiTE il 18 giugno 2022, in particolare con riferimento ai requisiti minimi. Non si intende infatti accedere ai contributi statali o del PNRR.

Tale documento costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di VIA (artt. 23-25 del D. Lgs. 152/2006).

1. Agrivoltaico

Secondo l'ultimo rapporto dell'European Environment Agency (EEA,2023), nell'anno 2021 nel territorio dell'Unione Europea le emissioni totali di gas serra sono state inferiori del 30% rispetto ai livelli registrati nel 1999, tuttavia, rispetto al 2020 le emissioni sono aumentate del 6,2%. Si precisa comunque che le emissioni nel 2021 sono rimaste al di sotto del livello pre-pandemia di COVID-19 del 2019, confermando un trend di lungo periodo ribassista.

La strada da percorrere risulta però ancora lunga, per raggiungere gli obiettivi prefissati nell'ambito del Green (2020):

- innalzare dal 40% al 55% la riduzione entro il 2030 delle emissioni nette di gas climalteranti rispetto ai livelli del 1990;
- portare la produzione di energia prodotta da fonti rinnovabili ad una quota di almeno il 32%;
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

Il nuovo traguardo in termini di energia rinnovabile deve attualmente raggiungere quota 65000 MW invece dei 51000 MW previsti che in termini pratici equivale ad un incremento di circa 42.406 MW rispetto ai 22.594 MW installati in Italia a fine 2021 (GSE, 2022). Tali scenari impongono di triplicare la potenza di fotovoltaico installata in Italia entro il 2030. Queste cifre saranno raggiungibili solo alimentando il tasso di installazione, raggiungendo per l'eolico circa 1,75 GW/anno contro gli 0,38 GW/anno di oggi e per il fotovoltaico circa 5,6 GW/anno contro gli 0,73 GW/anno¹.

Secondo quanto riportato da International Energy Agency (IEA) nel "World Energy Outlook" (WEO) - 2023 il fabbisogno energetico di molte economie mondiali (soprattutto quelle in via di sviluppo) sta aumentando velocemente e ciò richiede **nuove forme di investimento in termini di infrastrutture energetiche** (che spaziano dalla mera produzione di energia elettrica, all'installazione di stazioni di ricarica per veicoli elettrici); per far fronte a questa crescente richiesta di energia una soluzione vantaggiosa dal punto di vista economico e ambientale è rappresentata dalle tecnologie energetiche rinnovabili. A livello mondiale sono state adottate diverse politiche che incoraggiano la produzione di energia da fonti rinnovabili fra cui "Inflation Reduction Act" negli Stati Uniti; "Production Linked Incentives Scheme" in India e "Net Zero Industry Act" nell'Unione Europea.

In particolare, la nuova realtà geopolitica e del mercato dell'energia impone all'EU di accelerare drasticamente la transizione verso l'energia pulita e di aumentare l'indipendenza energetica dell'Europa da fornitori inaffidabili e da combustibili fossili volatili, aumentando ulteriormente gli obiettivi su efficienza energetica e rinnovabili. Con il recente piano di Bruxelles, il REPowerEU (revisione della direttiva 2018/2001/Ue), proposto il 18 maggio 2022, l'esecutivo comunitario propone di:

- innalzare al 45% l'obiettivo UE vincolante per le energie rinnovabili;
- aumentare al 66% l'elettricità prodotta da energia rinnovabile – solare ed eolica nel mix complessivo al 2050 - raddoppiando la quota attuale;
- rafforzare le misure di efficienza a lungo termine per abbattere quanto possibile i consumi energetici di case e industrie.

Per ottenere tali obiettivi, le azioni previste da REPowerEU consistono in:

- risparmiare energia;
- diversificare l'approvvigionamento;
- sostituire rapidamente i combustibili fossili accelerando la transizione europea all'energia pulita;

1 <https://www.itismagazine.it/news/26947/energie-rinnovabili-il-ritmo-della-crescita-e-ancora-lento/>

- combinare investimenti e riforme in modo intelligente.

In questo scenario **il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico (FV) è fondamentale dal momento che in larghissima misura il gap potrà essere coperto da nuova capacità collegata alla fonte solare**. La tecnologia fotovoltaica ha raggiunto un grado di maturità tecnologica che, unitamente alla diminuzione dei costi², alla crescita di produttività dei moduli e alla quasi integrale possibilità di riciclo dei materiali, la rende un valido sostituto delle fonti fossili nella generazione di energia elettrica.

Uno dei principali fattori limitanti alla diffusione di tali impianti risiede però nella disponibilità di superfici utili. La tecnologia fotovoltaica richiede, infatti, a differenza ad esempio dell'eolico, di un maggiore sviluppo areale.

Considerando il progressivo aumento della popolazione mondiale (che secondo l'ultimo report delle Nazioni Unite, si prevede arriverà a 9,7 Miliardi nel 2050), oltre l'incremento di domanda in termini di energia, è in aumento anche la domanda in termini di cibo e quindi di terre coltivabili. Il raggiungimento degli obiettivi in termini di produzione da FV è quindi in apparente contrasto con gli obiettivi di sviluppo sostenibile e recupero dell'utilizzo del suolo delle Nazioni Unite (Herrick et Abrahamse, 2019), ma **la soluzione esiste ed è rappresentata da quelle che vengono definite le installazioni *agrivoltaiche***, progettate in modo da consentire la coltivazione dell'area sottostante l'infrastruttura energetica e di perseguire, quindi, simultaneamente gli obiettivi di riduzione delle emissioni e di recupero dei suoli (Reasoner *et al*, 2022).

Considerando quanto riportato nella recente ricerca pubblicata da Joint Research Center (JRC) della Commissione Europea, l'agrivoltaico, considerato come un'implementazione del fotovoltaico, sta attirando sempre più interesse in UE come soluzione per la produzione di energia rinnovabile; infatti, sostiene le politiche di transizione energetica e rispecchia gli obiettivi del Green Deal europeo. Dal medesimo approfondimento si evince che *"se l'1% della SAU dell'UE fosse coperto da sistemi agrivoltaici, il potenziale sarebbe compreso tra 315 e 1 415 GW (a seconda della densità di potenza). Anche il limite inferiore di questo potenziale è molto vicino all'obiettivo complessivo Fit-for-55 (FF55) per il fotovoltaico"*.

Analizzando nello specifico il caso dell'Italia, se l'1% della SAU nazionale venisse investita nella realizzazione di impianti agrivoltaici, il potenziale energetico installato sarebbe 3 volte superiore a quello installato nel 2022. Per raggiungere la produzione di 72 GW previsti dagli obiettivi nazionali del "National Energy and Climate Plan 2021-2030" sarebbe necessario utilizzare fra lo 0,7% e il 3% della SAU italiana (Chatzipanagi *et al.*, 2023).

Inoltre, è fondamentale considerare che, per raggiungere gli obiettivi del Green Deal entro il 2030, la superficie agricola necessaria, a seconda dell'efficienza della tecnologia utilizzata, è stata stimata tra i 30.000-40.000 ettari (Legambiente, 2020) - valore, di poco superiore al 0,3% della Superficie Agricola Totale censita nel 2021³, per cui è fondamentale proporre tecnologie e progetti che assicurino la compatibilità tra gli obiettivi energetici e climatici e gli obiettivi di tutela del paesaggio, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo.

Un **impianto agrivoltaico** può essere definito come "[...] un impianto fotovoltaico, che nel rispetto dell'uso agricolo e/o zootecnico del suolo, anche quando collocato a terra, non inibisce tale uso, ma lo integra e supporta garantendo la continuità delle attività pre-esistenti ovvero la ripresa agricola e/o zootecnica e/o biodiversità sulla stessa porzione di suolo su cui insiste l'area di impianto, contribuendo così ad ottimizzare l'uso del suolo stesso con ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali ed ambientali."⁴ Si tratta quindi di una **soluzione di "solar sharing"**, poiché la risorsa radiativa proveniente dal sole viene ripartita fra il processo di coltivazione e quello di generazione energetica.

² La tecnologia fotovoltaica è attualmente la FER più "economica" e alla latitudine italiana anche quella con il maggior potenziale (Mancini *et al.*, 2020).

³ Tavole con dettaglio prevalentemente regionale e per Provincia autonoma relative al 7° Censimento Generale dell'Agricoltura <https://www.istat.it/it/files//2022/08/censimento-agricoltura-2021.xlsx>

⁴ Demofonti- 4 Agosto 2021- Gdl Agro-fotovoltaico. <https://www.italiasolare.eu/eventi/>

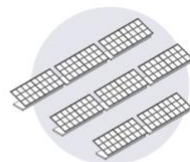
Tale approccio costituisce una valida alternativa a un sistema agricolo intensivo tradizionale⁵ in un'ottica di sostenibilità a lungo termine. È importante sottolineare, pertanto, che non si tratta di una soluzione finalizzata al mero utilizzo di terreni agricoli per l'installazione d'impianti alimentati da energia rinnovabile, bensì una **concreta possibilità capace di contribuire alla progressiva decarbonizzazione**, anche del sistema produttivo agricolo, attraverso l'integrazione delle energie rinnovabili. L'agricoltura intensiva è infatti concausa dell'inquinamento e del riscaldamento globale: nel 2015⁶ l'agricoltura è stata responsabile del 6,9% delle emissioni totali di gas serra (espressi in CO2 equivalente) ed è pertanto risultata la terza fonte di emissioni di gas serra dopo il settore energetico e il settore dei processi industriali.

La **proposta agrivoltaica** si basa sull'assunto che l'utilizzo simultaneo di una stessa superficie, per fini diversi, consente di **aumentare il Rapporto di Suolo Equivalente** (Land Equivalent Ratio, LER⁷, Figura 1) rispetto all'impiego della stessa superficie per un'unica produzione (Fraunhofer, 2020; Valle et al., 2017). Esistono da sempre sistemi che consentono di combinare la produzione agricola con altri sistemi produttivi, vedasi, per esempio, i sistemi agroforestali che prevedono la coltivazione di colture arboree ed altre produzioni agricole, ad esempio coltivazione di specie erbacee sulla stessa superficie.

SEPARATE LAND USE ON 1 HECTARE CROPLAND: 100% POTATOES OR 100% SOLAR ELECTRICITY



100% potatoes
1 Hectare



100% solar electricity
1 Hectare

COMBINED LAND USE ON 1 HECTARE CROPLAND: 186% LAND USE EFFICIENCY



103% potatoes
83% solar electricity
1 Hectare

Figura 1. Aumento del LER attraverso l'utilizzo combinato della superficie (Fraunhofer, 2020).

Dupraz (2011) ha dimostrato come l'agrivoltaico rappresenti una soluzione valida e innovativa per superare la competizione rispetto all'uso del suolo. Diversi studi, mirati alla valutazione tecnica economica di questo sistema (Schindele *et al.*, 2020) e all'analisi della compatibilità tra la coltivazione agraria e l'installazione di pannelli in molteplici casi reali (Aroca-Delgado *et al.*, 2018), dimostrano come **l'agrivoltaico aumenti l'efficienza d'uso del suolo, consentendo la coltivazione e la produzione di energia in simultanea, sfruttando la sinergia tecno-ecologica-economica dei due sistemi.**

⁵ Inteso come sistema agricolo il cui scopo principale è la massimizzazione delle produzioni, spesso a discapito delle risorse ambientali, con costi elevati per i suoli, tra cui una maggiore erosione del suolo, una maggiore lisciviazione dei nutrienti e una minore capacità di ritenzione idrica

⁶ <https://www.controlsecurityambiente.com/inquinamento-causato-dalle-coltivazioni-agricole-intensive/>

⁷ LAND EQUIVALENT RATIO (LER): rapporto tra la superficie in coltura unica e la superficie in consociazione necessaria per ottenere la stessa resa a parità di gestione. È la somma delle frazioni delle rese in consociazione divise per le rese in coltura unica. <http://www.fao.org/3/x5648e/x5648e0m.htm>

Secondo uno studio dell'*Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile* (ENEA), infatti, gran parte del terreno al di sotto dei pannelli solari (fino al 80-90% nei casi più virtuosi) può essere lavorato con le comuni macchine agricole. I vantaggi in termini di consumo di suolo sono perciò evidenti e promettenti.⁸

In questi termini l'agrivoltaico rappresenta una "nuova opportunità in ambito agricolo laddove, tramite modelli "win-win", si esaltino le sinergie tra produzione agricola e generazione di energia" (M. Iannetta, responsabile della Divisione ENEA di Biotecnologie e Agroindustria).

Si riportano, in sintesi, i risultati ottenibili con questo tipo di approccio progettuale (Marrou H. *et al.*, 2013; Weselek A. *et al.*, 2019):

- **sinergia dei risultati:** è possibile conseguire esiti produttivi ed economici che sono superiori alla semplice somma dei risultati che potrebbero essere ascritti alle soluzioni semplici, ossia singolarmente od isolatamente applicate. Cfr indice LER (Land Equivalent Ratio) superiore all'unità;
- **ottimizzazione della scelta colturale:** attraverso una razionale ed efficace individuazione delle colture agrarie e/o attività zootecniche che possano manifestare la piena espressione del risultato produttivo atteso;
- **diversificazione del sistema agro-ecologico:** coltivazione in regimi non convenzionali (quali biologico, agricoltura conservativa, agricoltura sostenibile) finalizzata al raggiungimento di obiettivi di compatibilità ambientale e sostenibilità ecologica sommati a indirizzi di diversificazione ecologica ("greening") mediante la realizzazione di plurimi elementi d'interesse ecologico ("ecological focus area") ed elementi caratteristici del paesaggio, per costituire una sorta di "rete ecologica" aziendale capace di connettersi a quella territoriale mediante la realizzazione di fasce tampone, margini inerbiti, siepi arboreo-arbustive ed altre infrastrutture ecologiche;
- **coerenza con gli orientamenti normativi nazionali e comunitari:** leggi n.34,51 e 91 del 2022, L. 108 del 2021, Green Deal, PNIEC, PTE, RepowerEU;
- **creazione di un nuovo modello paesaggistico:** grazie alla gamma di miglioramenti ambientali, alla rifunzionalizzazione di tipo agro-ecologico, nonché all'adozione di un design impiantistico che permette di coniugare con successo la disponibilità delle risorse con le esigenze della società attuale, si arriva alla definizione un "nuovo modello tradizionale", tramandabile da una generazione alla successiva, grazie al successo e alla stabilità di alcune soluzioni tecniche. La tradizione viene in tal modo "tradotta" per mantenerla vitale, assegnando ad essa nuove finalità entro nuove contestualizzazioni.

⁸ <https://www.futuraenergie.it/2021/03/08/agrovoltico-i-vantaggi-del-fotovoltaico-in-agricoltura/>

2. Principi della soluzione agrivoltaica

Il complesso dei requisiti agronomici ed ingegneristici associati e/o associabili alla proposta agrivoltaica la rendono un vero e proprio sistema integrato agro-energetico: un insieme articolato di processi tecnologici connessi l'uno all'altro finalizzati a costituire un modello funzionalmente unitario di coltivazione e/o pascolamento e/o allevamento e di generazione elettrica da pannelli fotovoltaici.

La contestuale sinergia tra l'installazione di pannelli fotovoltaici e l'attività primaria sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger *et Zastrow*, 1982) e attualmente - in Italia e nel mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo sistema, con una notevole impennata registrata negli ultimi cinque anni (Reasoner *et al.* 2022).

La presenza dei moduli su suolo agrario non preclude l'uso agricolo dell'area, anzi tale modello agrivoltaico può rappresentare un percorso virtuoso per coniugare la produzione alimentare e la produzione energetica da fonti rinnovabili (Figura 2).

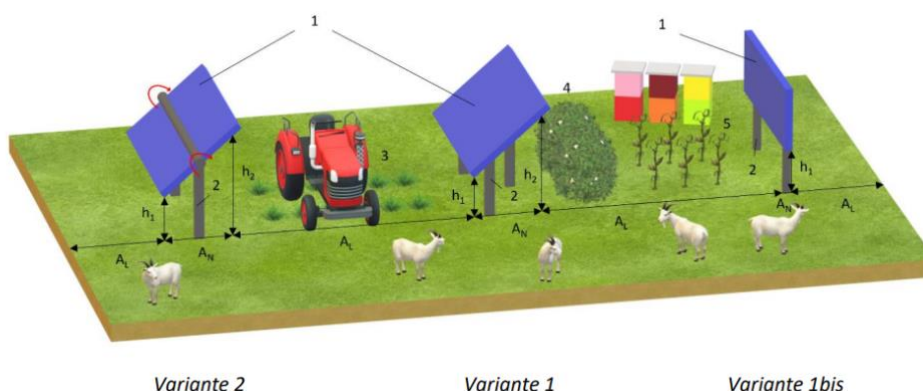


Figura 2. Raffigurazione relativa all'AGRO-FV INTERFILARE, Variante 1 (impianti FV fissi inclinati), Variante 2 (Impianti FV con tracker), Variante 1 bis (Impianti FV fissi verticali) Fonte: ANIE,2022.

Le soluzioni finora adottate per questo tipo di impianti (Figura 3), hanno visto l'adozione di tecnologie diversificate tra le quali si trovano: i) impianti fissi, previo innalzamento della componente fotovoltaica, in modo da consentire il passaggio dei macchinari agricoli; ii) installazione di moduli verticali per il privilegio di produzioni energetiche in fasce orarie differenti; iii) sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse. Esistono, inoltre, esempi di tecnologie brevettate specificatamente per l'ambito agrivoltaico (e.g. tensostrutture sulle quali alloggiare inseguitori solari).



Figura 3. Esempi di differenti soluzioni agrivoltaiche: impianti fissi (Legambiente, 2020); moduli verticali; sistemi di inseguimento (Toledo e Scognamiglio, 2021); Sistema Agrovoltaico® (<https://remtec.energy/agrovoltaico>).

Diversi studi (Weselek *et al.*, 2019; Hassanpour Adeh. *et al.*, 2018; Fraunhofer, 2020; Toledo e Scognamiglio, 2021; Andrew *et al.*, 2022) ne mettono in luce i molteplici vantaggi, quali a titolo di esempio:

- incremento della produttività del suolo;
- miglioramento della produzione vegetale;
- possibilità di intercettare e stoccare l'acqua piovana per usi irrigui;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi;
- creazione di un rifugio per il bestiame che pascola tra i pannelli;
- riduzione dei costi nella gestione del pascolo;
- minore stress termico causato al bestiame;
- generazione di fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori.

Le soluzioni agrivoltaiche che prevedono l'utilizzo dei tracker consentono di poter regolare opportunamente l'inclinazione dei pannelli sia in considerazione della quantità di luce necessaria per la coltura sottostante, sia per poter eseguire le operazioni meccaniche. Sono documentati esempi di integrazione tra gestione agronomica e produzione di energia fotovoltaica, progettati e regolati in modo da ottenere un equilibrio virtuoso tra produzione agricola ed energetica (Dupraz, 2011). In un progetto agrivoltaico promosso da ENEA⁹ in un vigneto, i pannelli fotovoltaici risultano garantire l'ombreggiamento adeguato alle piante, contrastando l'incremento di temperatura durante la germinazione per garantire quindi lo sviluppo ottimale della coltura. Per quanto concerne elementi quali irraggiamento, temperatura dell'aria e umidità del suolo (Figura 4), alcuni studi hanno rilevato come la presenza di pannelli fotovoltaici possa creare alcune variazioni microclimatiche utili a fini agro-produttivi (Armstrong *et al.* 2016; Reasoner *et al.* 2022), tra cui:

- **Irraggiamento:** la presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno (ma, al contempo, si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa).
 - ➔ In base alle specie selezionate (specialmente per le piante sciafile o brevi-diurne) questo aspetto potrà tradursi, laddove opportunamente gestito, in un incremento complessivo della produzione di sostanza secca e della qualità.
- **Temperatura dell'aria:** il parziale ombreggiamento può attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature, mitigando le temperature estreme dell'aria e del suolo e promuovendo, pertanto, un maggior accrescimento radicale (anche grazie alla maggior umidità del terreno).
 - ➔ Ogni specie vegetale, infatti, necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto "zero di vegetazione", e temperature troppo elevate possono fortemente condizionare l'accrescimento delle piante.
- **Umidità del suolo:** il parziale ombreggiamento che viene a verificarsi può determinare una diminuzione della evapotraspirazione e della carenza idrica estive (specie in ottica futura, nell'ipotesi di aggravio di tale aspetto in relazione ai dinamismi causati dai cambiamenti climatici).
 - ➔ La riduzione dell'evaporazione di acqua dal terreno, in particolare, consente un più efficace utilizzo della risorsa idrica del suolo.

⁹ <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/webinar/>

Per quanto riguarda l’effetto di tali variazioni sulle coltivazioni, esso varia in funzione delle specie coltivate e della relativa sensibilità all’ombreggiamento (Marrou *et al.*, 2013; Agostini *et al.*, 2021). I risultati ottenuti, inoltre, variano anche in funzione del luogo in cui la sperimentazione è stata condotta.

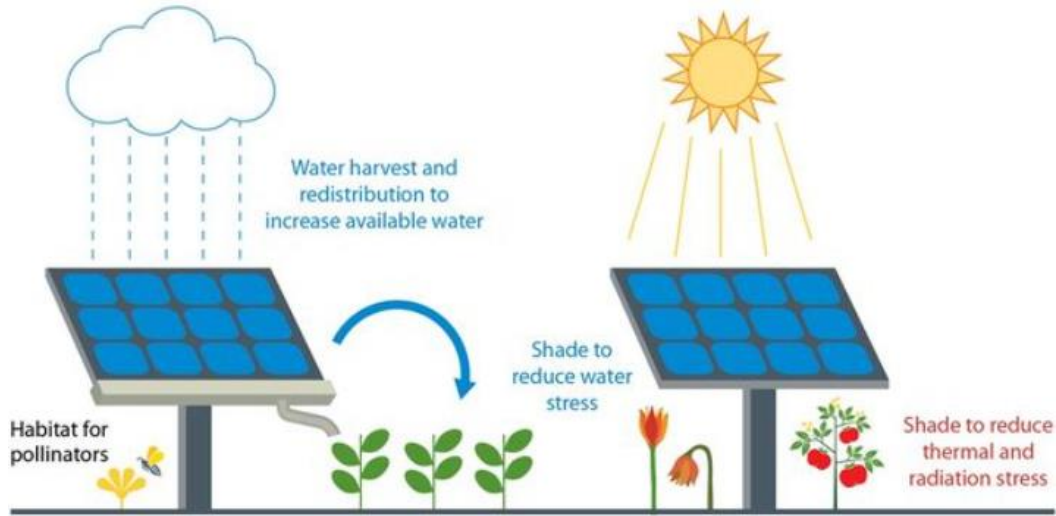


Figura 4. Alcuni benefici per le colture in un sistema agrivoltaico (InSPIRE/Project | Open Energy Information [openei.org](https://openenergy.org)).

Non esiste quindi uno standard progettuale “assoluto” poiché ci sono diverse variabili che vanno analizzate in base alla localizzazione dell’impianto quali:

- l’ubicazione geografica;
- la conformazione del territorio;
- il clima;
- le colture coltivate tradizionalmente in loco;
- il tipo di coltura;
- il tipo di suolo.

“[...] Riteniamo che non esista un solo agrivoltaico, ma diverse soluzioni da declinare secondo le specifiche caratteristiche dei siti oggetto di intervento: la sfida è trasformare una questione tecnica in una questione di cultura complessa, con un approccio transdisciplinare supportato dai risultati della ricerca sulle migliori combinazioni colture/sistemi fotovoltaici”. (A. Scognamiglio, ENEA task force Agrivoltaico Sostenibile¹⁰).

Un recente rapporto del National Renewable Energy Laboratory (NREL) (Macknick *et al.*, 2022), redatto alla fine della seconda fase triennale di ricerca sulle sinergie tra energia solare e agricoltura, riassume molto bene quali siano gli elementi fondamentali per il successo di un impianto agrivoltaico (definiti la “ricetta delle 5C”), identificando cinque elementi cardine (Figura 5) su cui lavorare quando si imposta un progetto:

- **clima:** suolo e condizioni ambientali; le condizioni ambientali devono essere adatte sia alla produzione di energia fotovoltaica sia alle colture o alle coperture del suolo desiderate;
- **configurazione:** intesa come tecnologie solari e design; la scelta della tecnologia fotovoltaica, il layout del sito e le altre infrastrutture possono influenzare dalla quantità di luce che raggiunge i moduli solari alla possibilità di far passare un trattore, se necessario, sotto i pannelli.

¹⁰<https://www.enea.it/it/Stampa/news/energia-enea-lancia-la-prima-rete-nazionale-per-agrivoltaico-sostenibile#:~:text=%E2%80%9CRiteniamo%20che%20non%20esista%20un,dai%20risultati%20della%20ricerca%20sulle>

- **colture:** selezione delle specie e dei metodi di coltivazione, i progetti agrivoltaici devono selezionare colture o coperture del terreno che crescano sotto i moduli, in considerazione del clima locale e che siano redditizie nei mercati locali;
- **compatibilità** e flessibilità; il fotovoltaico deve essere progettato in modo da soddisfare le esigenze concorrenti dei proprietari di impianti fotovoltaici, degli operatori del settore e degli agricoltori o dei proprietari terrieri per consentire attività agricole efficienti;
- **collaborazione** e partnership; per il successo di qualsiasi progetto, la comunicazione e la comprensione tra le aziende agricole e i proprietari terrieri sono fondamentali.

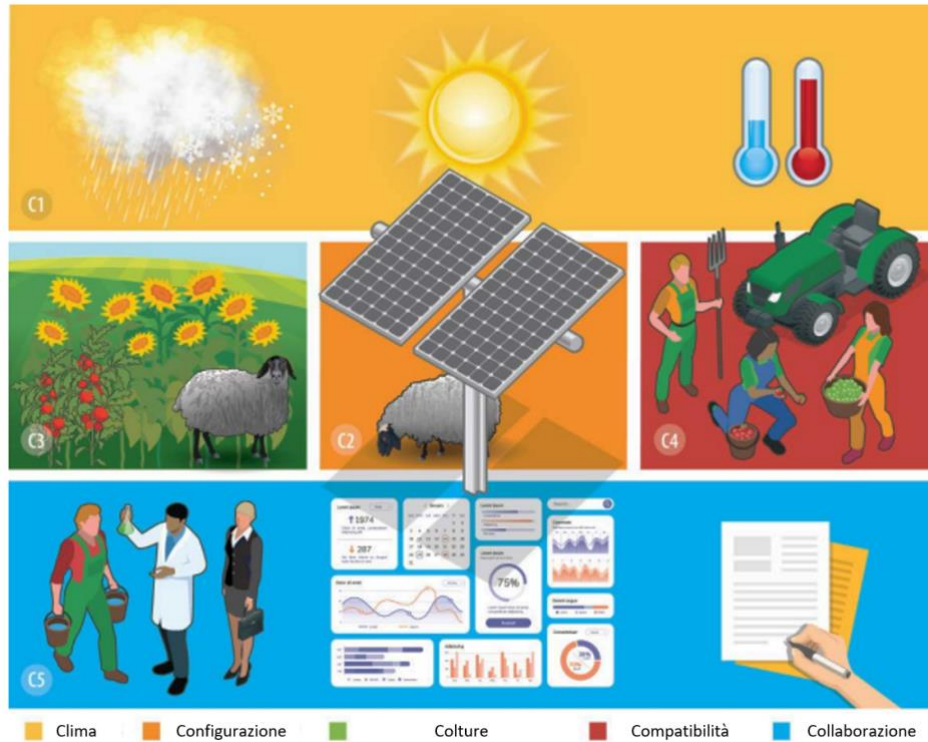


Figura 5. Le 5 C per il successo di un progetto Agrivoltaico (Macknick et al., 2022).

2.1. Attività agricola e produzione di energia da fonte rinnovabile

L'utilizzo della superficie sottostante i pannelli, per lo svolgimento dell'attività agricola, è risultata una buona soluzione per ovviare alla competizione nell'uso del suolo tra la produzione di energia e agricoltura. Studi condotti in Italia hanno dimostrato che l'ombra generata dai moduli ha un impatto minimo sulla resa agricola e in alcuni casi migliora addirittura la produzione (Agostini *et. al*, 2021).

Per quanto concerne le **colture cerealicole**, nel caso del frumento, ad esempio, sono stati registrati incrementi produttivi nelle annate siccitose e decrementi nelle annate più umide; l'ombreggiamento risulta inoltre favorire il contenuto proteico delle cariossidi (Weselek *et. al*, 2019). Uno studio condotto nel 2011 (Dupraz *et al.*, 2011) sul grano duro ha evidenziato che, installando i moduli con una densità minore rispetto al fotovoltaico per consentire la coltivazione della superficie, non si riscontrano perdite significative nella produzione (-13 % in sostanza secca e -8% in raccolto). Nello stesso studio, i valori di LER ottenuti per il sistema agrivoltaico risultano superiori a quelli calcolati in altri sistemi di utilizzo combinato della superficie con un aumento della produzione ottenibile dalla superficie tra il 60 e il 70%. Per quanto riguarda il mais, invece, la produzione è risultata leggermente inferiore nei sistemi agrivoltaici in condizioni di risorsa idrica non limitante e, addirittura, superiore in condizioni di stress idrico (Amaducci *et.al*, 2018).

Schindele *et al.* (2020) riportano esempi di coltivazione in Germania di **patate, frumento, orzo primaverile, barbabetola, porri, sedano, trifoglio e leguminose**, come specie utilizzabili per la coltivazione in sistema agro-fotovoltaico.



Figura 6. Frumento coltivato al di sotto dei pannelli fotovoltaici nelle campagne di Baoji (Cina, 2021) Fonte: <https://www.longi.com/us/news/6716/>.

Hassanpour Adeh. *et al.* (2018) hanno confrontato gli effetti ambientali dei pannelli solari su un **erbaio** non irrigato, sottoposto a stress idrico frequente. L'obiettivo dello studio è stato quello di dimostrare l'impatto della componente energetica sul prato, quantificando i cambiamenti del microclima, dell'umidità del suolo, dell'uso dell'acqua e della produttività della biomassa dovuti alla presenza dei pannelli solari. Tramite

L'installazione di stazioni microclimatiche negli impianti agrivoltaici e l'utilizzo della tecnologia sensoristica applicata (l'umidità del suolo è stata quantificata utilizzando le letture di una sonda a neutroni), si sono evidenziate differenze significative nella temperatura media dell'aria, nell'umidità relativa, nella velocità e nella direzione del vento e nell'umidità del suolo. Le aree sotto i pannelli fotovoltaici hanno mantenuto un'umidità del suolo più elevata per tutto il periodo di osservazione, si è registrato un aumento significativo della biomassa (+90%) ed infine le porzioni sotto i moduli fotovoltaici sono risultate significativamente più efficienti dal punto di vista idrico (+328%).

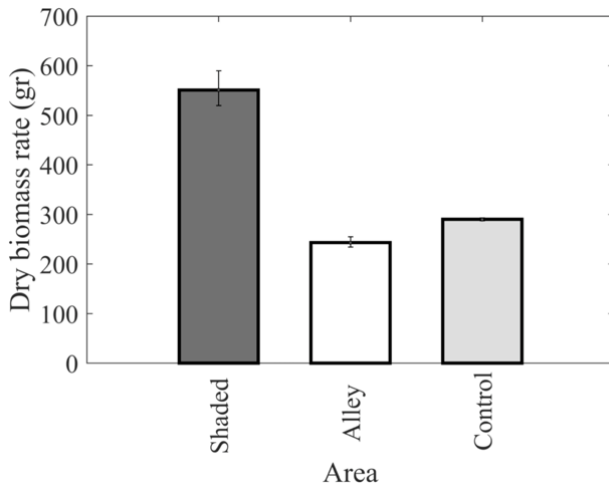


Figura 7. Confronto della biomassa secca nei tre luoghi di campionamento dello studio di Hassanpour Akeh. et al. (2018): all'ombra dei pannelli (shaded), nelle aree aperte tra i pannelli (alley) e nell'area di controllo al di fuori dell'impianto agrivoltaico (control). Fonte : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256.g006>.

I ricercatori statunitensi hanno così confermato che nelle aree sottese ai moduli fotovoltaici si crea un microclima diverso rispetto alle aree esposte: le piante in pieno sole consumano la risorsa idrica più in fretta e, una volta terminata, appassiscono, mentre quelle protette dai moduli utilizzano l'acqua più lentamente e sono quindi meno soggette a stress idrico. I ricercatori concludono osservando che non tutte le colture sono indicate per i sistemi agrivoltaici e che la ricerca in questo campo ha bisogno di ulteriori studi. Tuttavia, recenti studi permettono di affermare che i climi semi-aridi con inverni umidi risultano essere ottimi candidati per sistemi agrivoltaici, supportati anche dai notevoli guadagni in termini di produttività.

Un recente studio (Edouard et al., 2023) ha osservato, per un periodo di 2 anni, l'andamento della produzione dell'**erba medica** al di sotto dei pannelli fotovoltaici. Ciò che si evince dallo studio è che dal punto di vista della composizione e del valore nutrizionale il prodotto non ha subito alcun cambiamento, mentre è cambiata la sua morfologia con un aumento della lunghezza degli steli e della superficie delle foglie. Inoltre, trattandosi di una coltura particolarmente sensibile ai deficit idrici, la presenza dei pannelli ha (in taluni casi) aumentato la produzione (+10%) grazie a una diminuzione dell'evapotraspirazione.

L'ombreggiamento ha effetti diretti anche sulle **colture oleaginose**: la composizione degli acidi grassi prodotti dalle colture è infatti influenzata dai cambiamenti in termini di radiazione solare intercettata. È stato rilevato che una riduzione dell'intensità luminosa comporta infatti una riduzione della percentuale di acido oleico prodotto nei semi di colza, mais e girasole, nonché un aumento del contenuto in acidi grassi polinsaturi quali acido linoleico e linolenico (Izquierdo et al, 2009). Gauthier et al, 2017 hanno più recentemente confermato tale tesi: nello specifico la percentuale di acido linoleico prodotto dal colza è inversamente correlata alla radiazione solare captata dalla coltura.

Grazie a diversi studi, che hanno osservato e analizzato la produzione di **specie orticole**, sono state individuate le specie più idonee alla coltivazione con contestuale presenza delle strutture fotovoltaiche, fra queste: *Cucurbita pepo* Linn. (zucchini), *Lagenaria siceraria* (zucca), *Citrullus fistulosus* Stock (cocomero), ecc. (Santra et al.,2017) e in caso di condizioni pedoclimatiche particolarmente aride la presenza delle strutture fotovoltaiche ha permesso di produrre il 100% in più di *Lycopersicon esculentum* Mill. (Barron-Gafford, 2019; Ferreira et al., 2024).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 12 di 91

Durante un intervento in occasione della Fieragricola tenutasi a marzo 2022, Alessandra Scognamiglio, coordinatrice della Task Force Enea Agrivoltaico Sostenibile¹¹, riporta che in prove compiute su mais, frumento e foraggio la variazione di produttività va da un minimo di -8% a un massimo di +10%. Le perdite per patata, pomodoro, zucca e melone, variano da un -5% a un -8%. La società francese TSE ha inaugurato nel settembre del 2022 il suo primo progetto pilota agrivoltaico nella città di Amance, nella Francia nordorientale, con l'obiettivo di dimostrare che l'ombreggiamento può influire positivamente sulla resa esprimibile da colture quali soia, frumento, segale, orzo e colza.

Allargando il contesto oltreoceano, le installazioni agrivoltaiche si stanno moltiplicando. Esempio interessante è la Corea del Sud, che nel 2016 ha installato 100 kWp con coltivazione di riso, soia, e altre colture erbacee, ma anche la Cina (Xue, 2017) che tra il 2015 e il 2017 ha installato 4,0 GWp di sistemi agrivoltaici. Sempre in Cina, nella contea di Qianyang della città di Baoji, sono stati recentemente installati 100 MWp di agrivoltaico, associando la produzione di energia con la coltivazione del frumento.

Le scelte di questi paesi scaturiscono anche dalla consapevolezza dell'attuale contesto climatico caratterizzato spesso da eventi meteorici straordinari, nel quale le colture potranno addirittura giovare dell'effetto protettivo dei pannelli contro gli eventi estremi quali, ad esempio, grandine e temperature estreme.

¹¹ <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/>

3. Quadro normativo dell'agrivoltaico

La **politica energetica europea** in materia di FER si colloca all'interno della cornice progressivamente delineata dagli Stati a livello internazionale. Il punto di riferimento è costituito dalla **Dichiarazione di Rio, del 1992**, con la quale sono stati sanciti i principi internazionali in materia ambientale.

L'Unione Europea, dando seguito agli impegni assunti a livello internazionale, ha inizialmente disciplinato l'impiego in materia di FER nella **Direttiva 2009/28/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio sul c.d. "**Energy Mix**" che stabiliva per ciascuno Stato membro obiettivi da rispettare entro il 2020.

L'Italia ha superato gli obiettivi fissati per il 2020, infatti, ha conseguito una copertura di consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili pari al 20%, anziché il 17 % richiesto dall'UE (Figura 8).

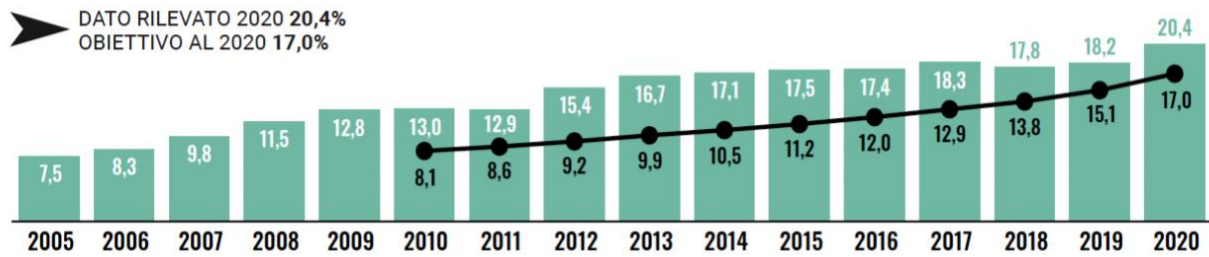


Figura 8. Quota dei consumi finali lordi di energia coperta da FER. Dato rilevato (%) al 2020 pari al 20,4 %, obiettivo prefissato al 2020 pari al 17,0%. In nero evidenziata la traiettoria (%) del PAN. Fonte: Camera dei deputati 2023.

Nel 2016, rinnovando il proprio impegno per il clima a seguito dell'Accordo di Parigi¹², l'Unione Europea ha avviato un processo normativo che ha portato all'approvazione di un pacchetto di proposte di direttive noto come "**Clean Energy for all Europeans Package**" (CEP)¹³, che comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica.

Il pacchetto è composto dai molteplici atti legislativi, tra cui di particolare rilevanza:

- Regolamento UE n. 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla governance dell'Unione dell'energia.
- Direttiva UE 2018/2002 sull'efficienza energetica che modifica la Direttiva 2012/27/UE.
- Direttiva UE 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.
- Direttiva (UE) 2018/844 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (Direttiva EPBD-Energy Performance of Buildings Directive).

Il 2018 è stato un anno favorevole per le strategie ambientali, infatti il 28 novembre 2018, con la Comunicazione COM (2018) 773, l'Unione Europea ha presentato la sua visione strategica a lungo termine ("un pianeta pulito per tutti") per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra entro il 2050, dove si impegna fortemente verso obiettivi che le consentano di raggiungere la neutralità climatica al 2050, secondo quanto previsto dall'Accordo di Parigi del 2016.

Sempre nel 2018, con la direttiva 2001/2018/UE (REDII) sono stati fissati nuovi obiettivi di copertura dei consumi lordi di energia da fonti rinnovabili pari al 32% entro il 2030.

Nel maggio 2019 viene definitivamente approvato il pacchetto di proposte e direttive avanzate con "Un pianeta pulito per tutti", declinando gli obiettivi a livello europeo per il 2030, quali:

¹² L'Accordo di Parigi definisce importanti obiettivi come il contenimento dell'innalzamento delle temperature (+1.5°C) e il raggiungimento di un sistema economico a emissioni nette zero "intorno alla metà del secolo" (tempistica rinegoziata in occasione della COP26 di Glasgow)

¹³ https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en

- 40% di riduzione di emissioni di gas serra rispetto al 1990;
- 32% di quota di rinnovabile sui consumi finali lordi di energia;
- 32,5% di riduzione dei consumi di energia primaria rispetto al 2007.

Nel dicembre 2019 la Commissione europea pubblica il **"Green Deal europeo"** (COM (2019)640)¹⁴, per ribadire il proprio impegno ad affrontare i problemi legati al clima e all'ambiente, nello specifico sugli obiettivi già fissati a livello legislativo nel CEP, sinteticamente riportati in Figura 9.

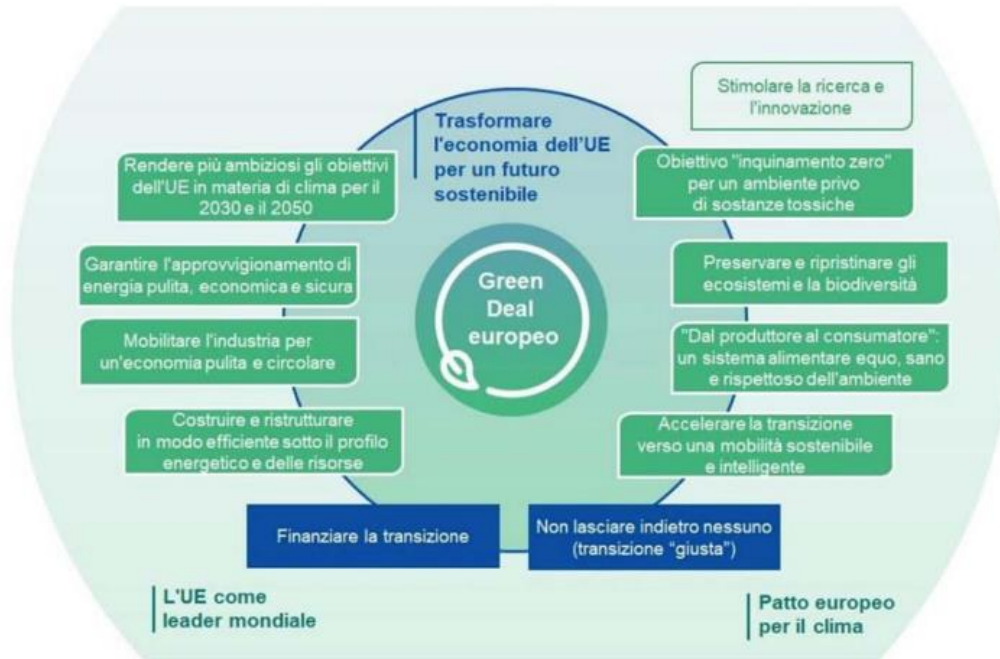


Figura 9. Obiettivi del Green Deal europeo (fonte Camera dei deputati, 2021¹⁵).

Per ottemperare al Green Deal europeo, gli Stati membri dell'UE sono tenuti ad elaborare **Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima** (PNIEC) per il periodo 2021-2030 e presentare ogni due anni una relazione sui progressi compiuti e formulare strategie nazionali coerenti a lungo termine.

Uno dei punti cardine del Piano è consistito nella presentazione di una proposta normativa a livello comunitario sul clima, recentemente adottata in via definitiva e divenuta il Regolamento **2021/1119/UE**. Il Regolamento ha formalmente sancito l'obiettivo della neutralità climatica al 2050, in vista dell'obiettivo a lungo termine relativo alla temperatura di cui all'art. 2, § 1, lett. A, dell'accordo di Parigi, e il traguardo intermedio vincolante dell'Unione in materia di clima per il 2030 che consiste in una riduzione interna netta delle emissioni di gas a effetto serra (emissioni al netto degli assorbimenti) di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030¹⁶.

Per favorire il raggiungimento degli obiettivi del *Green Deal*, il 14 luglio 2021 la Commissione europea ha adottato il pacchetto **"Fit for 55"**, una serie di proposte legislative finalizzate in particolare:

- alla **riduzione delle emissioni di gas effetto serra**, aumentando la percentuale da raggiungere entro il 2030, definita dal Green Deal, dal 40 al **55% rispetto ai livelli del 1990**, con l'obiettivo di arrivare alla **"carbon neutrality"** per il 2050. L'obiettivo è estremamente ambizioso: dal 1990 al 2020 le emissioni all'interno dell'Unione Europea si sono ridotte del 20%, con queste riforme dovranno essere ridotte dal 20 al 55% in meno di dieci anni.

¹⁴ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0006.02/DOC_1&format=PDF

¹⁵ https://www.camera.it/temiap/documentazione/temi/pdf/1144175.pdf?_1573088411342

¹⁶ Art. 1 e art. 4 del Regolamento (UE) 2021/1119 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 giugno 2021

- all'innalzamento della copertura dei consumi lordi di energia da fonti rinnovabili, passando dal 32% (previsto dalla direttiva RED II) al 40% per conseguire gli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti del 55% stabiliti dal Green deal europeo nel 2019 (COM(2019) 640) ed al 42,5% vincolante (ed al 45% orientativo) dalla proposta di direttiva cd RED III, in corso di approvazione, dando seguito a quanto stabilito dal Piano REPower EU adottato dalla Commissione europea a maggio 2022 (COM(2022) 230) (Figura 10).

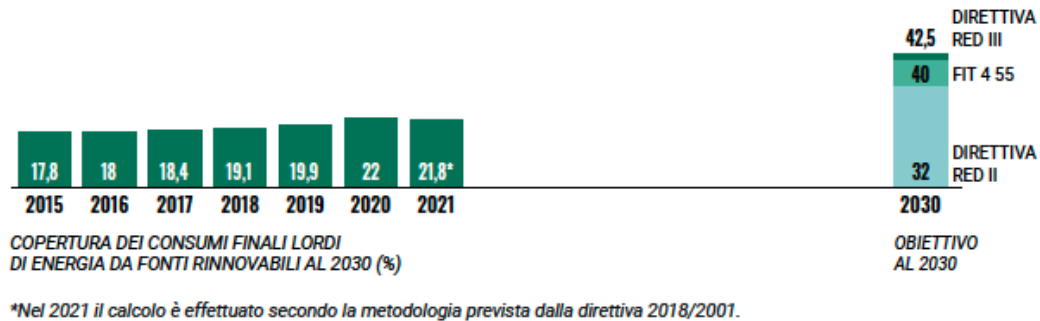


Figura 10. Copertura dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili nell'UE e obiettivi 2030. Fonte: Camera dei Deputati, 2023.

Gli obiettivi 2030 legislativamente fissati nel *Clean Energy Package* sono dunque attualmente in evoluzione, essendo in corso una revisione al rialzo dei target in materia di riduzione di emissioni, energie rinnovabili e di efficienza energetica originariamente previsti. L'UE sta, infatti, lavorando alla revisione di tali normative al fine di allinearle alle nuove ambizioni.

In risposta al conflitto in Ucraina, la Commissione Europea ha approvato, il 18 maggio 2022, il Piano **REPowerEU** (COM (2022) 230 final)¹⁷ il cui fulcro è il massiccio e rapido dispiegamento delle energie rinnovabili con il duplice obiettivo di accelerare la riduzione delle fonti energetiche fossili in generale e la diversificazione dei paesi di approvvigionamento di idrocarburi tramite interventi di breve e medio termine che superano gli obiettivi di decarbonizzazione introdotti dal pacchetto "Fit for 55".

Protagonista di questi ambiziosi obiettivi è l'energia solare: "l'energia infinita del sole contribuirà a ridurre la nostra dipendenza dai combustibili fossili in tutti i settori della nostra economia, dal riscaldamento residenziale ai processi industriali".

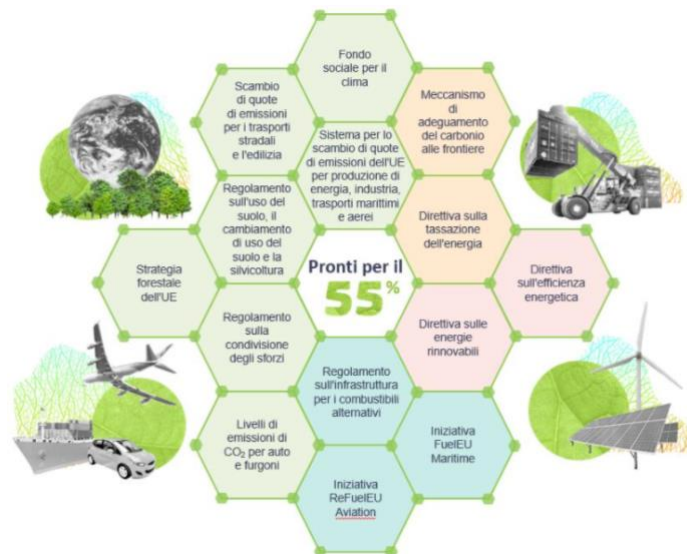


Figura 11. Strumenti necessari a ridurre in tempo le emissioni di almeno il 55% (fonte: <https://www.eur-lex.europa.eu>).

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>

Le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) e, tra queste, in particolare, il fotovoltaico, rivestono, dunque, ormai un ruolo chiave nella "transizione energetica" volta al contenimento del c.d. *Global Warming* e della necessaria progressiva decarbonizzazione del processo di produzione di energia.

Nonostante l'evidente e riconosciuta potenzialità, il quadro normativo è rimasto a lungo frammentario e talvolta discordante, ma finalmente gli sforzi compiuti nel 2022 stanno portando a una definizione condivisa e condivisibile di "Impianto agrivoltaico".

La diffusione di questa tipologia di impianti è stata infatti a lungo limitata dall'assenza di un sistema incentivante, ma il "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)", inserisce l'agrivoltaico (se in possesso di determinati requisiti) tra le produzioni di energia rinnovabile incentivabili e comincia a dare indicazioni rispetto alle caratteristiche che deve avere un progetto per essere definito "Agrivoltaico".

Il PNRR, infatti, nella sua versione definitiva trasmessa alla UE, prevede stanziamenti superiori al miliardo di euro per lo "Sviluppo Agrivoltaico" (e relativi monitoraggi) e una capacità produttiva di 2,43 GW. Proprio allo sviluppo dell'agrivoltaico viene dedicato il primo punto della missione Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile (M2C2) (Figura 12).



Figura 12. Componente M2C2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile".

A livello nazionale, volendo ripercorrere le tappe, già con (RED I) la **Direttiva 28/2009/CE**, recepita con il **D. Lgs. 28/2011**, l'Italia si era posta due obiettivi da soddisfare entro il 2020:

- raggiungere una quota dei consumi finali lordi di energia coperta da fonti rinnovabili almeno pari al 17% (overall target);
- raggiungere una quota dei consumi finali lordi di energia nel settore dei trasporti coperta da fonti rinnovabili almeno pari al 10%.

Nel **2012** in Italia era già stato avviato il percorso per la realizzazione della "**Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici**" SNACC, approvata a giugno 2015. Tale strategia trova attuazione nel PNACC (**Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici**) che dal **2020** si trova in fase di VAS. Tra le 21 azioni più rilevanti individuate dal Piano, l'EN021 incentiva la promozione delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica affinché si possa **ridurre l'uso di fonti di energia fossili**, al fine di ridurre la vulnerabilità del sistema energetico.

Attualmente in **Italia** la normativa di riferimento per gli impianti energetici da fonti rinnovabili (in particolar modo per l'agrivoltaico) è il D.lgs. 8/11/2021 n. 199 in attuazione della direttiva (RED II) 2001/2018/UE, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Il Decreto è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.285 del 30 novembre 2021, ed è in vigore dal 15 dicembre 2021. Si delinea finalmente lo sviluppo del settore fotovoltaico previsto per 10 anni a partire dal 15 dicembre 2021. Il provvedimento reca disposizioni

necessarie all'attuazione delle misure del PNRR in materia di energia da fonti rinnovabili, conformemente al PNIEC. All'articolo 3 inoltre viene indicato l'obiettivo minimo del 30% come quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo per tenere conto delle previsioni di cui al regolamento (UE) n. 2021/1119 che volge a stabilire come obiettivo vincolante per l'Unione europea la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55%.

Come riportato dal Servizio Studi Dipartimento Attività produttive della Camera dei Deputati (Camera dei Deputati, 2023), lo scorso 8 maggio 2023, il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica ha avviato una consultazione in vista della revisione del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima. Il 30 giugno il Ministero ha comunicato l'avvenuta trasmissione alla Commissione europea della proposta di aggiornamento del PNIEC che dovrebbe essere adottato entro giugno 2024. Nel comunicato stampa pubblicato dal Ministero si annuncia un obiettivo complessivo di copertura di consumi energetici da fonti rinnovabili al 40,5%, ripartito come indicato in Figura 13.

Obiettivi di copertura dei consumi da FER al 2030 per settore previsti dalla proposta di aggiornamento del PNIEC

SETTORE ELETTRICO	SETTORE RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO	SETTORE DEI TRASPORTI	IDROGENO DA FER SU TOTALE IDROGENO USATO DALL'INDUSTRIA
65%	37%	31%	42%

Figura 13. Obiettivi di copertura dei consumi da FER al 2030 per settore previsti dalla proposta di aggiornamento del PNIEC.

Il settore elettrico è quello in cui è più alta la penetrazione delle fonti rinnovabili e sono stati, quindi, posti i più ambiziosi obiettivi di copertura dei consumi finali lordi da fonti rinnovabili. Il PNIEC adottato nel 2019 indica un obiettivo al 2030 del 55%. Per tener conto dei più ambiziosi obiettivi previsti a livello europeo con il Green Deal e il pacchetto "Fit for 55", nelle more di una più ampia revisione del PNIEC, il Ministero della transizione ecologica ha adottato a marzo 2022 il Piano di transizione ecologica, che prevede, entro il 2030 un aumento della quota di energia elettrica da fonti elettriche rinnovabili al 72%. La proposta di aggiornamento del PNIEC indica un obiettivo del 65% (Figura 14).

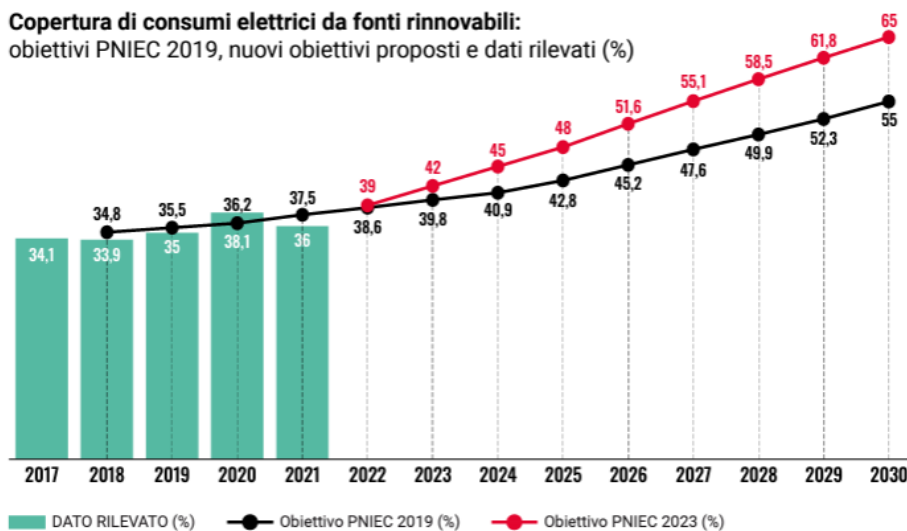


Figura 14. Copertura dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili in Italia.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 18 di 91

Alla luce di quanto esposto, è evidente quanto sia fondamentale per l'Italia sviluppare una rinnovata coscienza di sviluppo tecnico e progettuale, volta a una migliore integrazione dei progetti nel territorio, specie dei grandi impianti. De Santoli *et al.* (2019) ricordano infatti come l'aumento della realizzazione di impianti da FER deve necessariamente passare per una approfondita analisi del contesto territoriale e per un generalizzato aumento della consapevolezza collettiva (consumi energetici e approvvigionamenti, in *primis*), al fine di limitare le resistenze delle Comunità locali e tutelare le porzioni di territorio più sensibili o pregiate, soggette a vincolistica e/o restrizioni.

Anche gli **enti locali** sono coinvolti direttamente nella mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, soprattutto per quanto riguarda l'attuazione delle politiche nel campo dell'energia sostenibile. La maggior parte delle emissioni di CO₂ deriva dalle attività urbane ed è quindi dalle città stesse che devono essere adottate politiche e attuate misure che permettano all'UE di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. In questo contesto si inserisce il "Covenant of Mayors" (Patto dei sindaci) lanciato dalla Commissione Europea il 20 gennaio 2008 nell'ambito della seconda edizione della Settimana europea dell'energia sostenibile (EUSEW 2008), il principale movimento europeo che coinvolge le autorità locali.

L'obiettivo principale era quello di ridurre le emissioni di CO₂ di almeno il 20% e questo era da realizzare attraverso la redazione e l'approvazione di un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES). In questa prima fase le città sono indirizzate allo sviluppo di politiche di mitigazione. Il PAES include anche degli interventi relativi alla produzione locale di elettricità (energia fotovoltaica, eolica, cogenerazione, miglioramento della produzione locale di energia), generazione locale di riscaldamento/raffreddamento.

3.1. Linee guida in materia di impianti agrivoltaici - Mite

Le "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" (MiTE, 2022¹⁸) sono il frutto di un lavoro congiunto tra **CREA**¹⁹, **GSE**²⁰, **ENEA**²¹ ed **RSE**²²), coordinato dallo stesso MiTE, allo scopo di rappresentare un punto di riferimento per l'Agrivoltaico in Italia, non solo per poter definire cosa renda un impianto, che usa la tecnologia fotovoltaica, "agrivoltaico", ma anche per identificare elementi concreti e quantificabili che consentano di distinguere tra diversi tipi di impianti agrivoltaici, identificando tra questi quali possano/potranno o meno accedere ai contributi statali e del PNRR.

Questo documento chiarisce e definisce le **caratteristiche minime ed i requisiti** da soddisfare affinché un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola possa essere definito "**agrivoltaico**":

- **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 D:** per quanto concerne 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;

Nello stesso documento vengono, inoltre, descritti i **requisiti "plus"** che un impianto deve soddisfare per essere definito "**impianto agrivoltaico avanzato**", diventando meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche, come stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinqies del DL n. 1/2012, nonché quelli per l'accesso ai contributi del PNRR (esclusi quelli ulteriori soggettivi o tecnici, premiali e di priorità che potranno essere definiti successivamente):

- **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:** l'azienda deve essere dotata di un adeguato sistema di monitoraggio che consenta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico anche in termini di risparmio idrico;
- **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.

Tali Linee Guida rappresentano in Italia ad oggi, il riferimento non solo per poter definire cosa renda un impianto che usa la tecnologia fotovoltaica "agrivoltaico", ma anche per identificare elementi concreti e quantificabili che consentano di distinguere tra diversi tipi di impianti agrivoltaici, distinguendo tra questi quali possano/potranno o meno accedere ai contributi statali e del PNRR.

¹⁸ https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impanti_agrivoltaici.pdf

¹⁹ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

²⁰ Gestore dei servizi energetici S.p.A

²¹ Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

²² Ricerca sul sistema energetico S.p.A

Entrando nel dettaglio dei requisiti minimi che un progetto "agrivoltaico" come quello proposto deve possedere per essere definito tale si identificano:

- **A.1 Superficie minima coltivata:** la superficie necessaria a garantire il prosieguo dell'attività agricola non deve essere inferiore al 70% della superficie totale dell'area oggetto di intervento;
- **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio):** il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico deve essere non superiore al 40%;
- **B.1.a Esistenza e resa della coltivazione:** bisogna accertare la destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, valutando e confrontando il valore della produzione agricola media ante intervento con quello della produzione agricola ipotizzata per il sistema agrivoltaico, ad esempio esprimendola in €/ha o €/UBA.
- **B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo:** garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo dello stato di fatto o l'eventuale passaggio ad uno dal valore economico più elevato. Andrebbero mantenute comunque le produzioni DOP e IGP;
- **B.2 Producibilità elettrica minima:** garantire che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non sia inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard idealmente realizzato sulla stessa area;
- **D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola:** monitorare attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo - con cadenza stabilita - l'esistenza e la resa della coltivazione, nonché il mantenimento dell'indirizzo produttivo proposto.

Come anticipato, le Linee Guida forniscono non solo le definizioni, ma anche gli elementi e i concetti necessari per definire le componenti del sistema che possono essere utilizzate per la verifica della conformità di un impianto al concetto di *agrivoltaico* quali:

- **"Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}):** somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)". Tale superficie è riferibile alla somma di tutte le superfici dei moduli fotovoltaici proiettate ortogonalmente al terreno.
- **"Superficie di un sistema agrivoltaico (S_{tot}):** area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico." Tale superficie è riferibile alla superficie delle singole tessere che vanno a comporre la totalità del Sistema Agrivoltaico proposto.

Il MiTE introduce anche il concetto di **tessera** (Figura 15), che nel presente lavoro è stata considerata come un gruppo di pannelli con caratteristiche omogenee (i.e. una strada interna che cambia il pitch divide l'impianto in due tessere) che vanno a comporre la totalità del Sistema Agrivoltaico, e sottolinea che i requisiti minimi devono essere soddisfatti distintamente da ciascuna tessera.



Figura 15. Rappresentazione di un sistema agrivoltaico a unica tessera e a insieme di tessere (Mite,2022).

Le Linee Guida sopracitate definiscono il sistema agrivoltaico come “un “pattern spaziale tridimensionale”, composto dall’impianto agrivoltaico, e segnatamente, dai moduli fotovoltaici e dallo spazio libero tra e sotto i moduli fotovoltaici, montati in assetti e strutture che assecondino la funzione agricola, o eventuale altre funzioni aggiuntive”. Il pattern fotovoltaico è infatti caratterizzato da **porosità**, definita come il rapporto tra l’area totale di installazione e l’area occupata dai moduli: lo spazio nel quale il pattern fotovoltaico è organizzato è quindi una sorta di spazio “vuoto” definito “**spazio poro**”.

Nello specifico caso di un impianto Agrivoltaico (impianto in cui coesistono elementi agricoli – coltivazione – ed elementi tecnologici finalizzati alla produzione di energia – fotovoltaico), il concetto di spazio poro viene definito come lo “*spazio dedicato all’attività agricola, caratterizzato dal volume costituito dalla superficie occupata dall’impianto agrivoltaico (superficie maggiore tra quella individuata dalla proiezione ortogonale sul piano di campagna del profilo esterno di massimo ingombro dei moduli fotovoltaici e quella che contiene la totalità delle strutture di supporto) e dall’altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo*” (MiTE,2022).

Un sistema agrivoltaico quindi, oltre a creare un connubio virtuoso tra produzione di energia elettrica e agricola, risulta avere le potenzialità per poter garantire un migliore inserimento paesaggistico rispetto ad un impianto fotovoltaico di tipo tradizionale.

Quanto definito dal MiTE rappresenta pre-condizione preziosissima per definire o meno la possibilità di accesso ai contributi del PNRR, “fermo restando che, nell’ambito dell’attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico”, come previsto dall’articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità”.

4. L'agricoltura in Puglia

La Puglia, grazie ai terreni fertili e al peculiare clima mediterraneo, caratterizzato da inverni miti ed estati calde e soleggiate, è ideale per la coltivazione di una vasta gamma di prodotti agricoli, contribuendo all'approvvigionamento di prodotti alimentari freschi e di alta qualità, sia per il mercato nazionale sia per quello internazionale.

L'agricoltura in Puglia rappresenta un pilastro fondamentale dell'economia regionale, infatti, costituisce il 4,2% del valore aggiunto dell'economia, puntando molto sulla diversificazione colturale e sul comparto biologico.

Una delle colture più iconiche della Puglia è l'olivo, infatti, la regione è uno dei principali produttori di olio d'oliva in Italia e nel mondo. Cultivar come la "Coratina", la "Ogliarola Salentina", la "Cellina di Nardò" e la "Peranzana" sono coltivate per produrre olio d'oliva extravergine di alta qualità, ingrediente essenziale nella cucina pugliese e un'eccellenza riconosciuta a livello globale.

Oltre all'olio d'oliva, la Puglia è rinomata per la sua produzione vinicola: vigneti pugliesi si estendono su colline e pianure, creando paesaggi caratteristici e producendo vini rossi robusti e vini bianchi freschi e aromatici.

Vitigni autoctoni come il "Primitivo" e il "Negroamaro" sono coltivati per ottenere vini di prestigio, spesso esportati in tutto il mondo. La Puglia è anche un'importante areale di coltivazione di grano, ortaggi, agrumi e pomodori.

L'agricoltura pugliese è stata modernizzata negli ultimi decenni, con un focus crescente sulla sostenibilità e la tecnologia agricola avanzata. L'uso di tecniche innovative, l'irrigazione efficiente e la diversificazione delle colture stanno contribuendo a migliorare la resa e la qualità dei prodotti agricoli, nonché a ridurre l'impatto ambientale.

Inoltre, la Puglia è caratterizzata da una grande varietà di paesaggi agricoli, dalla pianura del Tavoliere alle colline dell'entroterra, dalle coste del Mar Adriatico a quelle del Mar Ionio. Questa diversità geografica e climatica consente la coltivazione di prodotti agricoli diversificati, contribuendo a preservare la ricchezza della tradizione agricola.

4.1. Superfici, coltivazioni ed altre attività agricole

La Regione Puglia ha un'estensione totale di ha 1.954.050, di cui poco più del 65%, ovvero, **ha 1.288.21** rappresentata dalla **SAU** (superficie agricola utilizzata), contro il 42% della media italiana. Tali superfici rappresentano rispettivamente il 6,5% e l'8% del totale nazionale (CREA, 2023). Con queste superfici la Puglia è la seconda regione, dopo la Sicilia, per superfici coltivate.

Come deducibile dagli indicatori ambientali della Puglia²³, negli ultimi 20 anni è stato registrato un significativo incremento della SAU (+10,1% rispetto al 2010; +13,5% rispetto al 2000), a fronte del lieve decremento rilevabile rispetto al 1990 (-2,6%).²⁴

L'ISTAT ha censito **48.248 aziende agricole** presenti sul territorio regionale, le quali rappresentavano il 12% del totale nazionale (secondo posto dopo la Sicilia).

In termini percentuali (Figura 16), il 50% della SAU è coltivata ad **erbacee**, quali cereali, legumi, ortive e foraggere avvicendate (tra le più rappresentative: frumento duro, circa ha 343.500 - avena, circa ha 24.500 - orzo, circa ha 22.500), per il 35% a **specie legnose agrarie** (olivicoltura da olio, ha circa 370.000 - viticoltura da vino, circa ha 89.000 - cerasicoltura e mandorlicoltura, circa ha 18.000; la restante parte del 15% è destinata ai **prati permanenti e ai pascoli**, che contribuiscono a soddisfare il fabbisogno alimentare del comparto zootecnico regionale.²⁵

²³ https://www.arpa.puglia.it/pagina3151_aziende-agricole-e-superficie-agricola-utilizzata-sau.html

²⁴ https://www.arpa.puglia.it/pagina3151_aziende-agricole-e-superficie-agricola-utilizzata-sau.html

²⁵ <https://www.istat.it/storage/7-Censimento-agricoltura-Infografiche/1.pdf>

Superficie investita per principali coltivazioni (000 ha), 2021 - Puglia

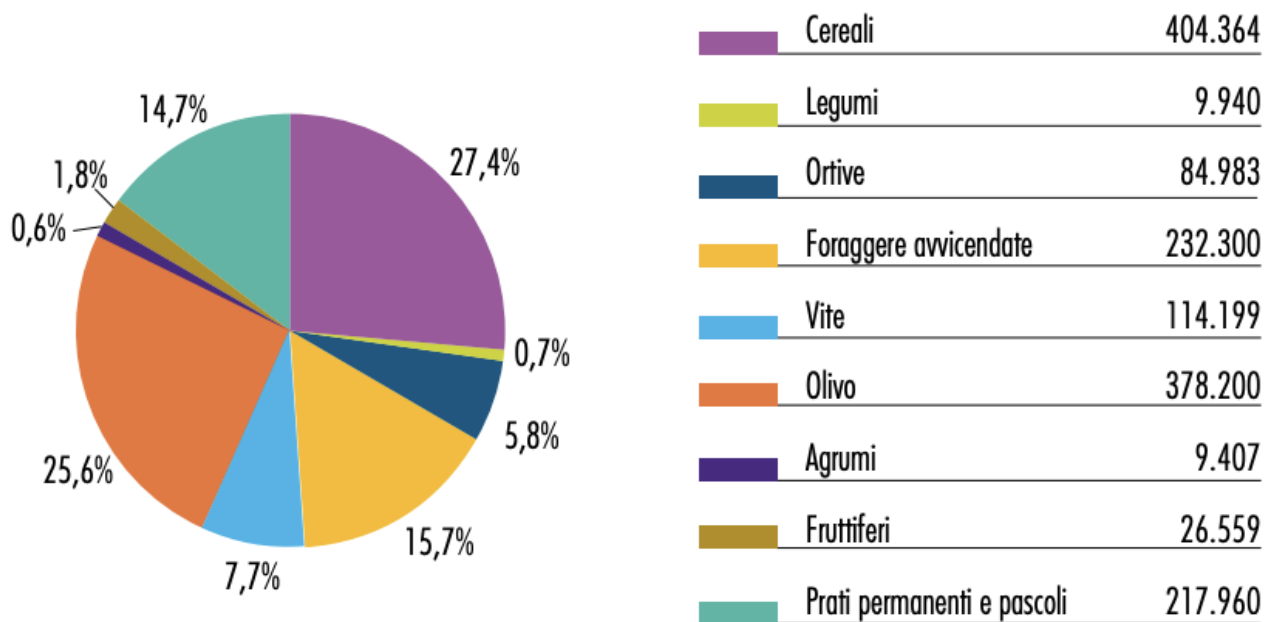


Figura 16. Ripartizione (%) delle coltivazioni nel suolo agricolo pugliese. (CREA, 2023).

Per quanto concerne l'**attività zootecnica**, il comparto regionale mostra una varietà nella consistenza del bestiame, sia in termini di numerosità di capi di bestiame sia di specie animali, consistente in circa 197.000 capi tra bovini e bufalini, circa 250.000 capi per le specie ovine e caprine e circa 24.000 capi per le specie suine.

4.2. Prodotti di qualità

Secondo le rilevazioni del Sistema d'informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica (SINAB) (Figura 17) la Puglia è regione che detiene il secondo posto nella classifica nazionale - dopo la Sicilia - nell'ambito della conduzione in regime biologico. La SAU vocata a questa tipologia di agricoltura ammonta a quasi ettari 320.829, impiegando oltre 11.400 unità operative in aziende di estensione media di ettari 32.

Distribuzione territoriale delle superfici biologiche in Italia
Anno 2022
Valori in ettari



Figura 17. Distribuzione regionale delle superfici (ha) condotte in biologico in Italia ANNO 2022. Focus sull'utilizzo delle superfici regionali (ha) (SINAB, 2023).

TOTALE AL 31/12/2022	320.829
Cereali	63.463
Colture proteiche, leguminose da granella	11.804
Piante da radice	95
Colture industriali	3.569
Colture foraggere	27.966
Altre colture da seminativi	19.581
Ortaggi*	12.650
Frutta**	7.924
Frutta a guscio	9.385
Agrumi	2.090
Vite	19.372
Olivo	88.652
Altre colture permanenti	2.260
Prati e pascoli (escluso il pascolo magro)	18.851
Pascolo magro	21.463
Terreno a riposo	11.704

*Agli ortaggi sono accorpate le voci "fragole" e "funghi coltivati"

**Alla frutta è accoppiata la voce "piccoli frutti"

Stando a quanto riportato nel "Rapporto Ismea-Qualivita 2023 sulla Dop economy italiana" (ISMEA,2023) la Regione vanta dati significativi in valore relativi al comparto delle produzioni agro-alimentari certificate DOP e IGP: si contano **60 prodotti DOP, IGP** (comparto vino 38 filiere e comparto cibo 22 filiere). È la nona regione in assoluto per valore delle filiere DOP IGP e la quinta per il settore del vino (Figura 18). Tra i più rinomati ricordiamo per il comparto oli e grassi l'olio "Terra d'Otranto" e "Terra di Bari" (DOP) e "Olio di Puglia" (IGP); per il comparto formaggi si menziona la "Mozzarella di Gioia del Colle" (DOP) e la "Burrata di Andria" (IGP); per il comparto delle produzioni orto-frutticole spicca la "Patata Novella di Galatina" (DOP) ed il "Carciofo Brindisino" (IGP).

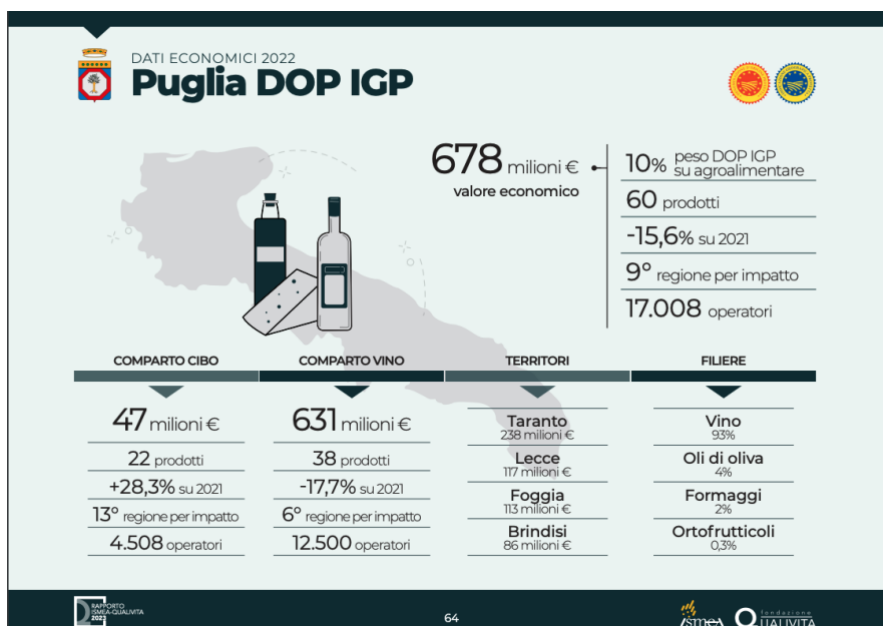


Figura 18. Dati economici regione Puglia DOP; IGP. (ISMEA, 2023).

4.3. Andamento economico delle colture in progetto

In occasione della programmazione economica e finanziaria della Regione Puglia è emersa l'esigenza di **rinnovare il settore cerealicolo per diminuire la dipendenza dall'estero**, soprattutto se si considera il delicato momento storico. Le priorità emerse sono l'aumento di resa della produzione, accompagnato da una riduzione degli interventi, senza aumentare l'input energetico e la somministrazione di fertilizzanti (Consiglio Regionale della Puglia).

A gravare ulteriormente sulla situazione vi è l'emergenza climatica, infatti, la siccità sta abbattendo la produzione di grano in tutta la nazione: si registrano contrazioni delle produzioni di grano tenero e duro da un minimo del 10% ad un massimo del 30%; a livello regionale, nel 2021, le produzioni hanno subito un calo stimato mediamente del 45% (Coldiretti Puglia).

Considerando le colture foraggere, sempre a causa dei fenomeni da ricondurre ai cambiamenti climatici (forti ondate di calore; alluvioni; ecc.) le rese nazionali hanno registrato una notevole riduzione, nel 2021, pari al 35%, con picchi del 70/80% per una perdita economica di oltre 13,5 milioni di euro. Secondo quanto riportato dal presidente AIFE (Filiera Italiana Foraggi) l'annata 2021 deve essere archiviata come una delle più complicate proprio a causa delle conseguenze imposte dai cambiamenti climatici.

Concentrandosi sul **settore orticolo** esso rappresenta un comparto fondamentale dell'agricoltura pugliese e assicura alla regione il podio a livello nazionale per produzione di ortaggi (Figura 19).

Ad inizio 2023 in Puglia è stato sottoscritto il primo **patto etico della filiera ortofrutticola** che garantirà **prezzi base non inferiori ai costi di produzione**²⁶, ciò permetterà di tutelare e garantirà la sostenibilità economica di uno dei più importanti settori produttivi agroalimentari della regione.

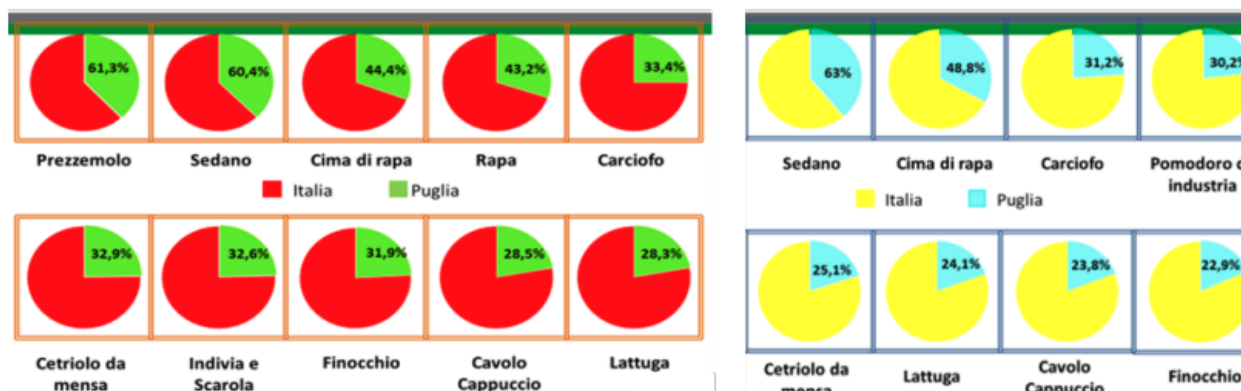


Figura 19. Incidenza della superficie coltivata e della produzione in Puglia rispetto al totale nazionale. Fonte: <https://www.itsagroalimentarepuglia.it/wp-content/uploads/9.-filiera-orticola.pdf>

4.4. Incentivi e sostegno all'agricoltura regionale

Il 2023 rappresenterà il primo anno per la nuova PAC 2023-2027, che prevede l'elaborazione, da parte di ciascuno Stato membro, di un Piano Strategico Nazionale della Pac (di seguito **PSP** o **PSN**) in cui confluiranno i finanziamenti per il **sostegno al reddito (Pagamenti diretti -PD- I Pilastro)**, lo **sviluppo rurale (SR)** e le **misure di mercato (II Pilastro)**. Il PSP, dunque, rappresenta una vera e propria sfida per il sistema Paese, in quanto per la prima volta **vengono raccolti in un unico documento di programmazione tutti gli strumenti della PAC**, rafforzando la coerenza degli interventi messi in atto.

Le azioni programmate a livello comunitario concorrono al raggiungimento dei **3 obiettivi generali articolandosi nei 9 obiettivi specifici (OS)** dettagliati in Figura 20. completati e interconnessi all'obiettivo

²⁶ <https://press.regione.puglia.it/-/ortofrutta-regione-imprese-e-grande-distribuzione-sigliano-il-primo-patto-etico-di-filiera%C2%A0>

trasversale di modernizzare il settore agricolo tramite la promozione e la condivisione di conoscenza, innovazione e digitalizzazione in agricoltura e nelle zone rurali.

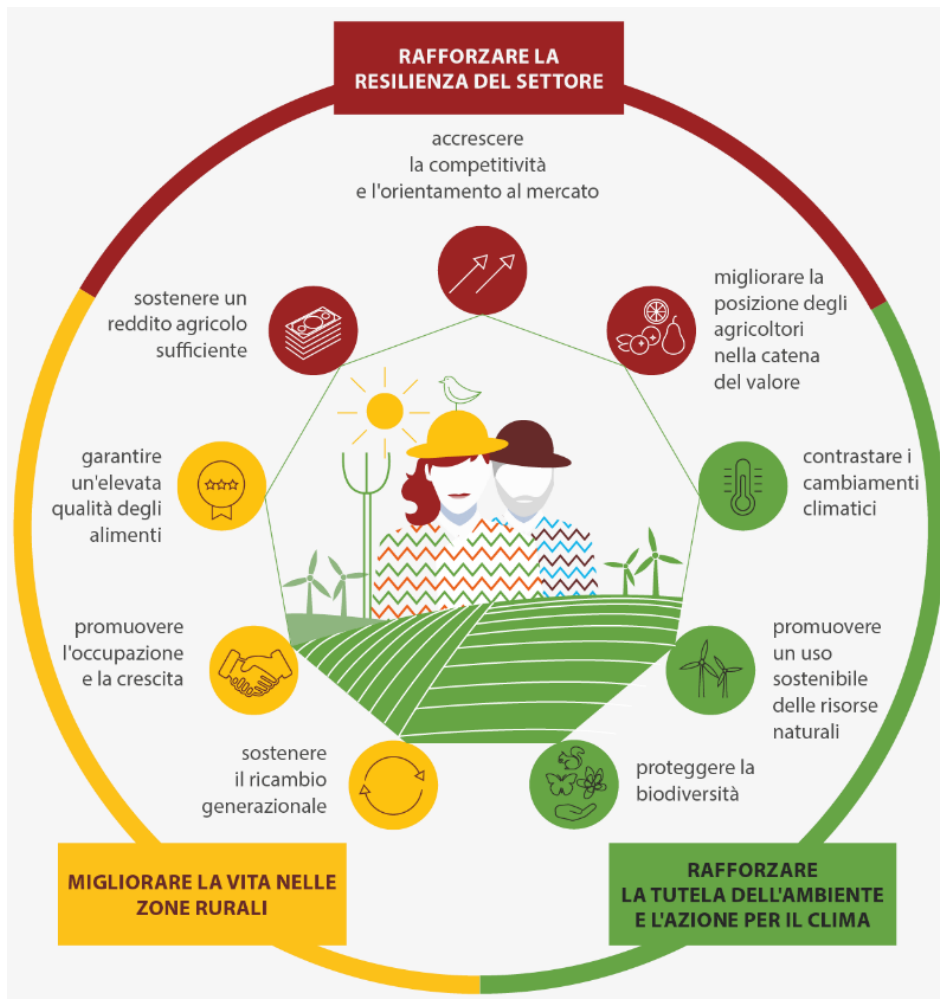


Figura 20. I 3 obiettivi generali della PAC (nei riquadri colorati) e 9 obiettivi specifici della strategia unitaria PAC.
Fonte: <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/cap-reform-objectives/>

La nuova **Politica Agricola Comune** ha inserito a pieno titolo, tra i propri obiettivi specifici, il contributo alla mitigazione e adattamento al cambiamento climatico e alla tutela della qualità dell'aria, delle risorse naturali e di protezione del suolo, delineando, nella propria ossatura una **nuova "architettura verde"**, quale **strumento funzionale per il raggiungimento degli obiettivi climatico-ambientali che devono essere conseguiti a livello di Stato Membro**. Tale architettura si articola in particolare su 3 componenti: condizionalità rafforzata e eco-schemi per i pagamenti diretti e specifici interventi per lo sviluppo rurale (SR) declinati a livello regionale (PSP,2022).

Tutti i pagamenti diretti e i pagamenti annuali sono subordinati a un **nuovo sistema di condizionalità rafforzata**²⁷. Per affrontare le **sfide in materia di clima, protezione e gestione delle acque, qualità del suolo e biodiversità** la nuova PAC inserisce particolari Criteri di Gestione Obbligatorie (CGO) stabiliti da un elenco di atti giuridici vigenti nell'UE e norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali (9 BCAA, due in più rispetto alla precedente normativa), che includono anche i criteri previsti per il greening (Figura 21).

²⁷ Il nuovo sistema di condizionalità subordina l'ottenimento completo del sostegno al rispetto di una serie di norme che comprendono un elenco di criteri di gestione obbligatorie (CGO) e di norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA);

Zone	Tema Principale	Requisiti e norme	
Clima e ambiente	Cambiamenti climatici	BCAA 1	Mantenimento dei prati permanenti
		BCAA 2	Protezione di zone umide e torbiere
		BCAA 3	Divieto di bruciare le stoppie, se non per motivi di salute delle piante
	Acqua	CGO 1	Direttiva 2000/60/CE - che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque
		CGO 2	Direttiva 91/676/CEE - protezione delle acque (...) dai nitrati provenienti da fonti agricole
		BCAA 4	Introduzione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua
	Suolo	BCAA 5	Gestione della lavorazione del terreno per ridurre i rischi di degrado ed erosione del suolo
		BCAA 6	Copertura minima del suolo per evitare di lasciare nudo il suolo nei periodi più sensibili
		BCAA 7	Rotazione delle colture nei seminativi, ad eccezione delle colture sommerse
	Biodiversità e paesaggio	CGO 3	Direttiva 2009/147/CE - concernente la conservazione degli uccelli selvatici
		CGO 4	Direttiva 92/43/CEE - relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali
BCAA 8		Percentuale minima della superficie agricola destinata a superfici o elementi non produttivi. Mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio Divieto di potare le siepi e gli alberi nella stagione della riproduzione e della nidificazione degli uccelli	
BCAA 9		Divieto di conversione o aratura dei prati permanenti indicati come prati permanenti sensibili sotto il profilo ambientale nei siti di Natura 2000	
Salute pubblica e salute delle piante	Sicurezza alimentare	CGO 5	Regolamento (CE) n. 178/2002 - i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare
		CGO 6	Direttiva 96/22/CE - divieto di utilizzazione di talune sostanze ad azione omonica
	Prodotti fitosanitari	CGO 7	Regolamento (CE) n. 1107/2009 - relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari
Benessere degli animali	Benessere degli animali	CGO 8	Direttiva 2009/128/CE - quadro (...) ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi
		CGO 9	Direttiva 2008/119/CE - norme minime per la protezione dei vitelli
		CGO 10	Direttiva 2008/120/CEE - norme minime per la protezione dei suini
		CGO 11	Direttiva 98/58/CE - protezione degli animali negli allevamenti

Figura 21. Le 20 regole (riportate in forma sintetica) di Condizionalità rafforzata 2023 2027: 11 CGO e 9 BCAA

La condizionalità, in particolare, mantiene il suo ruolo di principale strumento operativo per raggiungere gli obiettivi di gestione agronomica e ambientale dei terreni delle aziende, di benessere degli animali e di sicurezza alimentare, ma si “rafforza”, anche attraverso l’introduzione di nuove norme (BCAA 2 e BCAA7) e l’ingresso in condizionalità di parte del greening (BCAA 1, BCAA 8, BCAA 9), nel compito di definire degli impegni di base che siano adeguati a perseguire gli obiettivi ambientali specifici della PAC.

Al fine di offrire agli agricoltori la possibilità di assumere impegni più ambiziosi in termini di ambiente, clima e benessere animale, la nuova PAC obbliga ogni Stato membro a dotarsi di schemi volontari per il clima e l’ambiente (**eco-schemi**), strettamente correlati e integrati con la condizionalità rafforzata.

Gli eco-schemi hanno una finalità ambientale, in linea con la Strategia *From Farm to Fork*, infatti, si rivolgono **agli agricoltori che decideranno di osservare pratiche agricole necessarie per sostenere la transizione ecologica** del settore agricolo.

Con decisione del **2 dicembre 2022**, la Commissione europea ha approvato il **Piano Strategico della PAC 2023-2027 dell’Italia** (a cui seguiranno i **complementi regionali dello sviluppo rurale - CSR²⁸**) e secondo le scelte nazionali gli eco-schemi rivolgono alla **zootecnia**, alle **colture arboree**, agli **oliveti paesaggistici**, ai **sistemi foraggeri estensivi** e agli **impollinatori**, con pagamenti e impegni specifici (Figura 22). Gli agricoltori che possiedono i requisiti e rispettano i relativi impegni possono cumulare il pagamento di più eco-schemi, eccetto per quanto riguarda l’Eco 2 e l’Eco 5 relativo alle arboree che non sono cumulabili tra loro.

²⁸ i CSR sono elaborati dalle Regioni per fornire gli elementi strategici e di contesto regionali e le indicazioni operative per quanto riguarda gli interventi di sviluppo rurale, precedentemente inseriti nei PSR (RRN,2022)

ECO 1	ECO 2	ECO 3	ECO 4	ECO 5
ZOOTECNICO	COLTURE ARBOREE	OLIVETI AD ALTO VALORE PAESAGGISTICO	SISTEMI FORAGGERI ESTENSIVI	MISURE SPECIALI PER GLI IMPOLLINATORI
363,3 milioni di €	155,6 milioni di €	150,3 milioni di €	162,9 milioni di €	43,4 milioni di €
41,50%	17,80%	17,20%	18,60%	5%
Livello 1 Tra 24 € (suini) e 66 € (bovini da latte)	Stima 120 €/ha	Stima 220 €/ha	Stima 40-110 €/ha	Arborea 250€/ha (plafond 10 mln/€) Seminativi 500 €/ha (plafond 33,4 mln/€)
Livello 2 Sqriba (fino a 300 €)	Superfici occupate da colture permanenti (legnose agrarie) e altre specie arboree permanenti a rotazione rapida	Superfici di particolare valore paesaggistico (max 300 piante/ha, elevabile dalla Regione a 400 piante/ha)	Avvicendamento almeno biennale con esclusione o riduzione dell'uso di fitofarmaci e di diserbanti di sintesi	Copertura dedicata a piante di interesse apistico (nettariifere e pollinifere) spontanee o seminate

Figura 22. Sintesi dei contenuti degli ecoschemi. Fonte : <https://terraevita.edagricole.it/pac-e-psr/eco-schemi-le-scelte-dellitalia>

Limitatamente alla regione di interesse per il presente progetto, la **Puglia**, con seduta della *Giunta del 5 dicembre 2022*, con *DGR n. 1178*, ha approvato il **Complemento regionale per lo Sviluppo Rurale (CSR)**, relativo al Piano strategico della PAC 2023-2027 della Regione.

L'**agricoltura pugliese** mira a una **maggiore resilienza** non trascurando l'**innovazione**, la **tutela della qualità** e della **salute del consumatore**, il sostegno concreto al settore, vittima della crisi energetica in atto e interessato dagli effetti del **cambiamento climatico** e dalle ripercussioni della pandemia.

A tal fine sono 4 le macro aree di intervento verso le quali si concentrano le risorse assegnate alla Puglia nella programmazione 2023/2027²⁹:

- promuovere un settore agricolo smart, resiliente e diversificato che garantisca la sicurezza alimentare per cui sono stanziati **oltre 371 milioni** di euro di cui 96% è costituito da investimenti, mentre il restante 4% è assegnato ad interventi compensativi degli svantaggi naturali;
- tutelare l'ambiente e contribuire agli obiettivi ambientali e climatici dell'Unione, per questa viene assorbita, in termini relativi, la quota più rilevante di risorse del Piano regionale della PAC, con circa il 46% delle risorse pubbliche, pari a più di **540 milioni di euro**, la gran parte dei quali (96%) è attribuita agli interventi che prevedono impegni climatico-ambientali e altri impegni di gestione, mentre, il restante 4% è caratterizzato da investimenti con finalità ambientale;
- rafforzare il tessuto socioeconomico delle aree rurali, a cui risulta assegnato il 17% della spesa pubblica totale del CSR, per un ammontare complessivo di **202 milioni di euro**. Circa il 60% di tali risorse è assegnato all'IC Leader che assume un peso relativo di poco superiore al 10% della spesa pubblica complessiva del Piano; seguono in termini di importanza relativa decrescente l'insediamento dei giovani agricoltori 25% delle risorse, gli investimenti 15% e, infine, gli interventi di cooperazione in ambito rurale;
- obiettivo trasversale AKIS, funzionale alla promozione e condivisione della conoscenza, dell'innovazione e della digitalizzazione in agricoltura e nelle aree rurali e all'incoraggiamento della loro diffusione, a cui risulta assegnata una dotazione finanziaria di **31,8 milioni di euro**, pari a circa il 2,7% delle risorse pubbliche totali del CSR.

Di seguito si citano gli impegni agro-ambientali di interesse rispetto alle tecniche agronomiche proposte nel presente progetto (Figura 23) che la regione ha deciso di attivare:

ACA1 - Produzione integrata: l'intervento prevede un sostegno per ettaro di SAU a favore degli agricoltori o delle associazioni di agricoltori che si impegnano ad adottare le disposizioni tecniche indicate nei Disciplinari di Produzione Integrata (DPI) stabiliti per la fase di coltivazione, aderendo al SQNPI.

²⁹ <https://press.regione.puglia.it/-/sviluppo-rurale-2023-2027-approvato-il-complemento-di-programmazione-alla-puglia-pi%C3%B9-di-1-2-mlrd-di-euro-per-sostenere-l-agricoltura-pugliese%C2%A0>

ACA3 - Tecniche di lavorazione ridotta dei suoli: l'intervento è volto a migliorare le performance ambientali, pertanto, è possibile combinare gli impegni previsti dal pagamento ACA3 con quelli di alcuni altri interventi agro-climatico-ambientali. L'ACA3 si articola in due azioni (impegni di base):

- adozione di tecniche di semina su sodo / No tillage (NT);
- adozione di tecniche di minima lavorazione / Minimum tillage (MT) e/o di tecniche di lavorazione a bande / strip tillage.

ACA24 - Pratiche agricoltura di precisione. L'intervento prevede un sostegno annuale per ettaro a favore dei beneficiari che si impegnano ad adottare almeno una pratica di agricoltura di precisione; ha come obiettivo la riduzione degli input chimici e idrici. L'intervento è applicabile su tutto il territorio nazionale e a tutte le tipologie colturali per le quali sono disponibili servizi digitali di supporto e DSS.

SRA01 – ACA 1 – PRODUZIONE INTEGRATA		SRA03 – ACA 3 – TECNICHE LAVORAZIONE RIDOTTA DEI SUOLI	
Descrizione dell'ambito di applicazione territoriale	L'intervento può essere attivato su tutto il territorio regionale.	Descrizione dell'ambito di applicazione territoriale	L'intervento può essere attivato su tutto il territorio regionale.
Finalità e descrizione generale	L'intervento "Produzione Integrata" prevede un sostegno per ettaro di SAU a favore dei beneficiari che si impegnano ad aderire al Sistema di Qualità Nazionale Produzione Integrata (SQNPI) e mantenere tale requisito per l'intero periodo di impegno.	Finalità e descrizione generale	L'intervento prevede un sostegno per ettaro di SAU a favore dei beneficiari che si impegnano ad adottare sulle superfici a seminativo una delle seguenti azioni: • Azione 3.1 Adozione di tecniche di Semina su sodo / No tillage (NT); • Azione 3.2 Adozione di tecniche di Minima Lavorazione / Minimum tillage (MT) e/o di tecniche di Lavorazione a bande / strip tillage. L'intervento risponde all'esigenza di favorire la conservazione del suolo.
Collegamento con altri interventi	ACA 3 - Tecniche lavorazione ridotta dei suoli, ACA 4 - Apporto di sostanza organica nei suoli, ACA 15 - Agricoltori custodi dell'agrodiversità, ACA 24 - Pratiche agricoltura precisione	Collegamento con altri interventi	ACA 1 - Produzione Integrata, ACA 15 - Agricoltori custodi dell'agrodiversità, ACA 24 - Pratiche agricoltura precisione
Principali Criteri di ammissibilità dei beneficiari	C01 Agricoltori singoli o associati; C02 Enti pubblici gestori di aziende agricole. C03 Altri gestori del territorio.	Principali Criteri di ammissibilità dei beneficiari	C01 Agricoltori singoli o associati; C02 Enti pubblici gestori di aziende agricole; C03 Soggetti collettivi nell'ambito dell'intervento di cooperazione, formati da soggetti che rientrano nei criteri C01 e C02.
Dotazione finanziaria intervento	50,00 Meuro, di cui quota FEASR 25,250 Meuro	Dotazione finanziaria intervento	20,00 Meuro, di cui quota FEASR 10,100Meuro
Previsione pubblicazione Avviso pubblico	2023	Previsione pubblicazione Avviso pubblico	2023
INT. SRA01 Importo unitario previsto	Pagamento per ettaro su superficie agricola soggetta ad impegni di produzione integrata: TARGET 29.400 ettari L'intervento prevede un periodo di impegno di durata pari a cinque anni. La singola annualità dell'impegno è riferita all'anno solare (01/01-31/12). Unit Amount €/ettaro/anno: SRA01 - PUG.01. Agrumi, Vite e Fruttiferi - 292,8 € SRA01 - PUG.03. Olivo - 355,00 € SRA01 - PUG.05. Cereali - 88,00 € SRA01 - PUG.06. Ortive - 390,00 €	INT. SRA03 Importo unitario previsto	Pagamento per superficie agricola sottoposta ad impegni per tecniche di lavorazione ridotta dei suoli: TARGET 19.500 ettari. L'intervento prevede un periodo di impegno di durata pari a cinque anni. La singola annualità dell'impegno è riferita all'anno solare (01/01-31/12). Unit Amount €/ettaro/anno: SRA03.1 - Semina su Sodo - 214,00 €; SRA03.02 - Minima Lavorazione - 208,00 €

SRA24 – ACA 24 – PRATICHE AGRICOLTURA DI PRECISIONE	
Descrizione dell'ambito di applicazione territoriale	L'intervento può essere attivato su tutto il territorio regionale.
Finalità e descrizione generale	L'intervento prevede un sostegno annuale per ettaro a favore dei beneficiari che si impegnano ad adottare almeno una pratica di agricoltura di precisione. L'intervento si compone di 3 azioni che possono essere assunte anche contemporaneamente sulla stessa superficie: Azione.1 – Adozione di tecniche di precisione - Fertilizzazioni Azione.2 - Adozione di tecniche di precisione - Trattamenti fitosanitari Azione.3 - Adozione di tecniche di precisione - Irrigazione
Collegamento con altri interventi	ACA 1 - Produzione Integrata, ACA 3 - Lavorazione ridotta dei suoli, ACA 4 - Apporto di sostanza organica
Principali Criteri di ammissibilità dei beneficiari	C01 Agricoltori singoli o associati; C02 Enti Pubblici gestori di Aziende Agricole; C04 Superficie minima oggetto di intervento: 1 Ha C05 Gruppi colturali: colture erbacee, arboree e orticole
Dotazione finanziaria intervento	10,0 Meuro, di cui quota FEASR 5,05 Meuro
Previsione pubblicazione Avviso pubblico	2023
INT.SRA24 Importo unitario previsto	Pagamento per superficie TARGET 17.500 ettari L'intervento prevede un periodo di impegno di durata pari a cinque anni. La singola annualità dell'impegno è riferita all'anno solare (01/01-31/12). Unit Amount €/ettaro/anno: PUG.01 – Fertilizzazione MEDIO € 225,00 - MAX € 292,00 PUG.02 - Trattamenti Antiparassitari MEDIO € 310,00 - MAX € 411,00 PUG.03 – Irrigazione MEDIO € 295,00 - MAX € 467,00

Figura 23. Impegni agro-ambientali attivati dalla Regione Puglia di interesse rispetto alle tecniche agronomiche proposte nel presente progetto.³⁰

³⁰ <https://terraevita.edagricole.it/wp-content/uploads/sites/11/2022/11/La-Regione-Puglia-e-il-Piano-Strategico-Nazionale-della-PAC-2023-2027.pdf>

5. Inquadramento dell’area di intervento

L’area identificata per l’installazione dell’impianto è localizzata in agro del Comune di Nardò, in provincia di Lecce. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, con perpetuazione dell’uso agricolo delle superfici (tipologia “*agrivoltaico*”), la cui localizzazione spaziale si evince dalla Figura 24 (coord. 40°14'8.54"N, 17°58'40.67"E).

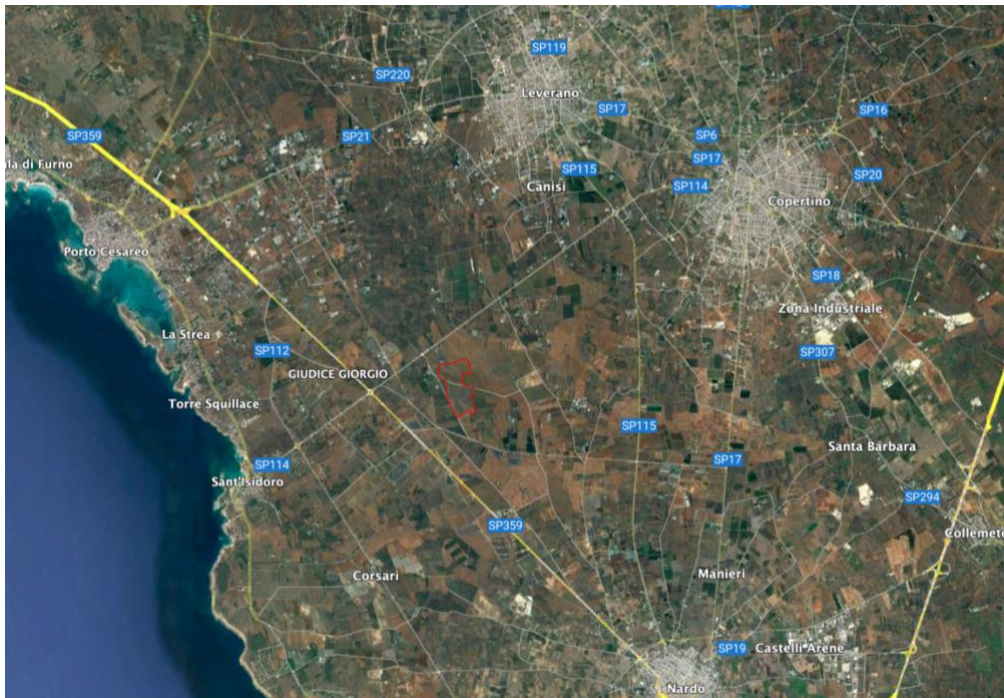


Figura 24. Localizzazione dell’area di intervento su foto satellitare (scala sovralocale) (Fonte cartografica di base: Google Earth).

L’**area catastale** nella disponibilità del proponente per il progetto agrivoltaico ha un’estensione pari a 52,78 ettari.

L’area deputata all’installazione dell’impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed essendo facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Infatti, l’area dista in linea d’aria circa 6,0 km N-E dal centro abitato del comune di Copertino e sempre 6,0 km N-E dal comune di Leverano, 4,8 km O dalla frazione di Torre Squillace e 7 km S dal comune di Nardò. L’area considerata è facilmente raggiungibile percorrendo diverse strade interpoderali, ramificazioni della Strada Provinciale 114.

Il sito si presenta alquanto regolare e pianeggiante, collocandosi, dal punto di vista altimetrico, tra la maggior quota di 43 m s.l.m. e la quota di 39 m s.l.m., con un dislivello pari a 4 m circa.

Entrando nel merito del contesto territoriale, l’area di progetto attualmente risulta essere coltivata, inserendosi in uno scenario in cui predomina l’**attività agricola**.

I lotti designati per la produzione energetica confinano interamente con altri campi agricoli e si inserisce in un contesto a bassa densità abitativa, in cui si ravvisa la presenza perlopiù di fabbricati connessi all’attività agricola.

L’impianto sarà connesso alla rete a 36 kV di Terna con collegamento in antenna alla nuova Stazione Elettrica (SE) 380/150/36 kV “Leverano”. La nuova SE di Terna, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE), sarà funzionale per la connessione alla rete elettrica nazionale di diversi produttori di energia da fonte rinnovabile, tra i quali la società Proponente di questa iniziativa. La SE sarà collegata in configurazione entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Erchie 380 – Galatina 380”.

5.1. Inquadramento catastale

I fondi rustici interessati dall'intervento, riferibili all'area contrattualizzata in disponibilità del proponente (di estensione totale pari a **52,78 ha**), sono censiti al Catasto Terreni del Comune di Nardò (LE), le cui caratteristiche sono riassunte in Tabella 1:

Tabella 1. Particellare dell'area oggetto di intervento

<u>Fg. n°</u>	<u>P.lla n°</u>	<u>Estensione ha</u>
37	12	8,2940
37	13	6,4330
37	259	12,9440
37	263	15,1276
37	383	2,2458
37	384	7,7382
TOTALE		52,7826

Si riporta di seguito (Figura 25) uno stralcio dell'inquadramento catastale, riferibile all'area di impianto del progetto agrivoltaico con in evidenza le superfici in disponibilità del proponente (contornate in magenta) e le aree recintate (contornate in blu).

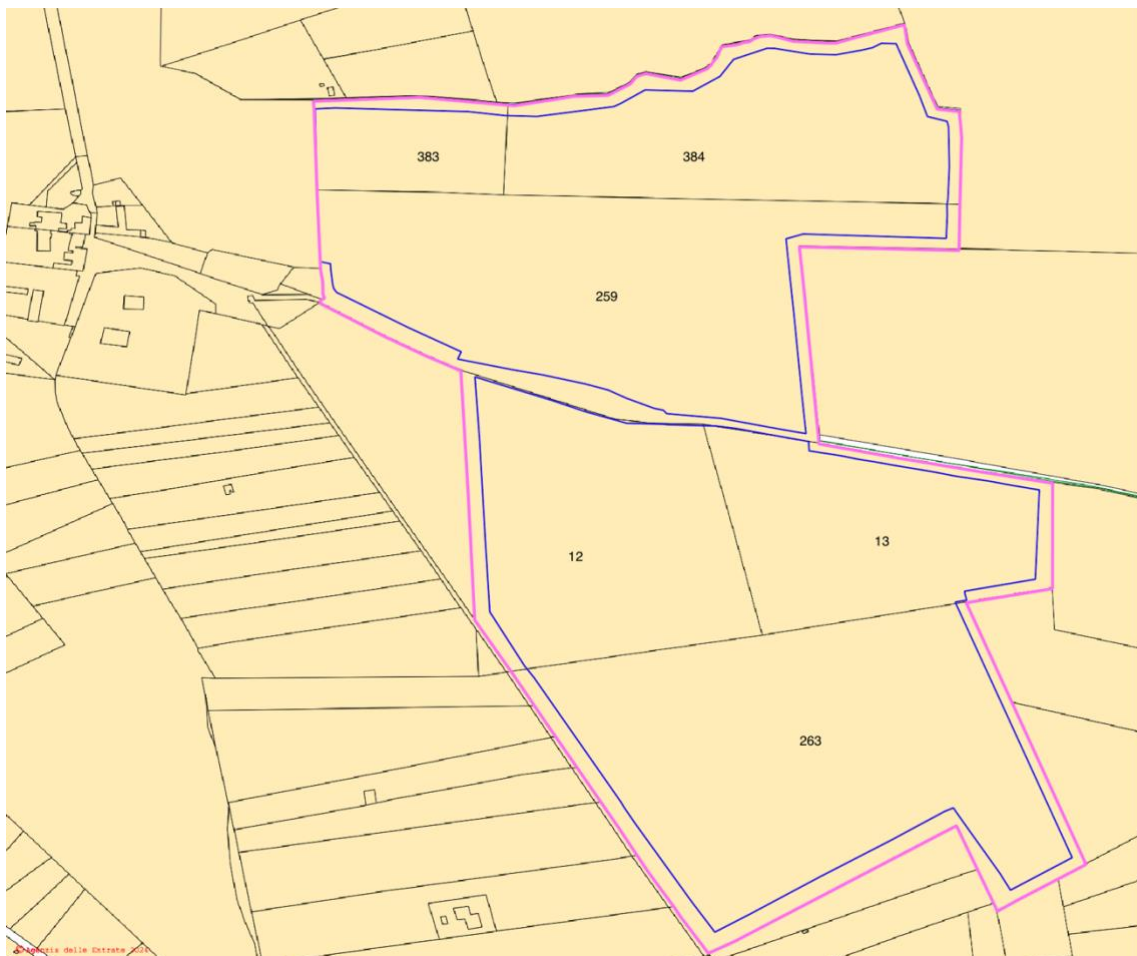


Figura 25. Inquadramento catastale dell'impianto agrivoltaico "Masseria Scianne".

5.2. Inquadramento climatico

Secondo l'ultimo rapporto IPCC³¹ (2022) le attuali temperature globali hanno superato la soglia di tolleranza per molte specie sia vegetali che animali, causandone la mortalità (per esempio specie di corallo e specie arboree). Le manifestazioni dei cambiamenti climatici (piogge intense, grandinate estreme, allagamenti, frane, esondazioni, temperature anomale, ecc.), che diventano sempre più estreme, frequenti e difficili da gestire, espongono milioni di persone in tutto il mondo a insicurezza alimentare e idrica.

Il 2022 è stato uno degli anni più caldi dal 1880, stando a quanto riportato da NOAA³², se consideriamo anche il risultato degli studi della NASA, il 2022 è stato il 5° anno più caldo mai registrato. Il 2023 conferma questo trend positivo di innalzamento della temperatura, infatti, già il primo mese dell'anno è stato il più caldo mai registrato in Europa, mentre per il Nord America e per l'Africa si è classificato tra i 10 più caldi mai registrati. Secondo il Global Annual Temperature Outlook (NCEI), **è praticamente certo (> 99,0% di probabilità) che l'anno 2023 si classificherà tra i 10 anni più caldi mai registrati.**

Diventa, quindi, **necessaria un'azione rapida per adattarsi al cambiamento climatico** e, allo stesso tempo, ridurre rapidamente e profondamente le emissioni di gas serra. **La natura, con le sue risorse, ha il potenziale non solo per ridurre i rischi climatici, ma anche per migliorare la vita delle persone.** Infatti, "ecosistemi in salute sono più resilienti di fronte ai cambiamenti climatici e forniscono servizi essenziali per la vita, come cibo e acqua", ha detto il copresidente del gruppo di lavoro II dell'IPCC Hans-Otto Pörtner.

Il territorio italiano non è escluso dall'innalzamento delle temperature, infatti, ricerche scientifiche riferite mostrano, per la porzione centrale del territorio italiano, un aumento delle temperature medie annue a partire dall'inizio del XX secolo, con un tasso più elevato dopo il 1980 (0,060 °C/anno – Aruffo e Di Carlo, 2019). Un'ulteriore evidenza del lavoro mostra come i trend di innalzamento termico siano maggiormente influenzati dal maggior riscaldamento riscontrato in estate e in primavera rispetto a quello rilevato in inverno e autunno. A tal proposito, Fioravanti et al. (2016) indicano che, dal 1978 al 2011, l'Italia ha sperimentato ondate di calore crescenti ad un ritmo medio di 7.5 giorni/decennio. Inoltre, Amendola et al. (2019) sottolineano come tale incremento medio (in Italia, e nei paesi del Mediterraneo in generale), sia superiore alla media globale.

Per quanto concerne le precipitazioni, inoltre, diversi studi hanno evidenziato come si verifichi, rispetto al passato, una riduzione del numero di eventi a intensità medio-bassa a parità di apporti medi annuali (e.g. Brunetti et al.; 2004; Todeschini, 2012). A tal proposito, il numero totale dei giorni di pioggia risulterebbe effettivamente diminuito, soprattutto negli ultimi 50 anni, con trend differenti rispetto alla localizzazione geografica (-6 giorni/secolo al Nord e -14 giorni/secolo per Centro e Sud). Ne consegue una generale tendenza, per tutte le regioni italiane, a un aumento dell'intensità delle precipitazioni e una riduzione della loro durata (Brunetti et al., 2006).

Come dichiarato dalla comunità internazionale, **l'aumento delle temperature globali in ambiente urbano si tradurrà nei prossimi decenni in una modifica delle condizioni meteorologiche**; nello specifico, ci si riferisce alla maggiore frequenza e intensità degli eventi estremi (come le alluvioni improvvise), così come all'aumento della temperatura estiva (come il verificarsi delle ondate di calore, attese sempre più frequenti e violente). Si può ipotizzare che **il progredire verso condizioni di maggiore insolazione, legata alla diminuzione della copertura nuvolosa, renderà i territori sempre più adatti all'impiego di tecnologie come solare fotovoltaico e fotovoltaico.**

Per quanto concerne la Puglia, il clima varia in relazione alla posizione geografica e alle quote sul livello medio marino delle sue zone. Nel complesso la regione è caratterizzata da un clima mediterraneo composto da

³¹ Intergovernmental Panel on Climate Change- è l'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione della scienza relativa ai cambiamenti climatici.

³² National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202212>

estati abbastanza calde e poco piovose ed inverni non eccessivamente freddi e mediamente piovosi, con abbondanza di precipitazioni durante la stagione autunnale.

Le temperature medie sono di circa 15 – 16 °C con valori medi più elevati nell'area ionico-salentina e più basse nel Sub-Appennino Dauno e Gargano. Le estati sono abbastanza calde con temperature comprese fra i 25 - 30 °C e punte di oltre 40 °C nelle giornate più calde. Sul versante ionico nel periodo estivo si possono raggiungere temperature particolarmente elevate, anche superiori a 30 - 35 °C per lungo tempo. Gli inverni sono relativamente temperati e la temperatura scende di rado sotto i 0°C, tranne nelle quote più alte del Sub-Appennino Dauno e del Gargano. Nella maggior parte della regione la temperatura media invernale non è inferiore a 5 °C. la neve ad eccezione delle aree di alta quota del Gargano e del Sub-Appennino, è rara.

Il valore medio annuo delle precipitazioni è estremamente variabile. Le aree più piovose sono il Gargano, il Sub-Appennino Dauno e il Salento sudorientale, ove i valori medi di precipitazione sono superiori a 800 mm/anno. Valori di precipitazione annua in media inferiori a 500 mm/anno si registrano nell'area tarantina e nel Tavoliere. Nella restante porzione del territorio le precipitazioni medie annue sono generalmente comprese tra i 500 e i 700 mm/anno.

Le precipitazioni sono in gran parte concentrate nel periodo autunnale (novembre - dicembre) e invernale, mentre le estati sono relativamente secche che, con precipitazioni nulle anche per lunghi intervalli di tempo o eventi di pioggia intensa molto concentrati, ma di breve durata, specialmente nell'area salentina. Questo clima fa sì che alla ricarica degli acquiferi contribuiscano significativamente solo le precipitazioni del tardo periodo autunnale e quelle invernali.

Volendo analizzare più dettagliatamente l'andamento meteorologico della zona considerata, in mancanza di una stazione meteorologica (della rete Arpa regionale³³) prossima all'area, si è proceduto a caratterizzare l'area consultando il sito web "weatherspark.com".

A Nardò, durante l'anno, la temperatura va da 5 °C a 32 °C, raramente è inferiore a 1 °C o superiore a 36 °C. La stagione calda (da giugno a settembre) ha una temperatura giornaliera massima superiore a 28 °C; il mese più caldo dell'anno è luglio con una temperatura media massima di 31 °C e minima di 20 °C.

Al contrario, la stagione fredda va da novembre a marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 17 °C. Il mese più freddo dell'anno è gennaio, con una temperatura che oscilla dai 5 °C ai 13 °C (Figura 26).

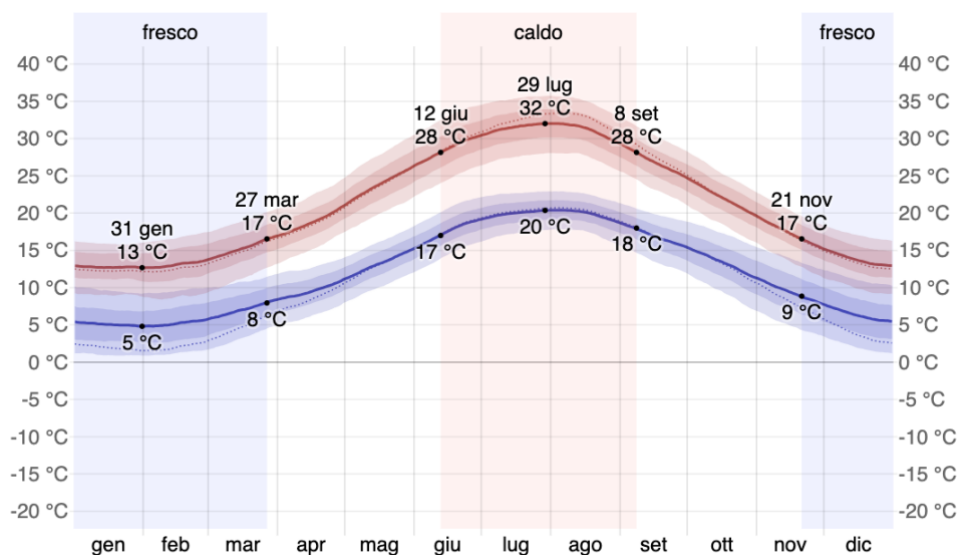


Figura 26. Temperatura massima, media e minima. La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite.

33 <http://www.webgis.arpa.puglia.it/lizmap/index.php/view/map/?repository=1&project=meteo>

Per quanto riguarda le precipitazioni, la stagione più piovosa dura circa 7 mesi (da settembre ad aprile), con una probabilità di oltre 17% che un dato giorno sia piovoso³⁴ e il mese con il maggiore numero di giorni piovosi è novembre; al contrario, la stagione asciutta dura mediamente 5 mesi (da aprile a settembre) e il mese con il minor numero di giorni piovosi a Nardò è luglio (Figura 27).

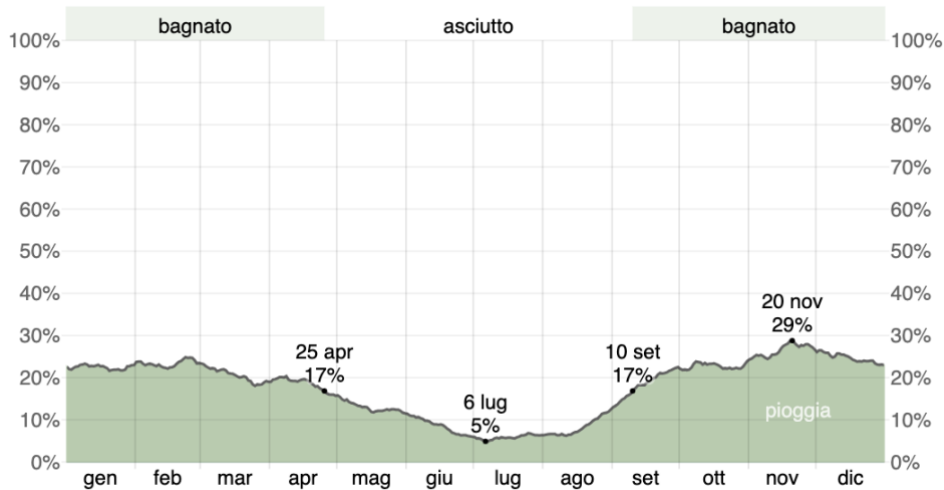


Figura 27. Probabilità giornaliera di pioggia. La percentuale di giorni i cui vari tipi di precipitazione sono osservati, tranne le quantità minime: solo pioggia, solo neve, e miste (pioggia e neve nella stessa ora).

Analizzando la durata delle ore di luce nell'arco della giornata, esse cambiano significativamente durante l'anno: generalmente il giorno con minor numero di ore di luce è a dicembre, mentre quello con maggior numero di ore di luce è a giugno. Strettamente correlato a questo fenomeno vi è l'energia solare a onde corte incidente totale giornaliera che raggiunge la superficie del suolo. Nell'area considerata, il periodo più luminoso dell'anno dura 3 mesi (maggio-agosto), con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di oltre 6,7 kWh e il mese più luminoso dell'anno a Nardò è luglio. Il periodo più buio dell'anno dura 4 mesi (ottobre-febbraio), con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di meno di 3,1 kWh e il mese più buio dell'anno è dicembre (Figura 28).

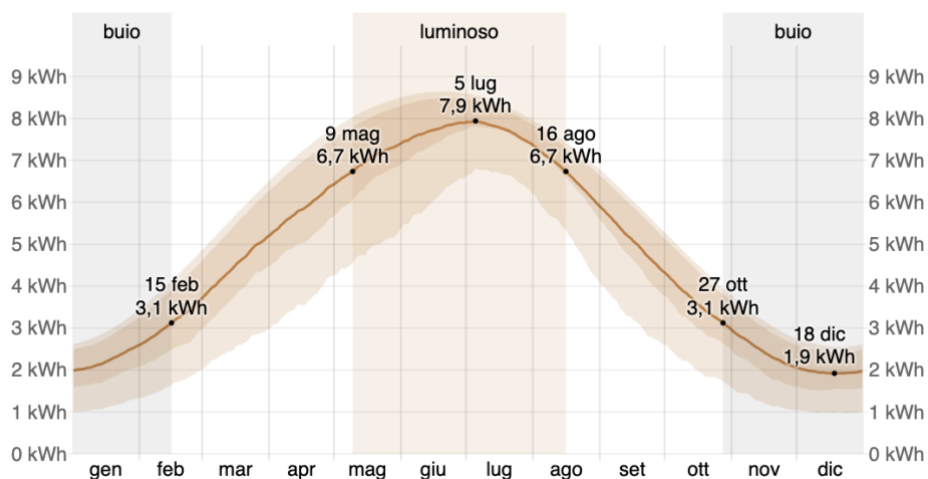


Figura 28. Rappresentazione grafica dell'energia solare a onde corte incidente media che raggiunge il suolo, con fasce percentili dal 25° al 75° e dal 10° al 90°

34 Un giorno piovoso è un giorno con minimo 1 millimetro di precipitazione liquida o equivalente ad acqua.

5.3. Inquadramento pedologico e agronomico

La conoscenza del territorio è uno strumento fondamentale in ambito di pianificazione dello sviluppo, gestione delle emergenze e protezione degli ecosistemi e dell'ambiente. Fra gli elementi chiave del territorio, sicuramente c'è il suolo il cui stato di conservazione determina caratteristiche importanti del territorio, ad esempio il rischio di frane, di alluvioni e di carenza idrica, che possono essere attenuati e meglio gestiti conoscendo la composizione e le modificazioni che esso ha subito nel tempo.

Il suolo è una risorsa non rinnovabile e, a livello globale, l'ONU segnala che un quarto delle terre coltivate sono in **condizioni di crescente degrado, con gravi rischi per la continuità della produzione agricola**. La degradazione della risorsa suolo ha ripercussioni sull'intera collettività poiché essa ha un valore ambientale, sociale, culturale ed economico. Fra i **fattori antropici** che causano la degradazione del suolo sicuramente un ruolo importante è svolto da uno **sfruttamento intensivo dei suoli**, da lavorazioni inappropriate e da gestioni non sostenibili.

La **diffusione delle monocolture** e dall'agricoltura industriale ha prodotto nel corso dei decenni una **riduzione della sostanza organica** e una **diminuzione della biodiversità**.

In Italia le pianure coltivate presentano generalmente tenori di sostanza organica eccessivamente bassi, < 2% e, al Sud e nelle isole maggiori, addirittura <1%³⁵. Dunque, applicare tecniche conservative che riducano le perdite o, meglio, che incrementino i quantitativi di carbonio nel suolo, ha riscontri positivi sulla fertilità e sul clima.

L'erosione, soprattutto nelle sue forme più intense, rappresenta una delle principali minacce per la corretta funzionalità del suolo. La rimozione della parte superficiale del suolo ricca di sostanza organica ne riduce, anche in modo rilevante, la produttività e può portare nel caso di suoli poco profondi a una perdita irreversibile di terreni coltivabili.

Gran parte delle aree indicate a forte rischio di erosione superficiale è coltivata a seminativi (frumento duro in particolare) ed interessata dalla presenza di pascoli intensivi degradati.

Le peculiarità dell'area relativamente agli aspetti climatici (stagione estiva arida) ed a diffuse nonché discutibili pratiche di gestione agronomica, come la monosuccessione del frumento e la bruciatura dei residui colturali, hanno reso **necessario approfondire lo studio sul ruolo che le tecniche conservative possono avere sul miglioramento dei risultati agronomici ed economici nel settore cerealicolo**.

Secondo il progetto "*Soil Loss by Water Erosion in Europe*"³⁶ (Panagos, et al., 2015) emerge che il **territorio pugliese**, così come l'intero territorio nazionale, è **interessato dalla problematica dell'erosione**, particolarmente nelle aree coltivate delle zone collinari della regione, dall'Appennino Dauno, alla Murgia, dal Salento al Gargano e la Fossa Bradanica e rimane in queste zone una delle cause principali di consumo e degrado del suolo. Si stima che il fenomeno erosivo, espresso in classi di perdita di suolo, vada da un valore minimo di 1 t/ha/anno ad un valore massimo stimato, per le zone ad elevato rischio, di 40 t/ha/anno.

Consultando i dati aggiornati annualmente da parte del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)³⁷ è possibile desumere lo stato di fatto circa l'**intensità del consumo di suolo regionale** (di seguito ICS). A livello regionale i dati raccolti mostrano un ICS di 158.695 ettari, pari all'8,2% del territorio, dato in crescita rispetto al 2020 del 498,6%³⁸.

Volendo approfondire ulteriormente, è possibile fare un focus sui singoli Comuni; quelli che hanno ottenuto "consumo di suolo zero" sono 24 su 258, mentre quelli con percentuali di incremento superiore a 0.5 %

³⁵ <https://soil4life.eu/degrado-del-suolo/>

³⁶ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-erosion-water-rusle2015>

³⁷ https://www.arpa.puglia.it/pagina3280_intensit-del-consumo-di-suolo.html

³⁸ <https://www.regione.puglia.it/web/ufficio-statistico/-/snpa.-il-consumo-di-suolo-nel-2021#:~:text=E%20il%20valore%20pi%C3%B9%20alto,%2C6%25%20rispetto%20al%202020>

(intensità di consumo "elevata") sono 58. L'area considerata ricade in una zona con indice di consumo **mediamente-elevato** (Figura 29)

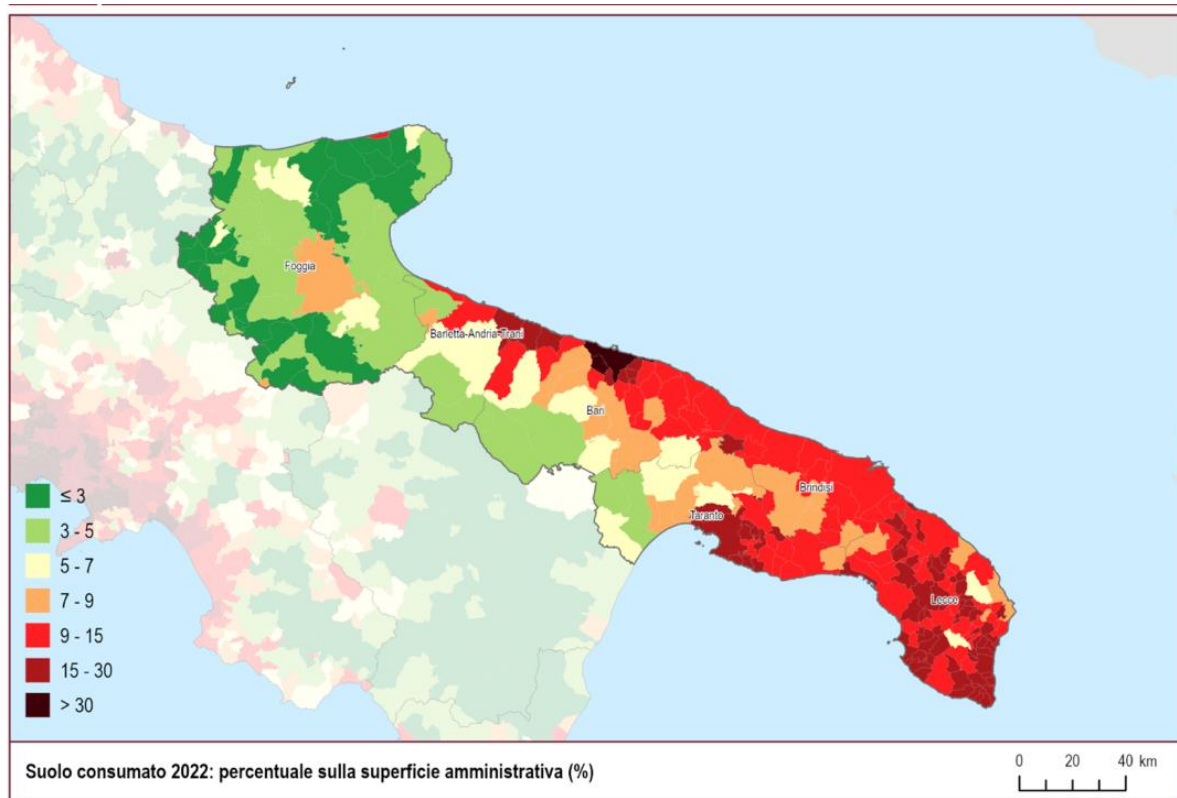


Figura 29. Intensità del consumo di suolo in Puglia nel 2022. Fonte: https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2023/11/SCHEDA_REGIONALI.2023.pdf

Volendo caratterizzare più nel dettaglio l'area oggetto di esame **sono state effettuate delle analisi del suolo** (allegate alla presente relazione) in data 11/12/2023 presso un laboratorio operante secondo la norma UNI CEI EC ISO/IEC 17025:2018 e iscritto al n. 37P nell'elenco della regione Puglia dei laboratori che effettuano analisi dell'autocontrollo per le industrie alimentari.

Sono stati prelevati campioni in aree distinte affinché venisse restituita un'informazione quanto più rappresentativa dell'intera area in esame; i valori di seguito riportati si riferiscono alla media dei valori restituiti dalle analisi di laboratorio.

Osservando i risultati è possibile conoscere la **tessitura del suolo**; tale fattore è un carattere stabile del terreno, infatti, generalmente non cambia con le normali pratiche agronomiche. Ad essa sono collegate, direttamente e indirettamente, importanti proprietà dei suoli: la lavorabilità, la suscettibilità all'erosione, così come il suo contenuto di S.O., il drenaggio, la capacità di ritenzione idrica e l'aerazione dello stesso.

In questo specifico caso ci troviamo in presenza di un suolo **franco-sabbioso** avendo un contenuto di sabbia, limo e argilla di rispettivamente 64,2%,18,7% e 17,0% (Figura 30).

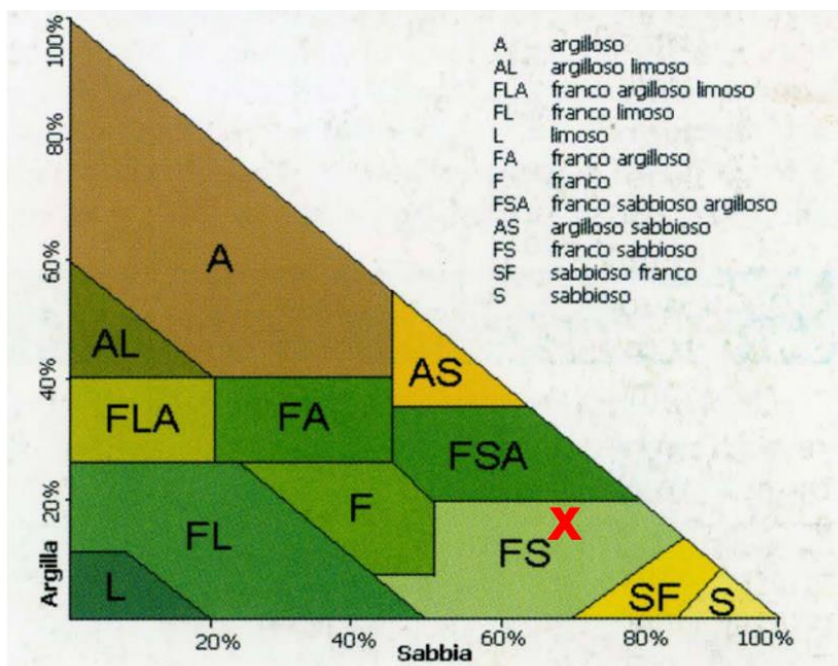


Figura 30. Schematizzazione tessitura del suolo secondo il metodo USDA. Segnato in rosso il punto di intersezione della componente sabbiosa e di quella argillosa registrata nei campioni di suolo prelevati in situ. Fonte: http://www.agricoltura.regione.campania.it/pedologia/pdf/tessitura_del_suolo.pdf.

Quando predomina la sabbia che è caratterizzata da particelle di elevato diametro, i suoli presentano pori di grandi dimensioni, risultando, pertanto, ben areati e dotati di buon drenaggio; inoltre, essendo poco plastici risultano facilmente lavorabili. Al contrario non dimostrano grande capacità di trattenere l'acqua e gli elementi nutritivi.

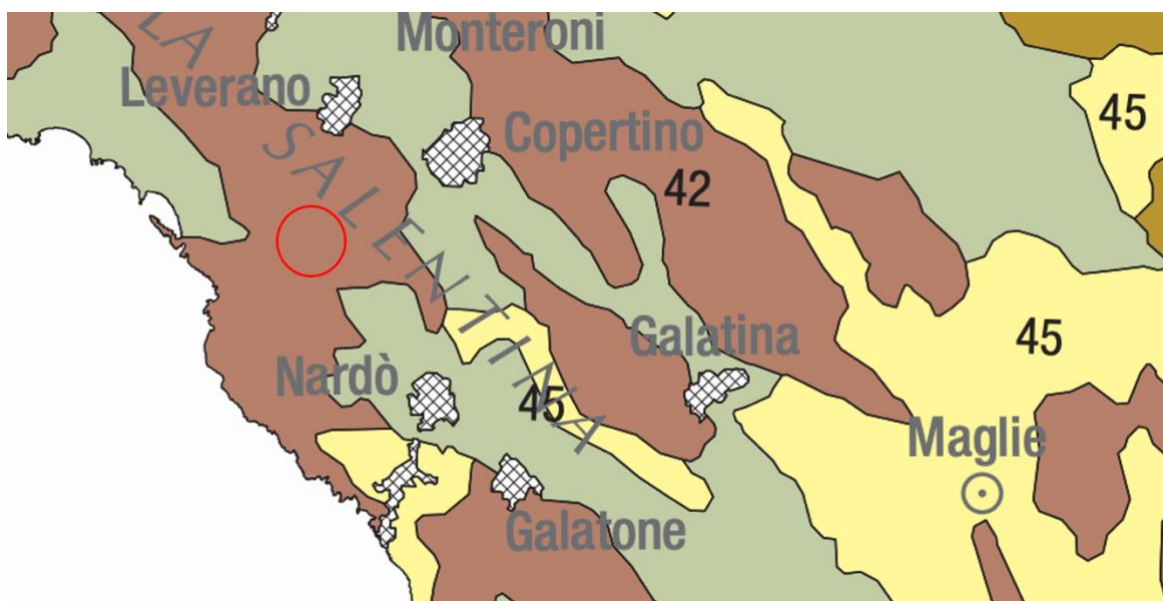
Altro dato interessante è il contenuto di **Sostanza Organica** (S.O.) del suolo considerato che risulta avere un contenuto alto di S.O. poiché essa ha un valore del 4,7%.

Direttamente collegata alla sostanza organica di un suolo vi è la **concentrazione di carbonio organico del suolo** (SOC). Il carbonio organico costituisce circa il 50-60% di S.O. presente nel suolo⁵² e il suo contenuto, che è uno dei principali indici di qualità del suolo, varia con il tipo di suolo, ma anche al variare dell'uso del suolo e delle attività antropiche ivi condotte, in questo caso il contenuto è del 2,8%; il rapporto bilanciato fra contenuto di S.O. del suolo e S.O.C. è sinonimo di un terreno ben equilibrato.

Un fattore che regola il contenuto di S.O. e di S.O.C. e la disponibilità di molti nutritivi per le piante è il **pH**, infatti, esso influenza la solubilità degli elementi nutritivi e l'attività dei microrganismi responsabili della decomposizione della sostanza organica e della maggior parte delle trasformazioni chimiche che avvengono nel suolo. L'intervallo compreso tra 6 e 7 è generalmente favorevole per la crescita delle piante, poiché la maggior parte degli elementi nutritivi è prontamente disponibile in tale intervallo.

In questo caso il pH è di 7,5 quindi il suolo è leggermente calcareo. Osservando la "Carta dei Suoli di Italia" (2012) (Figura 31), l'area oggetto di esame appartiene alla regione pedologica dei "suoli delle colline e dei terrazzi marini del sud Italia su sedimenti calcarei". I fattori fondamentali per la determinazione delle regioni sono le condizioni climatiche e quelle geologiche; si presuppone infatti che tali elementi caratterizzino lo sviluppo di diversi processi pedogenetici così da dar luogo a differenti suoli dominanti.

Più nello specifico l'area considerata appartiene alla provincia pedologica n° **42**, ovvero, Rhodic, Chromic, Leptic e Calcic Luvisol; **Rendic Leptosol**. I leptosuoli sono uno dei gruppi di suoli più esteso al mondo, si tratta di suoli di colore scuro, ricchi di humus, con la presenza di materiale roccioso, sviluppatosi da substrati calcarei o dolomitici (Figura 32), che ne limita la profondità, caratteristica che è tipica dell'ambito territoriale.



I - SUOLI DELLE COLLINE E DEI TERRAZZI MARINI DEL SUD ITALIA SU SEDIMENTI CALCAREI

SOILS OF THE HILLS AND MARINE TERRACES OF SOUTHERN ITALY ON CALCAREOUS SEDIMENTS

- 42** Rhodic, Chromic, Leptic e Calcic Luvisol; Rendzic Leptosol
- 43** Calcic, Sodic, Gypsic e Haplic Vertisol; Fluvic e Calcaric Cambisol; Calcic Luvisol; Gypsic Regosol; Calcic e Haplic Gypsisol
- 44** Leptic e Luvic Phaeozem; Leptic e Chromic Luvisol; Haplic Calcisol; Calcic Chernozem; Calcaric Regosol; Calcaric Cambisol; Calcic Kastanozem; Calcaric Leptosol; Calcaric Arenosol

Figura 31. Estratto della "Carta dei suoli di Italia" (2012). Evidenziata in magenta l'area oggetto d'esame. Fonte: https://scienzadelsuolo.org/_docs/download/2012Carta_Suoli_Italia.PDF



Figura 32. Estratto della "Carta Idrogeomorfologia". Fonte: https://pugliacon.regione.puglia.it/documents/96721/747101/5.10_TAVOLIERE_SALENTINO.pdf/ac0ad79d-6acf-cf2c-680e-f30aa9cc2486

Infatti, il sito considerato rientra all'interno dell'ambito paesaggistico del "Tavoliere salentino". Tale ambito è caratterizzato da bassa altitudine media che ha comportato un'intensa messa a coltura. Questa pianura, che ospita vigneti, oliveti, seminativi, coltivazioni orticole e pascoli, presenta una varietà di paesaggi agricoli riconoscibili grazie alle variazioni delle colture prevalenti, alla densità di segni antropici storici e alla sua vicinanza agli insediamenti urbani.

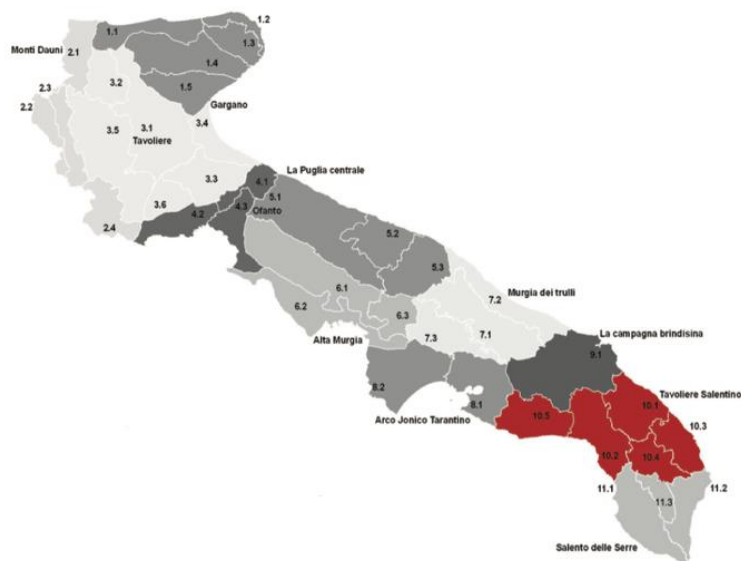


Figura 33. Inquadramento e localizzazione dell’Ambito del “Tavoliere salentino”.

Analizzando la carta “Uso del suolo” della Regione Puglia, redatta secondo lo standard di classificazione del progetto europeo “Corine Land Conver” (CLC), utilizzando ortofoto regionale del 2006-2007, l’area oggetto di studio ricade in un contesto in cui **predomina l’attività agricola**, con presenza sporadica di superfici artificiali (soventemente connesse al settore primario).

Come desumibile dall’estratto di carta, osservabile in Figura 34, la superficie di intervento, nel 2006, ricadeva per la quasi totalità nella classe (Livello IV di categorizzazione) “*Seminativi semplici in aree non irrigue*”, contraddistinta con il n° **2111**; la realtà colturale attuale è diversa da quella ritratta nel 2006 ed è affrontata in maniera più dettagliata di seguito (paragrafo 5.4).

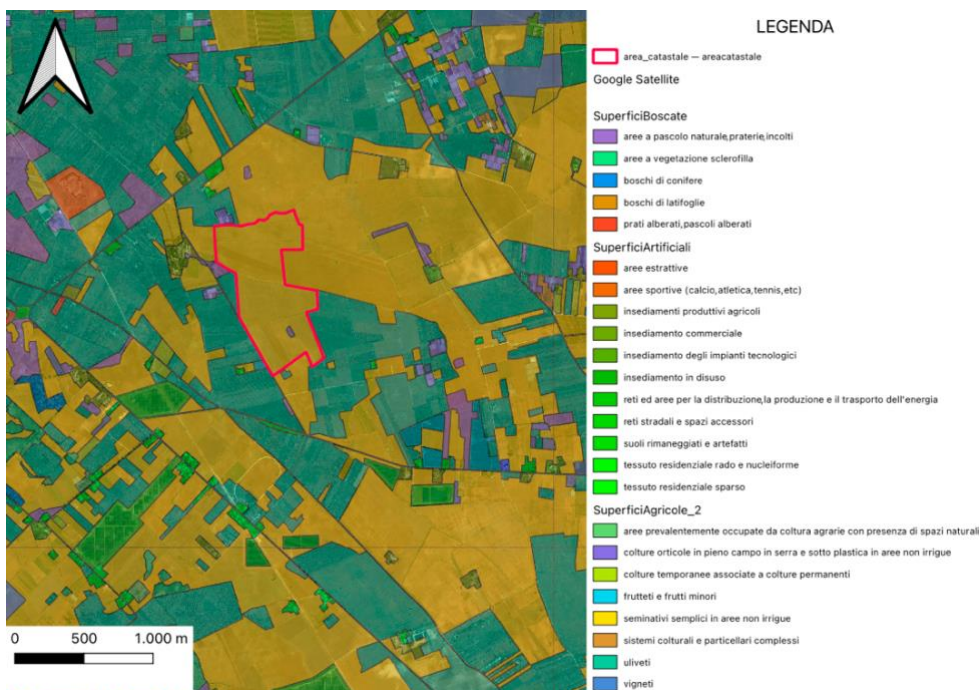


Figura 34. Elaborazione della “Carta uso del suolo” della Regione Puglia, con dettaglio della zona di intervento (in magenta).

5.4.Modalità di conduzione ed attività agricola - stato di fatto

Le particelle interessate dall'intervento proposto risultano divise fra le seguenti proprietà:

- Ciaccia Angela Maria Rosaria: foglio 37, particella 383;
- Ciaccia Grazia: foglio 37, particella 384;
- Semeraro Pasqua: foglio 37, particelle 12 e 263;
- Semeraro Vito Antonio: foglio 37, particelle 13 e 259.

Da confronto telefonico e da quanto appurato in sede di sopralluogo è emerso che:

- I terreni di proprietà della sig.ra Ciaccia A.M.R. e della sig.ra Ciaccia G. sono stati condotti nelle ultime 5 annate agrarie dall'affittuario Ciaccia Antonio che li gestisce principalmente per la produzione di frumento duro e specie orticole (nella fattispecie anguria e cicoria).
- I terreni della sig.ra Semeraro P. vengono gestiti personalmente dalla proprietaria per la produzione di frumento duro alternato alla coltivazione di leguminose foraggere, infatti, l'azienda agricola ha in possesso diversi capi di bestiame, si tratta di ovini da latte per la produzione di prodotti caseari sempre all'interno dell'azienda; gli animali pascolano sulla proprietà al termine della fase di raccolta delle colture (o in annate meteorologicamente sfavorevoli, in cui il raccolto sarebbe scarso, gli animali vengono fatti pascolare sin dalle prime fasi colturali, senza raccogliere la coltura).
- I terreni del sig. Semeraro V.A. sono in parte gestiti personalmente dallo stesso (particella 13 del foglio 37) per la produzione di frumento duro e in parte (particella 259 del foglio 37) risultano affittati al sig. Schirinzi Mario per lo spandimento delle acque di vegetazione provenienti da frantoi oleari, secondo criteri e tecniche previste dalla norma vigente in materia.

La conduzione attuale risulta riferibile ad un'**agricoltura tradizionale** che non fa ricorso alla pratica irrigua (ad eccezione delle colture orticole), tuttavia la superficie risulta irrigabile, poiché asservita da punti di emungimento.

Dall'analisi dei fascicoli aziendali, dalle dichiarazioni sostitutive dei conduttori e come confermato in sede di sopralluogo e dalle interviste telefoniche intercorse con le parti coinvolte, le superfici oggetto di studio risultano occupate come riportato dettagliatamente in Tabella 2 e in Tabella 3.

Si precisa che di seguito vengono riportate le sole colture agrarie e non vengono riportate le tare presenti all'interno della particella né le colture non agricole (e.g. "pascolo polifita con roccia affiorante tara 20%"; "superfici agricole ritirate dalla produzione"; ecc.).

Tabella 2. Dettaglio dell'indirizzo colturale delle particelle oggetto di intervento

Fg	P.Illa	2019		2020		2021		2022		2023	
		Coltura	ha	Coltura	ha	Coltura	ha	Coltura	ha	Coltura	ha
37	12	Orzo	4,145	Avena	4,145	Orzo	4,145	Avena	4,145	Erbaio annuale	8,29
		Avena	4,145	Orzo	4,145	Avena	4,145	Orzo	4,145		
37	13	Frumento duro	6,17	Cover crop	6,17	Frumento duro	6,17	Cover crop	6,17	Frumento duro	6,17
37	259	Cover crop	12,94	Frumento duro	12,94	Cover crop	12,94	Frumento duro	12,94	Cover crop	12,94
37	263	Avena	4,47	Orzo	4,47	Avena	4,47	Avena	4,47	Erbaio annuale	13,87
		Orzo	9,40	Avena	9,40	Orzo	9,40	Orzo	9,40		
37	383	Cover crop	4,99	Cocomero/Cicoria	4,99	Cover crop	4,99	Frumento duro	4,99	Cover crop	4,99
37	384	Cocomero	4,99	Frumento duro	2,495	Cocomero	4,99	Cover crop	4,99	Cocomero	4,99
		Cicoria	4,99	Veccia	2,495	Cicoria	4,99				

Tabella 3. Somma delle superfici (ha) delle singole colture e loro peso (espresso in %) all'interno delle annate agrarie per le superfici considerate

Coltura	2019		2020		2021		2022		2023	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Cover crop	17,93	35,0	6,17	12,0	17,93	35,0	11,16	21,8	17,93	35,0
Cocomero/Cicoria	4,99	9,7	4,99	9,7	4,99	9,7	0	0	4,990	9,7
Frumento duro	6,17	12,0	15,4350	30,1	6,17	12,0	17,93	35,0	6,17	12,0
Avena	8,615	16,8	8,6150	16,8	8,615	16,8	8,615	16,8	0	0
Orzo	13,545	26,4	13,5450	26,4	13,545	26,4	13,545	26,4	0	0
Veccia	0	0	2,4950	4,9	0	0	0	0	0	0
Erbaio annuale	0	0	0	0	0	0	0	0	22,16	43,2

6. Progetto Agrivoltaico

Come illustrato in precedenza, la progettazione di un impianto agrivoltaico parte dall’analisi combinata delle esigenze agronomiche con quelle tecnologico-energetiche dell’installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell’ambiente in cui esso si inserisce e delle relative risorse.

Le soluzioni progettuali sono state contestualizzate rispetto alle specifiche condizioni pedologiche e meteorologiche del sito oggetto di studio (vedasi paragrafo 5.2 e paragrafo 5.3), nonché rispetto alle modalità di conduzione dell’attività agricola, riferibile per lo più alla coltivazione di specie orticole e seminate destinate all’alimentazione umana e zootecnica (vedasi paragrafo 5.4).

Il layout dell’impianto agrivoltaico denominato “Masseria Scianne” è illustrato nella Figura 35:

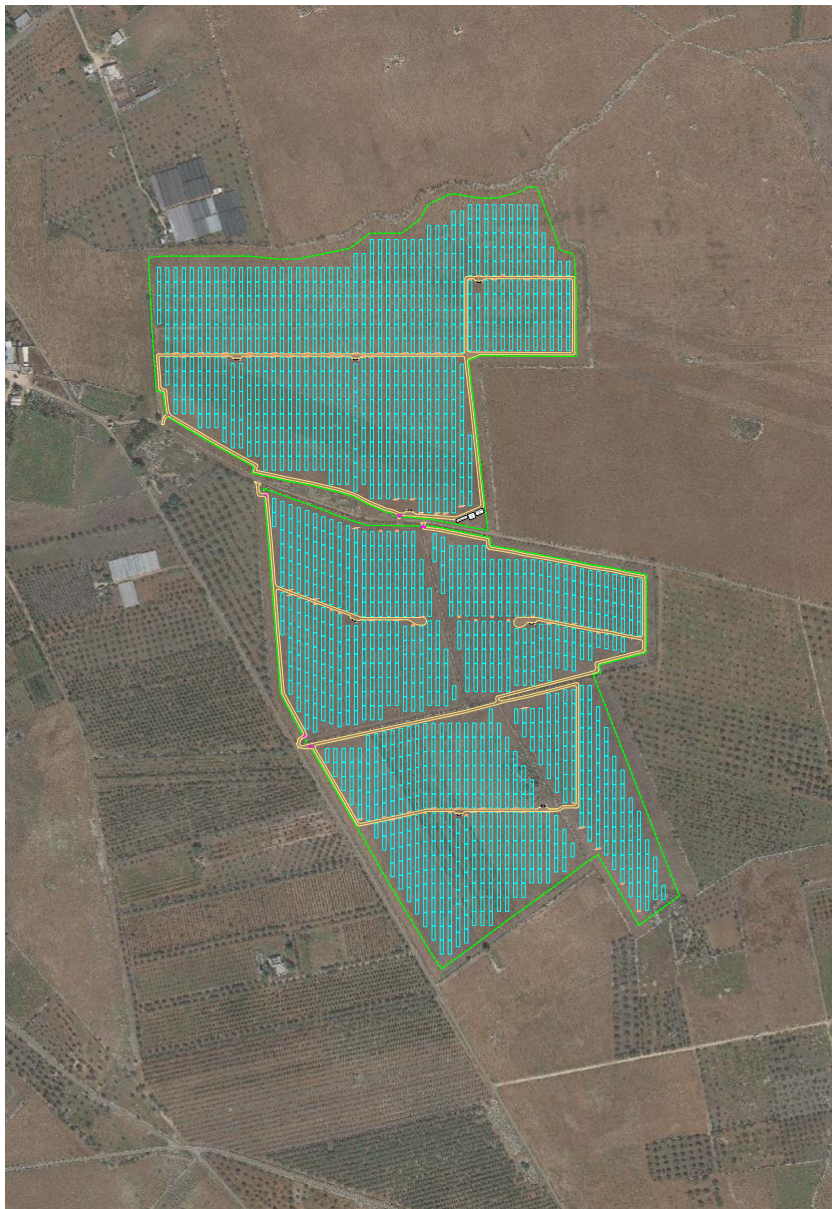
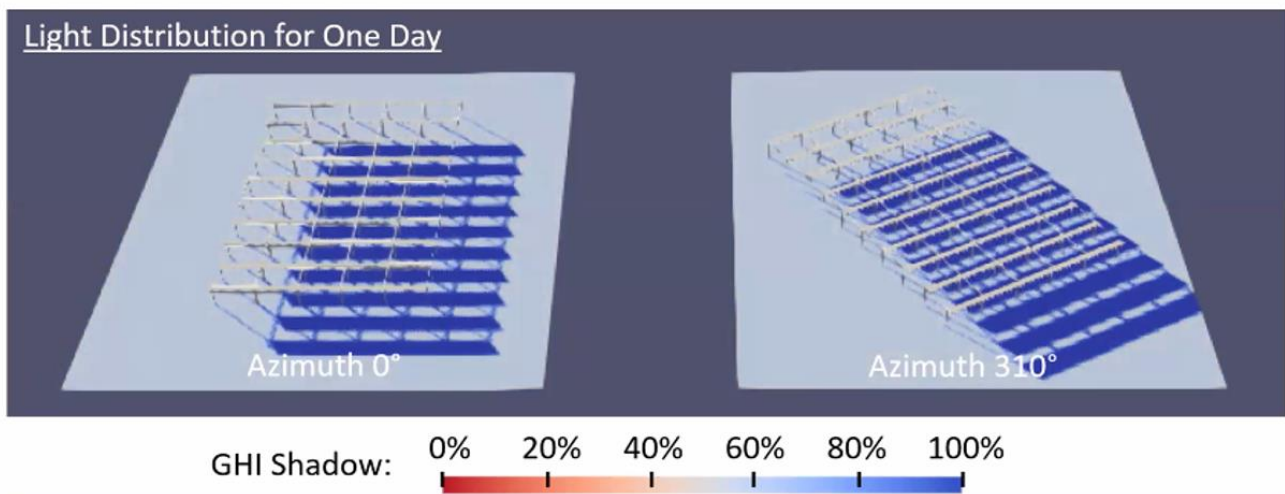


Figura 35. Layout proposto dell’impianto agrivoltaico “Masseria Scianne”.

6.1. Componente fotovoltaica

Per la scelta della soluzione tecnica da impiegare nel presente progetto si è optato per l'utilizzo di moduli di nuova generazione, posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (*tracker*), in ragione del fatto che:

- consentono di coltivare la superficie interessata dall'installazione fotovoltaica, poiché non si creano zone d'ombra concentrata, grazie alla lenta rotazione da est a ovest (permessa dal sistema ad “inseguimento solare” (Figura 36);
- è possibile regolare l'inclinazione dei tracker in relazione sia alle esigenze delle colture in funzione dello stadio fenologico, sia all'eventualità di ricorrere ad operazioni colturali (come la semina o la mietitrebbiatura) che richiedano il passaggio di mezzi con altezza superiore alla minima distanza del pannello dal suolo.



25 | Source: Fraunhofer CSET | https://www.youtube.com/watch?v=P_UC7g5sBbs

© Fraunhofer

Fraunhofer
CHILE

Figura 36. Distribuzione della zona d'ombra sotto i pannelli durante il giorno. FCR CSET: Light Simulation for Agrivoltaics plant with azimuth of 0° and -30° (Central Chile).

Attraverso la valutazione delle ombre, si è cercato di minimizzare e, ove possibile, eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

Il sistema fotovoltaico proposto prevede di utilizzare **inseguitori solari monoassiali a doppia vela con moduli bifacciali**, che ruotano sull'asse Est-Ovest seguendo l'andamento del sole. Le strutture metalliche di supporto (pali infissi a una **profondità stimata di 1,50 m**) sono **disposte lungo l'asse Nord-Sud su file parallele** opportunamente distanziate tra loro con un interasse (distanza palo-palo, denominata “*pitch*”) pari a **12 m** per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti (Figura 37). Le strutture impiegate hanno una larghezza pari a 4,91 m. L'altezza massima raggiunta (ovvero con la struttura inclinata di 60°) è di 4,77 m, mentre l'altezza libera inferiore è pari a 0,50 m. **Il nodo è posizionato a 2,52 m da terra.**

Tale soluzione consente di avere, nel momento di massima apertura - Zenith solare - **una fascia di larghezza di circa 7,08 m**, completamente libera dalla copertura dei pannelli tra le stringhe (di seguito denominata “*gap*”). Prima e dopo il mezzogiorno, la superficie libera (e conseguentemente la zona di ombra) si modificherà in base all'inclinazione dei moduli, dipendente a sua volta dalla posizione del sole.

Il progetto in esame prevede, inoltre, la realizzazione di una fascia compresa tra la recinzione perimetrale e le stringhe di moduli, larga almeno 8,00 m e finalizzata a consentire un agevole spazio di manovra ai macchinari necessari all'attività agricola.

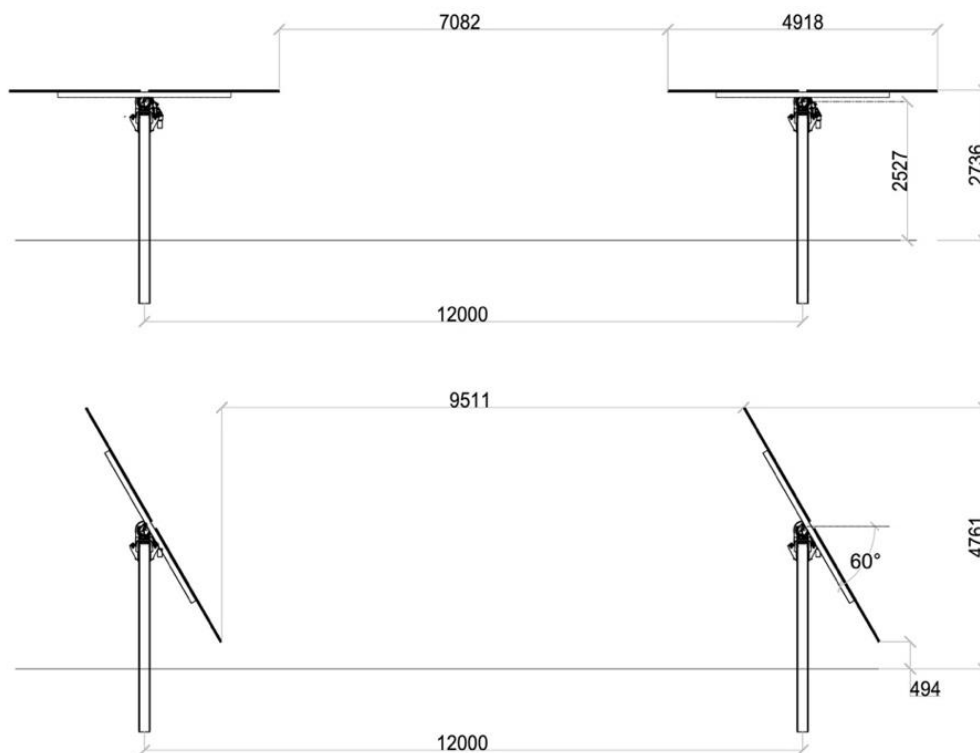


Figura 37. Vista delle strutture fotovoltaiche in sezione.

6.2. Componente agronomica

Le scelte agronomiche e gli accorgimenti tecnici da adottare per **l'integrazione della componente energetica nel contesto agricolo** del progetto proposto sono stati concepiti al fine di soddisfare diverse esigenze, quali:

- contribuire a soddisfare il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica rurale, nonché la costituzione di **un'integrazione diretta del reddito** del proprietario del fondo;
- assicurare la coesistenza tra componente agricola ed energetica attraverso **oculate scelte tecniche ed agronomiche** (scelta delle specie, scelta delle tecniche e delle operazioni colturali, ecc.);
- mantenere **l'indirizzo colturale attuale, ovvero la coltivazione in rotazione di specie orticole e di specie seminate destinate all'alimentazione umana e foraggiere**, proponendo soluzioni tecnico-agronomiche atte a garantire una resa costante e la sostenibilità del sistema colturale in termini di sfruttamento delle risorse;
- ridurre le lavorazioni meccaniche in situ e l'uso oculato, limitato e consapevole di prodotti per la fertilizzazione ed il diserbo delle colture, **perseguendo l'adozione di pratiche riferibili all'agricoltura integrata, conservativa e di precisione**, in linea con quanto sostenuto e finanziato dalla nuova PAC 2023-2027 con - Produzione integrata, ACA3 - Tecniche di lavorazione ridotta dei suoli e ACA24 Pratiche agricoltura di precisione (vedasi Paragrafo 4.4).

Dal punto di vista reddituale (approfondito nel capitolo 8) e gestionale (approfondito nel paragrafo 6.2.3 e 6.2.4), la proposta agronomica garantirà:

- la redditività dei terreni agricoli in linea con quella attuale;
- l'impiego delle medesime tipologie di macchine e attrezzi già impiegati sui medesimi appezzamenti, già in possesso dei conduttori agricoli dell'area di intervento.

6.2.1. Proposta progettuale: rotazioni colturali di leguminose con orticole o erbacee

Per la progettazione dell'impianto agrivoltaico si è presa in considerazione la necessità di offrire continuità all'indirizzo produttivo in atto, identificando una soluzione in cui l'inserimento della componente energetica fosse compatibile con la produzione agricola, valorizzando al contempo il territorio e le sue risorse.

Come precedentemente esposto nel paragrafo 5.4, l'area oggetto di intervento è attualmente dedicata sia alla coltivazione di specie orticole che a quella di specie erbacee da granella destinate al consumo umano e specie foraggiere.

Il progetto proposto prevede, dunque, l'avvicendamento di leguminose con orticole o graminacee con destinazione mista, evitando il ristoppio³⁹.

Una corretta variazione delle specie coltivate sullo stesso appezzamento comporta svariati vantaggi:

- permette di ridurre il carico degli agenti biologici avversi (l'alternanza delle colture crea una variazione di condizioni contrastando naturalmente la proliferazione - e conseguente diffusione - di tali agenti);
- migliora la fertilità del terreno e la struttura dello stesso (i diversi apparati radicali esplorano il terreno a diverse profondità)
- assicura, a parità di condizioni, una resa maggiore.

Inoltre, la tecnica dell'avvicendamento colturale produce benefici ed intrinseci effetti ambientali riconosciuti ormai da secoli, quali:

- maggiore biodiversità;
- maggiore equilibrio dei fabbisogni idrici nel tempo;
- minori danni da erosione del terreno;
- minori rischi di lisciviazione di nitrati;
- valorizzazione del paesaggio agrario.

Si prevede la gestione delle superfici agricole oggetto di intervento con l'utilizzo di tecniche riferibili alla **produzione integrata** e all'**agricoltura conservativa** (AC), in linea con quanto sostenuto dalla **PAC 2023-2027**. Per **produzione integrata** si intende quel sistema di produzione agro-alimentare che utilizza metodi produttivi e di difesa dalle avversità delle produzioni agricole volti a ridurre al minimo l'uso delle sostanze chimiche di sintesi e a razionalizzare la fertilizzazione, nel rispetto dei principi ecologici, economici e tossicologici (ReteRuraleNazionale,2022).

Le tecniche di **agricoltura conservativa** (Figura 38), prevedendo il minimo disturbo del suolo e una copertura continua, contribuiscono a mitigare fenomeni di eccessivo depauperamento della risorsa suolo, problematica a cui il suolo della regione Puglia è particolarmente sensibile (vedasi paragrafo 5.2), migliorandone la fertilità e la struttura, aumentando la capacità di infiltrazione delle acque e contribuendo a una gestione più efficace della risorsa idrica.

Inoltre, prevedendo avvicendamenti colturali virtuosi si contribuisce a preservare la fertilità agronomica e la sostanza organica del suolo oltre che a garantire la diversificazione dell'agroecosistema.

L'AC si è dimostrata utile per il controllo e il miglioramento della qualità del suolo e della sua capacità di resilienza (Derpsch e Friedrich, 2009) e rappresenta un utile rimedio per i problemi legati al consumo di suolo dovuto all'erosione superficiale ad opera di vento ed acqua

Le tecniche proposte, oltre a garantire un minor impatto dell'attività agricola sull'ambiente, meglio si adattano alla coesistenza dell'infrastruttura energetica, contemplando un minor numero di interventi in

³⁹ Con il termine ristoppio si intende la ripetizione di una coltura (soprattutto cereali) per due o più anni consecutivi.

campo e riducendo quindi il rischio di sporcare eccessivamente la componente fotovoltaica durante le fasi di preparazione del suolo.



disturbo minimo del suolo



copertura continua del suolo (adeguata e razionale gestione dei residui colturali sulla superficie del suolo)



avvicendamenti colturali

Figura 38. I principi dell'agricoltura conservativa. Fonte: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>.

L'introduzione della *minima lavorazione* (**1**) e l'impiego di macchine combinate, capaci di svolgere più operazioni in un unico passaggio, può consentire inoltre, a seconda del tipo di terreno e di coltura, una riduzione dei consumi di gasolio pari o superiore al 50% rispetto alle tecniche convenzionali (Venetoagricoltura, 2019).

La scelta delle specie e delle modalità di esecuzione delle operazioni agricole (esclusione delle operazioni di aratura) mirano a garantire una *copertura continua del suolo* (**2**) durante l'arco dell'anno solare, e prevedono la possibilità di sfruttare i residui colturali per la semina diretta di altre specie (semina su sodo) e come apporto di sostanza organica (sovescio parziale dei residui).

Al fine di minimizzare l'impatto sull'ambiente verrà impostata una *rotazione colturale* (**3**) che prevede la variazione della specie coltivata nello stesso appezzamento, migliorando la fertilità del terreno e assicurando, a parità di condizioni, una resa maggiore.

L'agricoltura conservativa e la produzione integrata condividono quindi l'importanza attribuita alla fertilità agronomica, alla sostanza organica, alle rotazioni colturali, alle colture intercalari e, più in generale, alla diversificazione dell'agroecosistema. Si tratta inoltre di tecniche maggiormente compatibili con la presenza dei pannelli poiché prevedono un minor numero di interventi in campo rispetto all'agricoltura convenzionale. La gestione agronomica proposta risulta inoltre pienamente in linea con i principi dalla Politica Agricola Comunitaria (vedasi paragrafo 4.4).

6.2.2. Scelta delle specie

Le specie che si succedono in una rotazione colturale si suddividono in **tre gruppi principali**:

- **Specie depauperanti:** sfruttano gli elementi nutritivi presenti nel terreno e lo impoveriscono. Tra queste si possono citare i cereali autunno-vernini, come il frumento, l’orzo, la segale e generalmente tutti i cereali da granella;
- **Specie da rinnovo:** richiedono cure colturali specifiche, come l’ottima preparazione del terreno ed equilibrate concimazioni organiche che a fine ciclo incidono positivamente sulla struttura del terreno. Le specie che rientrano in questa categoria sono, per esempio, il mais, la barbabietola da zucchero, la patata, il pomodoro, il girasole, il colza, ecc.;
- **Specie miglioratrici:** aumentano la fertilità del terreno, arricchendolo di elementi nutritivi. Le protagoniste di questa tipologia sono le leguminose, quali ad esempio l’erba medica, il trifoglio e la soia, che naturalmente sono in grado di fissare l’azoto atmosferico.

Il progetto agronomico, in virtù di quanto auspicato dalle linee guida MiTE, volendo dare continuità all’attuale indirizzo produttivo prevede la divisione della superficie in 3 fondi differenti (Figura 39):

- Fondo 1: la superficie sarà occupata da una specifica rotazione colturale che comprende specie orticole e specie leguminose destinate all’alimentazione animale (Tabella 4);
- Fondo 2: la superficie sarà occupata stabilmente per diversi anni da un prato di lupinella e al termine dello sfalcio previsto per l’ultimo anno il fondo sarà occupato dalla rotazione proposta per il fondo 3 (Tabella 4);
- Fondo 3: la superficie sarà occupata da una rotazione di graminacee e leguminose con destinazione umana e zootecnica, al termine dell’ultima fase di raccolta il suolo sarà occupato stabilmente da un prato di lupinella secondo le modalità descritte per “Fondo 2” (Tabella 4).

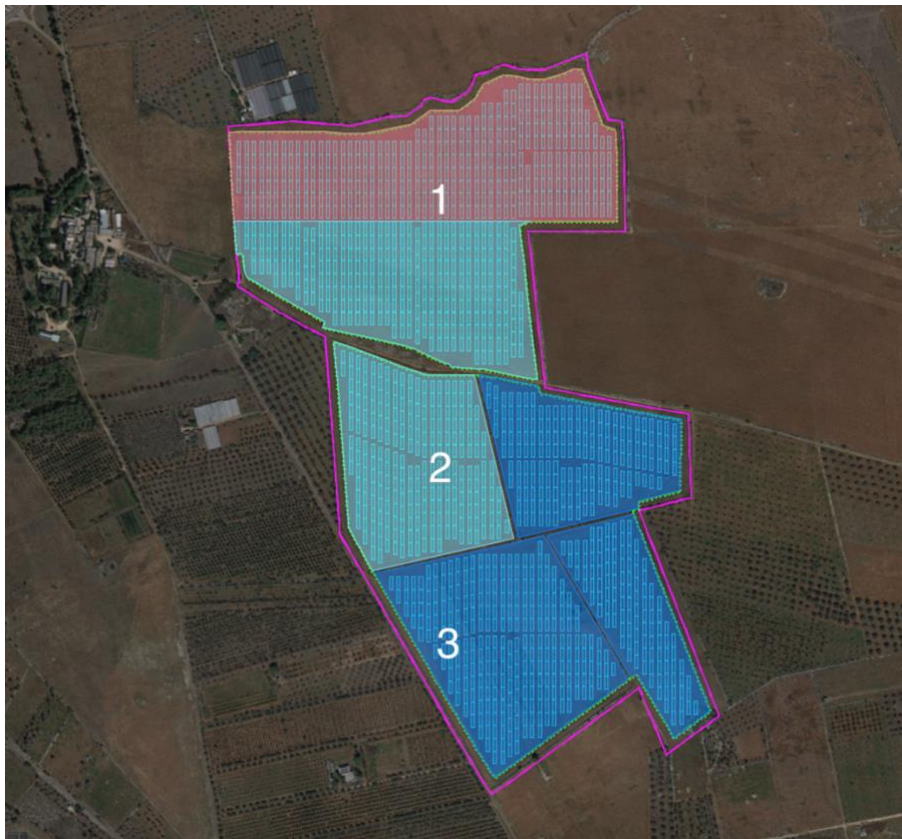
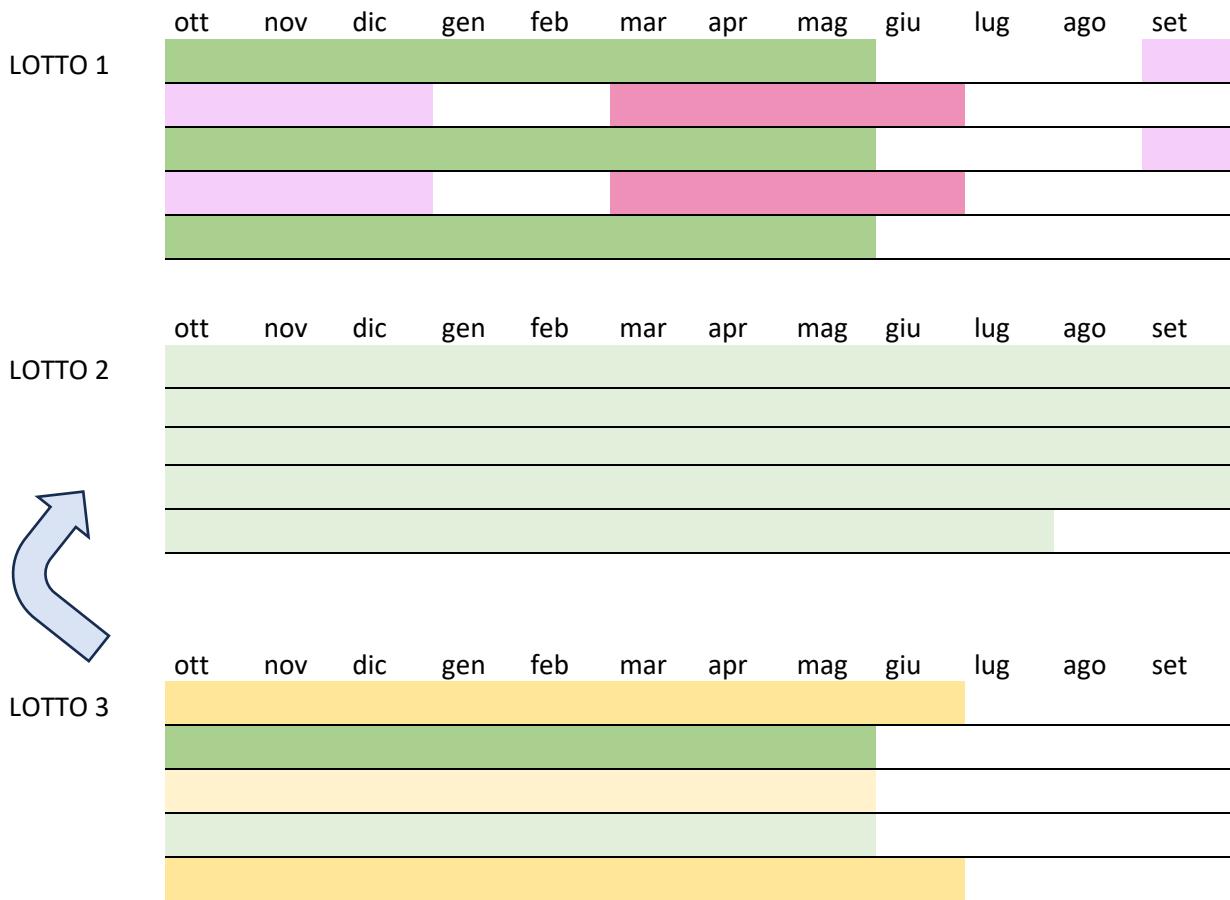


Figura 39. Rappresentazione grafica della suddivisione spaziale dell’area in oggetto. Visibili in figura anche l’area in disponibilità del proponente (magenta) e l’area recintata (verde).

Tabella 4. Dettaglio dell'avvicendamento colturale proposto e disposizione delle colture nei lotti per i primi 5 anni



- cocomero
- cicoria
- orzo
- favino
- frumento duro
- lupinella

L'avvicendamento prevede la duplice destinazione produttiva, ovvero, alimentazione umana e zootecnica: tale scelta è dettata anche dalla necessità di diversificazione del rischio economico delle superfici interessate dall'intervento.

La **lupinella** (*Onobrychis vicifolia* Scop.) è una leguminosa poliennale e come la maggior parte delle specie di questa famiglia è caratterizzata da un apparato radicale fittonante e profondo, la taglia è contenuta, infatti, raggiunge gli 80 cm di altezza, la specie, caratterizzata da fiori color porpora (Figura 40), è di grande valore ecologico, infatti, si tratta di una specie sia mellifera (600 kg/ha di miele) sia fonte di nutrizione per lo stadio larvale di diversi lepidotteri (*Polyommatus icarus*; Zygaenidae).

La lupinella suscita sempre maggior interesse come specie foraggera poiché fornisce rese da medie a buone di foraggio ricco di proteine (produce circa 3t/ha di fieno secco nel primo anno e fino ad 6t/ha nel secondo e terzo, mentre le produzioni sono notevolmente maggiori nel caso di fieno fresco), anche in caso di siccità prolungata; inoltre, il foraggio ottenuto, che può conservato sia come fieno che come insilato preappassito, grazie al contenuto elevato di tannini è capace di ridurre i rischi da eccesso proteico nella dieta e al contempo riduce la degradazione delle proteine nel rumine con un aumento del loro assorbimento intestinale, inoltre, ai tannini si attribuisce sia un aumento della produzione del latte e della fertilità sia l'inibizione di parassiti gastrointestinali.

Si sconsiglia di pascolare la coltura poiché non sopporta attività troppo intensive, fornisce al massimo 3 sfalci all'anno (il primo va effettuato dopo la fioritura). La specie ha un adattamento ottimale nei terreni calcarei, anche poveri e ricchi di scheletro, si adatta bene al caldo elevato e tollera anche siccità, al contrario, rifugge il freddo invernale e le gelate primaverili.

La semina avviene nel periodo autunnale (settembre- ottobre) con una densità di semina pari a 100-120kg/ha in caso di semi sgusciati.



Figura 40. Particolare di una coltivazione di Lupinella.

Il **frumento duro** (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* Desf.) è un cereale appartenente alla famiglia delle Poaceae (anche dette graminacee) a ciclo annuale autunno-vernino (Figura 41). Nell'avvicendamento colturale occupa il ruolo di coltura depauperante, in quanto dalle spiccate esigenze in azoto, avvantaggiandosi dall'essere preceduta da una coltura miglioratrice. Tale specie è il frutto di selezione antropica per l'adattamento a climi caldo-aridi, tipici del meridione d'Italia: proprio a queste latitudini è in grado di rifuggire il freddo e l'umidità eccessiva, esprimendo al meglio le proprie qualità produttive.



Figura 41. Campo coltivato a frumento duro⁴⁰

Il frumento duro è coltivato principalmente per la produzione di granella destinata al consumo umano; tale specie rappresenta un punto di forza storico del settore agricolo pugliese in termini di superficie investita, produzione e qualità: da qui la scelta di inserirla nella rotazione proposta, puntando su varietà universalmente riconosciute per il loro valore produttivo dal punto di vista quali-quantitativo, nonché adatte al contesto agrivoltaico.

Tra le cultivar ipotizzate, il frumento duro “PANORAMIX” è apparso il più idoneo al contesto. La cultivar è caratterizzata da un’epoca di spigatura medio-precoce, il che la agevola nello sfuggire alla stretta⁴¹ derivante dall’avvento delle calde temperature estive. Presenta una taglia medio-bassa, rendendola idonea all’inserimento nel contesto dell’impianto agrivoltaico proposto.

La varietà esprime buona resistenza all’allettamento ed al freddo, risultando molto tollerante nei confronti delle principali avversità (Oidio, Ruggine Bruna, Septoria e Fusarium spp.).

Dal punto di vista della produttività, è tra le varietà con più alto indice di resa, nonché in termini di resa espressa in q/ha.⁴² Dal punto di vista qualitativo, la granella prodotta presenta un eccellente indice di glutine ed un ottimo indice di giallo.

Il **favino** (*Vicia faba subsp. eu-faba varminor* Peterm. Em. Harz.) è stato scelto in quanto specie miglioratrice con destinazione zootecnica. Si tratta di una specie appartenente alle leguminose i cui semi sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700 g); si utilizzano per seminare erbai e sovesci e anche come concentrati per l’alimentazione del bestiame (Figura 42). La specie è impiegata anche per la produzione di foraggio (fresco o secco); la paglia di fava ha un valore nutritivo superiore a quella di frumento, steli e le foglie raggiungono i valori nutritivi massimi in fase di piena fioritura.

Il favino è una buona pianta miglioratrice che non tollera il freddo intenso né la siccità prolungata, per cui nella regione oggetto d’esame è considerata una pianta autunnale. Il suo ciclo biologico è assai variabile in rapporto al tipo, al momento di semina e alle condizioni ambientali.

⁴⁰https://www.syngenta.it/sites/g/files/kgtney1566/files/styles/main_media_large/public/media/image/2016/06/16/04_frumento_duro_1240x1000.webp?itok=TppKtXM5

⁴¹ La stretta delle colture cerealicole è un fenomeno causato da uno stress idrico nella fase di spigatura provocante rachitismo delle cariossidi, il che si traduce in un abbattimento delle produzioni ed un peggioramento delle caratteristiche merceologiche delle granelle.

⁴² Prove di confronto varietale della Rete nazionale Frumento Duro coordinate dal CREA nella Regione Puglia – Annata agraria 2020-2021 - Fonte: https://www.arsarp.it/files/ARSARP/Biodiversita_e_ricerca/pdf_SUD_PENINS_IA29-2021_def_2.pdf



Figura 42. Semi di favino⁴³

L'Orzo (*Hordeum vulgare* L.) Figura 43 è una specie erbacea a ciclo autunno-vernino appartenente alla famiglia delle Graminacee che si adatta facilmente a condizioni di notevole siccità, elevata salinità e freddo moderato; inoltre, tollera le elevate temperature (fino a 38° C), risultando quindi adatto al contesto climatico che si va designando e che caratterizza sempre più regioni. La specie è inoltre caratterizzata da moderate esigenze in termini di azoto (dimezzate rispetto al frumento), il che consente di limitare gli apporti di fertilizzanti e di sfruttare la fertilità residua delle specie che lo precederanno (azotofissazione delle specie leguminose).

Rispetto al frumento, l'orzo ha un ciclo biologico più breve: la semina avviene solitamente intorno al 15 ottobre e la raccolta, per le finalità previste dal presente progetto, si esegue solitamente intorno al 15 maggio, ovvero, una volta raggiunta la maturazione lattea o a quella cerosa, in relazione alle scelte economiche aziendali e alle condizioni climatiche dell'annata; **per la proposta avanzata si è ipotizzata la raccolta per produrre insilato per l'alimentazione zootecnica.**

La precocità della coltura permette di sfruttare al meglio la **dotazione di acqua disponibile nel terreno**, che viene **umentata anche dalla presenza delle strutture fotovoltaiche** che, con la loro presenza, riducono i fenomeni evapotraspirativi, permettendo alla coltura di sfuggire così alla "stretta"⁴⁶.

Inoltre, la sua precocità permette di fornire già in primavera nuovi foraggi da insilare sfruttando autunno e inverno per il loro sviluppo e rendere possibile e tempestive le semine di secondo raccolto (ad esempio, come in questo caso, il sorgo e la soia).

Da sottolineare anche quanto indicato dalle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal MiTE (MiTe,2022) nelle quali l'orzo viene definito "coltura adatta" in quanto un'ombreggiatura moderata collegata alla presenza dei pannelli ha effetti trascurabili sulle rese.

Questa coltura è molto versatile, infatti dal punto di vista dell'utilizzo si riconoscono tre differenti utilizzi: alimentazione umana, produzione di malto, alimentazione zootecnica o produzione di biomassa per la produzione di biogas.

Il kg di orzo è unità di misura alimentare di riferimento per antonomasia, corrispondente ad 1 U.F. (unità foraggera)⁴⁷. Questo cereale è esteso come alimento per tutte le specie allevate ed è caratterizzato da un elevato valore energetico e da un equilibrato rapporto proteina/energia. In questo caso può essere utilizzata

⁴³ <https://www.agraria.org/coltivazionierbacee/fava.htm>

sia la granella (produzione di concentrato) che la granella insieme alle altre parti vegetali (foraggio "trinciato").



Figura 43. Campo coltivato a orzo⁴⁴

La **cicoria catalogna** comprende diverse varietà locali afferenti alla specie *Cichorium intybus* L., caratterizzate tutte dal peculiare sapore più o meno amaro.

La catalogna può essere raccolta più volte tagliando il cespo alla base, dandole così la possibilità di ricrescere (i ricacci sono conosciuti con il nome di puntarelle, tipici della cucina popolare di alcune regioni italiane).

La semina può iniziare in semenzaio a giugno e protrarsi fino ad ottobre per le regioni più calde del sud Italia, infatti, la cicoria catalogna resiste bene anche a temperature piuttosto basse; al sud si coltiva per tutto l'inverno mentre in climi più rigidi si raccoglie appena prima delle gelate invernali. Si adatta bene anche a diverse tipologie di terreno, evitando comunque ristagno idrico.

Per il presente progetto si prevede l'utilizzo di varietà tardive con semina da giugno a settembre e raccolta da novembre a marzo.



Figura 44. Esempio di campo coltivato a cicorie⁴⁵

⁴⁴ <https://i0.wp.com/www.naturalmia.it/wp-content/uploads/2015/09/orzo-1.jpg>

⁴⁵ <https://www.garden4us.it/blog/come-coltivare-la-cicoria-catalogna-e-orchidea/>

La scelta di coltivare il **cocomero** (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, 1916) nasce dal desiderio di **mantenere l'attuale indirizzo produttivo** e di permettere l'utilizzo dei macchinari e dell'esperienza di cui l'azienda è già in possesso. Il cocomero è una specie, appartenente alla famiglia delle Cucurbitacee, a ciclo annuale che necessita di terreno fertile, irrigazioni costanti e clima caldo. Infatti, il cocomero pur mostrando un'ampia adattabilità alle diverse tipologie di suolo, preferisce un terreno fertile e ricco di sostanza organica ben drenato per evitare ristagni poiché limitano lo sviluppo radicale. La temperatura minima per la germinazione è di 14°C, le temperature ottimali per la crescita variano da 15 a 18°C di notte e da 21 a 26°C il giorno; tali temperature impongono una semina solo a primavera avanzata (marzo-maggio) per essere raccolta in piena estate. Il clima regionale è caratterizzato da scarsa piovosità durante la stagione di crescita, pertanto, l'irrigazione è indispensabile e sarà effettuata tramite tubi per l'irrigazione mobili. Attraverso i tubi di irrigazione, qualora si renda necessario, sarà possibile procedere con la “fertirrigazione”, ovvero, la somministrazione di fertilizzanti idrosolubili nel sistema di irrigazione a goccia, nelle misure previste dal disciplinare di produzione integrata. In questo modo, i nutrienti sono somministrati gradualmente e la pianta ha il tempo giusto per assorbirli.

Come auspicato dal disciplinare di produzione integrato (2023) della Regione Puglia, per superare i problemi di “stanchezza del terreno” è consigliata la messa a dimora di piantine innestate su portainnesti (zucca, ibridi di zucca, ecc.) che hanno mostrato resistenza a diverse malattie come la fusariosi.



Figura 45. Insieme di foto ritraenti la coltivazione di cocomero sulla superficie oggetto d'esame⁴⁶

⁴⁶ <https://www.aziendaciaccia.com/prodotti/angurie/>

6.2.3. Operazioni colturali

Prima di effettuare le operazioni relative all'attività agricola, sarà effettuata una concimazione di fondo a con funzione propedeutica alla rotazione colturale ipotizzata.

Post spandimento si procederà con la sistemazione del terreno, in conformità con le tecniche dell'agricoltura conservativa. Pertanto, si prevede il ricorso alla **Minima lavorazione (Minimum Tillage - MT)**: la preparazione del letto di semina di tutte le specie proposte sarà effettuata con **un solo passaggio di discatura eseguito con erpice a dischi o una fresatura profonda al massimo 10-15 cm**. Tale operazione garantirà la trinciatura e l'interramento dei residui colturali della specie precedente, delle infestanti estive e l'affinamento delle zone più superficiali del terreno, predisponendolo alla successiva semina. Verranno inoltre impiegate sementi conciate, riducendo drasticamente il rischio di propagazione di parassiti fungini.

Come pratica di fertilizzazione, in caso di necessità, appare una buona soluzione l'utilizzo di letame facilmente reperibile in zona da aziende zootecniche; non si esclude anche la possibilità di utilizzare l'acqua di vegetazione proveniente dalla produzione dei frantoi oleari, nel rispetto di criteri generali di utilizzazione riportati nelle normative di settore, qualora si ritenga che, tale pratica risulta già in uso sulla particella 259 del foglio 37. La possibilità di utilizzare l'acqua di vegetazione verrà determinata anche sulla base del monitoraggio agroambientale (capitolo 7).

L'acqua di vegetazione proviene dalle acque di lavaggio delle olive e degli impianti, oltre che dalla frazione acquosa dei succhi della drupa. La composizione chimico-fisica risulta variabile in quanto dipende dalla tecnologia estrattiva⁴⁷, dal grado di maturazione delle olive, dalle condizioni di stoccaggio.

Da diversi studi (a titolo esemplificativo Altieri ed Esposito, 2008; Altieri ed Esposito, 2010) emerge che l'utilizzo delle acque di vegetazione ha nel breve periodo un significativo effetto fertilizzante, dovuto soprattutto alla buona dotazione di azoto e potassio, e nel lungo periodo un sostanziale incremento del contenuto di sostanza organica umificata del suolo.

Inoltre, la presenza di alcuni elementi fertilizzanti (principalmente azoto) in una forma a lenta cessione (organica), può consentire una significativa riduzione dell'uso di concimi minerali di sintesi. L'utilizzo agronomico degli scarti dei frantoi oleari è stato favorito dalla presa di coscienza della perdita di sostanza organica nei suoli, problema a cui la regione è particolarmente sensibile (come meglio esplicitato nel capitolo relativo all'Inquadramento pedologico e agronomico).

Qualora si faccia ricorso alle acque di vegetazione tale pratica sarà effettuata in estate, momento in cui saranno terminate le colture e le temperature saranno elevate, infatti, elevate temperature assicurano un più rapido ripristino delle condizioni iniziali. Inoltre, diminuisce la probabilità di precipitazioni che determinerebbero il trasporto in soluzione dei sali solubili dei reflui sparsi sul terreno. Ciò, oltre a determinare la perdita dei nutrienti, potrebbe causare inquinamento in falda con effetti negativi sulla salute dell'uomo.

- **LUPINELLA:**

La semina verrà effettuata nel mese di ottobre ottenendo già un buon raccolto a partire dal giugno successivo; la dose di semina prevista è di 100-120kg/ha di semi sgusciati e per la modalità si consiglia la semina meccanica su sodo a file distanti 20-25 cm. La lupinella non è una specie particolarmente esigente in termini di nutrienti purché il terreno non sia carente di fosforo e potassio, in caso di carenza di azoto, si può procedere con una concimazione fogliare in fase di ripresa vegetativa.

Non si prevede il ricorso alla pratica irrigua, infatti si tratta di una specie che ben sopporta le temperature elevate e la siccità, si ritiene saranno sufficienti le piogge stagionali. Sarà possibile effettuare 3 tagli l'anno di cui il primo non prima della piena fioritura. Si prevede di effettuare una trasemina al termine del secondo

⁴⁷ pressatura o per centrifugazione

anno (più precisamente ad ottobre del 3° anno) con metà della dose di seme impiegata per la prima semina. Al termine della fioritura dell'ultimo anno (5°) saranno prelevati i semi necessari per le semine successive e i resti colturali saranno sovesciati, lasciando il terreno con un ottimo apporto di azoto utile alle colture successive.

- **FRUMENTO DURO:**

La coltivazione del frumento comincerà con una MT, ipotizzabile nel mese di ottobre. Seguirà la semina, ipotizzata nella terza settimana di novembre, con macchina capace di eseguire in un unico passaggio anche la concimazione (se necessaria, in base ai dati raccolti dal monitoraggio, vedasi capitolo 7) e la rullatura. Verrà impiegata una quantità di circa 160-170 kg/ha di semente raggiungendo una densità di cariossidi seminate di 400-500 su m², ottenendo così un numero stimato di spighe di 600-700 su m² (corrispondenti a 50-100 q/ha).

È prevista, tra la fine della fase di accostamento e l'inizio della fase di levata, un trattamento preventivo a base di prodotti cuprici (anticrittogamici a base di rame come idrossido di rame, solfato di rame tribasico, ossido rameoso, ecc., ammessi anche nel regime biologico). L'apporto di zolfo in questa fase fenologica contribuirà anche al miglioramento della qualità della granella. Un ulteriore trattamento che copra la coltura sino alla raccolta, da eseguire dopo la fase fenologica della spigatura) sarà valutata con il supporto del DSS e del monitoraggio (vedasi sempre capitolo 7).

Alla fine del mese di giugno (fase di maturazione piena delle cariossidi, dunque quando le cariossidi cessano lo sviluppo e l'aumento del peso secco) si procederà alla raccolta del frumento duro mediante mietitrebbiatura (Figura 46), che consentirà il taglio e la contestuale sgranatura delle spighe, separando la granella dalla paglia e dalla pula (che verranno lasciate sul terreno).

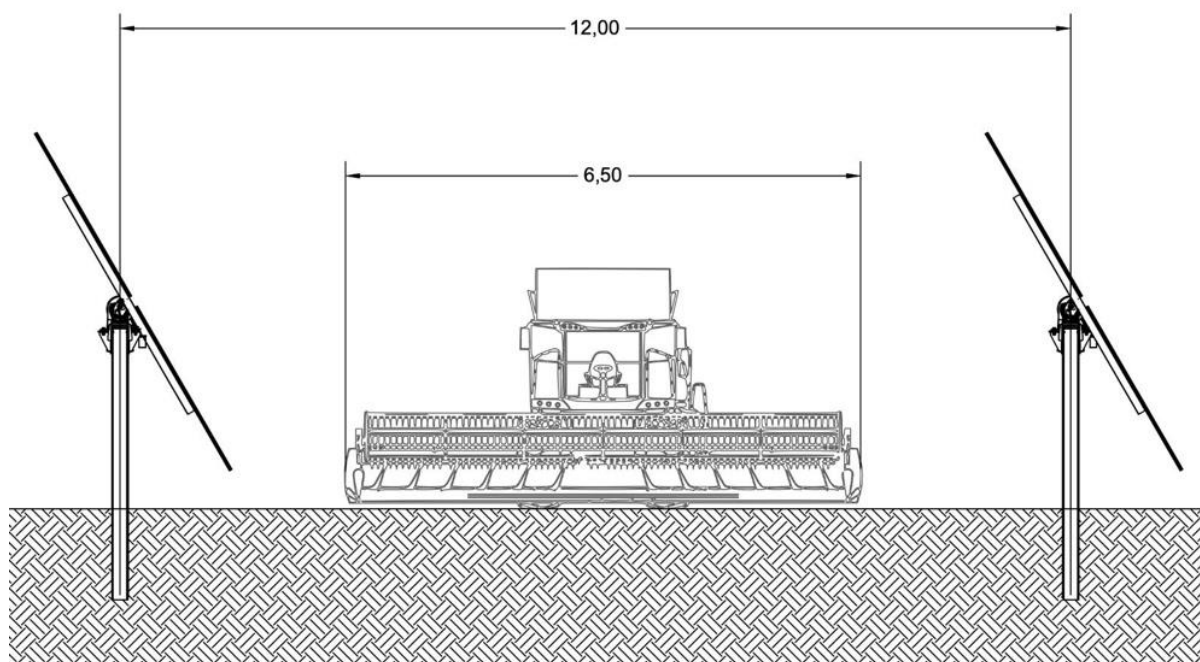


Figura 46. Particolare del passaggio della mietitrebbia per la raccolta del frumento duro da granelle tra le file delle strutture fotovoltaiche

- **FAVINO:**

La semina del favino è ipotizzata nel mese di ottobre e sarà utilizzata una quantità di seme tale da assicurare circa 40-60 piante per metro quadro; le quantità di seme dipendono dal peso dello stesso, in genere oscillano sui 200-300 Kg/ha o più. La semina si fa in genere a file distanti 0,35-0,40 m. La semina deve essere piuttosto profonda circa 40-50 mm; sembra che con una semina profonda gli attacchi di orobanche diminuiscano, in

ogni caso si consiglia il trattamento del seme con prodotti concianti per proteggere le piantine dagli attacchi di Rhizoctonia, Pythium e Phytophthora. Le modalità di svolgimento dell'operazione e la macchina usata seguono quelle precedentemente illustrate per il frumento duro.

La raccolta (programmata a fine maggio) avviene quando la pianta è completamente secca; il favino si raccoglie abbastanza facilmente mediante mietitrebbiatrice purché sia opportunamente regolata e le sue rese sono 3-5 t/ha.

In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca; inoltre, si stima che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto, apportato dalla leguminosa, dell'ordine di 40-50 Kg/ha.

- **ORZO:**

La coltivazione dell'orzo, destinata all'alimentazione zootecnica, seguirà le medesime modalità di semina del frumento duro; la minima lavorazione garantirà l'interramento degli ultimi ricacci e dei residui colturali della coltura precedente. La semina avverrà a cavallo tra la fine di ottobre e la metà di novembre. La coltura si avvantaggerà della fertilità residua lasciata dalla leguminosa precedente; pertanto, si ipotizza che non verranno eseguite concimazioni, essendo per altro coltura meno esigente in azoto rispetto al frumento.

La quantità di semente di riferimento per l'orzo si aggira sul valore di 140-150 kg/ha affinché le rese siano pari a 5-7 t/ha. Si prevede di modularla in base alle scelte di destinazione produttiva. Verranno impiegate anche in questo caso sementi conciate ed è previsto un intervento preventivo a base di prodotti cuprici.

L'orzo, se destinato alla fienagione verde, sarà raccolto attraverso sfalcio e pressatura con macchina apposita; invece, se destinato alla produzione di granella, sarà raccolto mediante mietitrebbiatura (ipotizzabile nel mese di giugno), a cui seguirà la raccolta delle paglie. In caso di produzione di trinciato destinato all'insilaggio, verrà raccolto anticipatamente (allo stadio di maturazione latteo-cerosa della granella) con passaggio di macchina trinciatrice.

- **CICORIA:**

La semina della cicoria seguirà la raccolta del favino, pertanto, si ipotizza un uso di concimi moderato e calibrato sulla base dei dati del monitoraggio previsto, utilizzando esclusivamente concimi organici. Viceversa, qualora si facesse ricorso a "concimazione di copertura" la concimazione dovrà essere sospesa almeno 1 mese prima della raccolta, per ridurre l'accumulo dei nitrati nelle foglie. Per il presente progetto si prevede l'utilizzo di varietà tardive con semina da giugno a settembre e raccolta da novembre a marzo. La semina autunnale può avvenire a spaglio, impiegando una quantità di semi pari a 5 kg/ha, oppure con seminatrici di precisione dimezzando il quantitativo in seme; per il presente progetto si ipotizza di procedere con il trapianto di piantine provviste di pane di torba.

Il sesto impiegato sarà 0,8 m nell'interfila e 0,4 m all'interno della stesso filare (con una densità di circa 8piante/m²). Le cicorie catalogne producono 8-12 t/ha ad ogni taglio e 30-50 t/ha alla raccolta finale.

Si prevede di far ricorso all'irrigazione a goccia, tramite tubi per l'irrigazione mobili. Attraverso i tubi di irrigazione, qualora necessario, sarà possibile procedere con la "fertirrigazione", ovvero, la somministrazione di fertilizzanti idrosolubili nel sistema di irrigazione a goccia, nelle misure previste dal disciplinare di produzione integrata (Regione Puglia, 2023). In questo modo, i nutrienti sono somministrati gradualmente e la pianta ha il tempo giusto per assorbirli.

- **COCOMERO:**

Prima della semina del cocomero è necessario preparare il terreno con discatura leggera (massimo 15 cm) al fine di rendere soffice e poroso il substrato eliminando eventuali radici di colture precedenti. Inoltre, si prevede di somministrare un fertilizzante organico circa 7-10 giorni antecedenti al trapianto.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 57 di 91

Considerando l'andamento climatico dell'areale considerato, si prevede che la messa a dimora avvenga fra marzo e aprile (compatibilmente con le condizioni metereologiche dell'annata agraria); si ipotizza di utilizzare piantine di anguria innestate dotate di pane di torba; tale tecnica permette di combinare tutti i vantaggi dei suoi diversi componenti e di essere più resistente a problemi di malattie, parassiti, pH o salinità più bassi o più alti.

I sesti possono oscillare fra 2,5– 3 m tra le file e 1,0 - 1,5 m sulle file con una densità d'impianto compresa fra 2.700 e 3.300 piante/ha, in funzione della varietà e sesto di impianto. Le distanze e il numero di piante dipendono dalla varietà dell'anguria, dalle condizioni ambientali e dalla dimensione dell'anguria desiderata che è sempre "modellata" dal mercato.

Durante la coltivazione si ipotizza di ricorrere "fertirrigazione", ovvero, la somministrazione di fertilizzanti idrosolubili nel sistema di irrigazione a goccia, nelle misure previste dal disciplinare di produzione integrata. La raccolta avverrà già a partire dalla fine del mese di giugno per tutta l'estate: la maturità commerciale avviene circa 40-50 giorni dopo l'avvenuta allegazione; mentre la raccolta è programmata dopo 90-120 giorni dal trapianto delle cultivar primaverili-estive utilizzate per il presente progetto, ovvero, nel mese di giugno.

6.2.4. Gestione delle superfici

Per il presente progetto è stato ipotizzato il ricorso all'**irrigazione per la sola produzione di colture orticole**, l'acqua sarà prelevata dal preesistente punto di emungimento; mentre, per le restanti colture non si farà ricorso all'irrigazione, se non in caso di "irrigazione di soccorso", infatti, tali colture sono coltivate nell'areale di riferimento senza il supporto della pratica irrigua.

Al fine di impostare una gestione agronomica sostenibile (anche in termini di abbattimento dei costi di produzione) si prevede il ricorso a tecniche che garantiscano un **minor impatto ambientale** contribuendo alla riduzione dell'immissione nell'ambiente di sostanze chimiche.

Tale riduzione (di fitofarmaci e fertilizzanti) sarà resa possibile grazie alla programmazione e razionalizzazione degli interventi in base alla coltura considerata, e nel rispetto dei principi ecologici, economici e tossicologici anche attraverso l'impiego di supporti informativi.

Si prevede, infatti, l'introduzione dell'utilizzo di un **Decision Support System (DSS)** agricolo, come specificato di seguito (vedasi capitolo 7), ciò permetterà sia di monitorare le produzioni sia un uso più razionale delle risorse. I DSS integrano l'andamento meteorologico, lo sviluppo fenologico delle colture e algoritmi matematici per fornire all'utente informazioni preziose per la gestione della coltura e dei trattamenti di difesa, consentendo così un'ottimale programmazione delle operazioni, un risparmio in termini di trattamenti fitosanitari, di calcolare correttamente i volumi di adacquamento e il numero di interventi. (vedasi capitolo 7).

Qualora, in base allo sviluppo vegetativo delle colture e ai risultati del monitoraggio, dovessero risultare necessari interventi di **fertilizzazione** si farà ricorso a **prodotti derivanti dalle aziende locali** (zootecniche o frantoio oleari), tale soluzione appare sostenibile dal punto di vista ambientale poiché si riduce l'immissione nell'ambiente di prodotti inquinanti; economico in termini di risparmio rispetto all'acquisto di fertilizzanti chimici e sociale poiché l'utilizzo di scarti di altre filiere produttive, pienamente **in linea con i principi dell'economia circolare**, permette di ottimizzare il consumo di risorse nel ciclo produttivo, valorizzando gli scarti di altre produzioni con consequenziali vantaggi per l'intera società.

Si specifica che le quantità sia in caso di utilizzo di effluenti zootecnici palabili (letame) sia di acqua di vegetazione proveniente dalla produzione dei frantoi oleari, sarà modulata con oculatezza nel rispetto di criteri generali di utilizzazione riportati nelle normative di settore, oltre che in base ai dati raccolti dal monitoraggio agronomico.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 58 di 91

Lo spandimento sarà evitato nei giorni di pioggia e nei giorni immediatamente successivi, scongiurando rischi di lisciviazione dei nitrati e percolazione degli stessi verso gli strati più interni di terreno e nelle falde sottostanti.

Grazie all'avvicendamento proposto insieme alla gestione ipotizzata si verrà a creare un circolo virtuoso in cui le specie godranno del mutuo beneficio, inoltre, è previsto un **miglioramento della struttura del terreno**, della sua disponibilità organica e della capacità di trattenere acqua.

Infatti, il mantenimento parziale dei residui vegetali fino alle successive semine e la presenza della componente impiantistica per la produzione di energia fotovoltaica concorreranno al mantenimento di una buona umidità del suolo.

La struttura dello strato attivo sarà migliorata sia dall'apporto di sostanza organica derivante dalla biomassa lasciata sul suolo a fine ciclo colturale, sia dall'azione meccanica derivante dalla crescita delle radici delle stesse (che hanno caratteristiche differenti in termini di capacità di approfondimento).

La biomassa lasciata in campo ne permetterà una copertura continua, ciò permette di **contrastare il fenomeno dell'erosione**, come illustrato nel paragrafo 5.2, è intensificato dallo sfruttamento intensivo di suoli per l'agricoltura, associato all'eliminazione sistematica di barriere naturali.

L'avvicendamento colturale inoltre limiterà il rischio derivante dall'avvento di fisiopatie, molto probabile invece nel caso di ristoppio.

Si ribadisce, infine, che le scelte agronomiche proposte sono frutto di valutazioni multifattoriali che tengono conto anche della natura innovativa del sistema, che prevede la coesistenza della produzione di energia e la gestione agricola dello stesso appezzamento.

Considerato il mantenimento dell'indirizzo produttivo, **verranno impiegate macchine facilmente reperibili**, già in possesso ai contoterzisti della zona.

Si prevede inoltre la creazione di **fasce protettive tagliafuoco** (comunemente dette "precese"), al fine di prevenire l'insorgenza di incendi spontanei dovuti alle elevate temperature estive e alla presenza di residui vegetali secchi.

Come disposto dall'art. 6 del Decreto del Presidente della Giunta regionale n° 180 del 26 marzo 2015 (ai sensi della L. 353/2000 e della L.r. 7/2014), a conclusione delle operazioni di mietitrebbiatura saranno create delle fasce sgombre da ogni residuo vegetale. Tali fasce - denominate precese - avranno una larghezza continua di m 15 e verranno create perimetralmente a ridosso delle singole aree recintate dell'impianto agrivoltaico entro la data perentoria del 15 luglio, attraverso passaggio con attrezzo estirpatore trainato da trattore agricola o intervento di erpicatura, garantendo che un eventuale incendio innescato nell'area oggetto di intervento non si propaghi alle aree circostanti e confinanti.

7. Monitoraggio agrometeorologico

Come descritto nel paragrafo 6.2, si è optato di condurre il terreno oggetto di intervento secondo i principi dell'**agricoltura conservativa** e della **produzione integrata**.

In aggiunta si prevede di migliorare la gestione attraverso accorgimenti che consentiranno di avvicinare progressivamente l'azienda a una gestione sempre più orientata ad un'**Agricoltura di Precisione (AP)**⁴⁸.

Le definizioni di AP (Pisante, 2013) riguardano l'adozione di tecniche che consentono di:

- migliorare l'apporto di input attraverso l'analisi di dati raccolti da sensori e la relativa elaborazione con strumenti informativi (DSS⁴⁹, meglio descritti più avanti), che, gestendo la variabilità temporale, permettono di dosare al meglio l'impiego di input (acqua, prodotti fitosanitari e concimi);
- garantire la tracciabilità del prodotto utilizzando tecnologie informatiche per la registrazione dei dati di campo;
- impiegare "macchine intelligenti" in grado di modificare la propria modalità operativa all'interno delle diverse aree.

A livello nazionale esistono delle "Linee Guida per lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione in Italia"⁵⁰, redatte a cura del Gruppo di Lavoro nominato con DM n. 8604 dell'1/09/2015 e pubblicate nel settembre 2017 da parte del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, che costituiscono uno specifico approfondimento sull'innovazione tecnologica in campo agricolo, illustrando le metodologie da attuare per la realizzazione dell'Agricoltura di Precisione. Tali Linee Guida sono state utilizzate come modello di riferimento nella predisposizione del modello di gestione di monitoraggio del progetto.

Considerata la realtà aziendale, si prevede di agire introducendo:

- una stazione agrometeorologica dotata di sensori standard per la misurazione di temperatura del suolo e dell'aria, quantità di pioggia, velocità e direzione del vento, umidità del suolo e dell'aria, radiazione solare totale, evapotraspirazione e bagnatura fogliare (Figura 47);
- impiego di un supporto informativo (Decision Support System, DSS, Figura 47) per la registrazione delle operazioni di campo, la consultazione e l'elaborazione dei dati meteo per garantire un utilizzo razionale degli input agronomici. La registrazione dei dati di produzione, se integrata con il DSS, consente la compilazione in tempo reale dei dati necessari per il quaderno di campagna⁵¹.

Si esclude al momento l'integrazione dei dati di posizionamento dei macchinari con il DSS.

⁴⁸ Agricoltura che impiega strumenti, tecnologie e sistemi informativi allo scopo di supportare il processo di assunzione di decisioni in merito alla produzione dei raccolti (Gebbers e Adamchuk, 2010)

⁴⁹ DSS sono sistemi informatici che raccolgono, organizzano, interpretano e integrano in modo automatico le informazioni provenienti in tempo reale dal monitoraggio dell'«ambiente coltura» (attraverso sensori o attività di monitoraggio). I DSS analizzano questi dati per mezzo di avanzate tecniche di modellistica e, sulla base degli output dei modelli, generano una serie di allarmi e supporti alle decisioni.

⁵⁰ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12069>

⁵¹ Il Quaderno di campagna o Registro dei trattamenti, come indicato al comma 3 dell'art. 42 del DPR n. 290/01, è un registro obbligatorio per tutte le aziende agricole che utilizzano prodotti fitosanitari per la difesa delle colture agrarie che riporta cronologicamente l'elenco dei trattamenti eseguiti sulle diverse colture oppure, in alternativa, una serie di moduli distinti, ciascuno relativo ad una singola coltura.

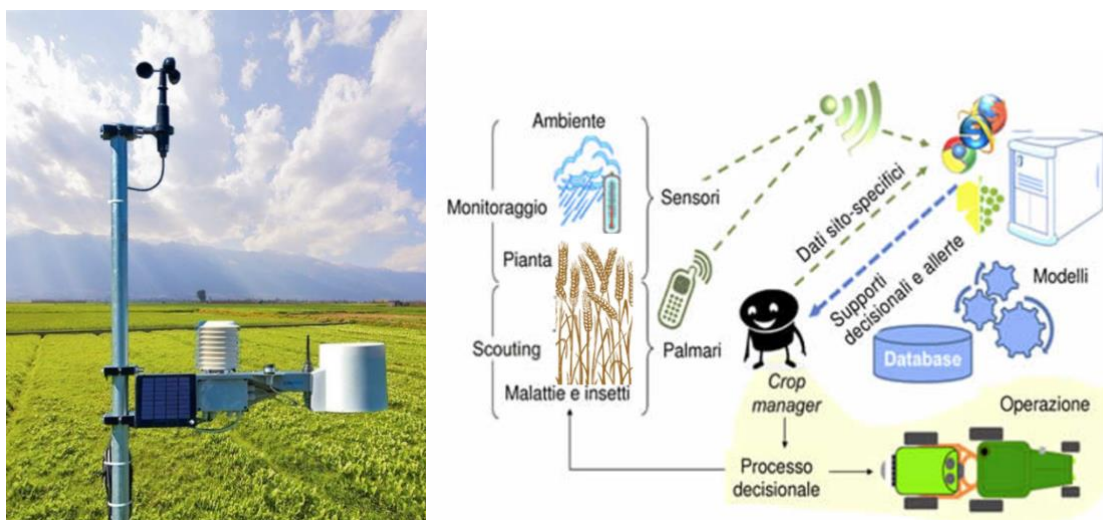


Figura 47. Stazione agrometeorologica e schema di flusso dei DSS

L’installazione della stazione agrometeorologica è conforme a quanto indicato dalle “Linee Guida per l’Applicazione dell’Agro-fotovoltaico in Italia” (Unitus, 2021). Per poter controllare lo stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale biota, nonché la sua evoluzione nello spazio e nel tempo è, infatti, di fondamentale importanza la conoscenza dei parametri ambientali. A tale scopo l’ubicazione e il tipo di stazione verranno eletti nel rispetto dei parametri (Figura 8.2) indicati dal WMO (WMO, 2018) che definisce i quattro criteri necessari per ottenere delle misurazioni di qualità:

- utilizzare stazioni meteorologiche automatiche;
- utilizzare sensori di qualità elevata;
- installare i sensori in siti idonei, con una corretta altezza dal suolo ed esposizione;
- garantire un elevato standard di supervisione (manutenzione, ispezione e calibrazione dei sensori).

Strumento	Altezza installazione	Localizzazione
Termo/igrometro	da 1.70 a 2.00 metri	Superficie erbosa obbligatoria, esposizione schermo solare a Sud, distanza da eventuali edifici, almeno 10 metri.
Pluviometro	Alla medesima altezza del sensore di temperatura/umidità.	In campo aperto, lontano almeno 10 metri da ostacoli verticali, quali edifici o alberi che ne impediscano l'accumulo della pioggia o neve soprattutto in caso di precipitazioni trasversali.
Radiazione Solare.	Oltre i 2.00 metri	Alla sommità del palo dove sarà installata la stazione meteorologica.
Anemometro	Da 2.50 a 10.00 metri di altezza.	Anch'esso in campo aperto, alla sommità del palo e comunque non oltre i 10 metri di altezza, lontano da ostacoli verticali per almeno 10 metri.
Schermatura consigliata	-	Schermo solare passivo(5 o 8 piatti Davis) o ventilato o capannina.

Figura 48. Caratteristiche dei sensori e dei siti (WMO, 2018).

La stazione verrà posizionata all’interno di uno dei lotti in conformità con quanto appena indicato.

La raccolta dei dati meteo avverrà durante la fase di esercizio dell’impianto (corso d’opera).

La scelta del DSS da impiegare verterà, in particolare, sull’identificazione di un sistema in grado di fornire gli indici di rischio per le malattie delle colture scelte per la proposta progettuale. Attraverso il DSS sarà possibile monitorare:

- la registrazione delle concimazioni effettuate con l’indicazione dei prodotti specifici e delle relative titolazioni; la definizione delle quantità di concime da applicare in funzione del tipo di terreno, dell’andamento meteorologico, della resa attesa e del processo colturale; l’ottimizzazione delle tempistiche;

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 61 di 91

- la registrazione delle produzioni ottenute, utile anche per la creazione di un database relativo alla coltivazione in un sistema agrivoltaico di pieno campo su un periodo di 25-30 anni;
- lo sviluppo di patologie, riducendo il numero di interventi. Nello specifico si ricorrerà a modelli previsionali per specifiche patologie quali ruggine bruna, oidio, fusariosi della spiga, rincosporiosi, maculatura reticolare e micotossine⁵²;

L'integrazione, tra i dati meteo registrati in campo e l'elaborazione dei dati da parte del DSS e le analisi ad opera di un tecnico specializzato serviranno per orientare al meglio le decisioni agronomiche, favorendo quindi:

- l'utilizzo sostenibile dei prodotti (prodotti fitosanitari e concimi);
- l'individuazione del momento migliore di intervento in campo;
- la registrazione delle produzioni e la tracciabilità del prodotto;
- il monitoraggio delle produzioni ottenibili in un sistema agrivoltaico;

Infine, per tutte le colture in rotazione la registrazione delle produzioni ottenute dalle diverse colture porterà alla creazione di un database relativo alla coltivazione in un sistema agrivoltaico di pieno campo su un periodo di 25-30 anni. L'analisi di questi dati contribuirà quindi anche ad aumentare le conoscenze utili ad individuare le colture più adatte a tale sistema produttivo in condizioni agroambientali analoghe a quelle del sito di intervento.

⁵² <https://www.horta-srl.it/sito/wp-content/uploads/2021/02/Orzo-Fascicolo-SITO-certificazione.pdf>;

8. Analisi economica

Al fine di identificare una soluzione atta a garantire una produzione agricola compatibile con le caratteristiche pedoclimatiche dell'areale e che, al contempo, valorizzasse il territorio e le sue risorse, nella fase di progettazione di un impianto agrivoltaico si presta particolare attenzione:

- alla vocazionalità territoriale;
- all'andamento economico del comparto agricolo della regione (analizzate nel paragrafo 4.3);
- a garantire la continuità dell'indirizzo produttivo, in linea con quanto indicato al punto B.1.a delle linee guida del MiTE (vedasi paragrafo 3.1); ciò avviene attraverso la valutazione dell'Orientamento Tecnico Economico (OTE) e la Produzione Standard (PS).

L'OTE può essere definito come un'evoluzione del più abituale concetto di indirizzo produttivo e si basa sul concetto di affinità che ciascuna attività agricola presenta con le altre.

A seconda del livello di dettaglio è possibile distinguere un OTE generale, un OTE principale e un OTE particolare, secondo la categorizzazione riportata in Figura 51:

OTE generali	OTE principali	OTE particolari
Aziende specializzate - produzioni vegetali		
1 Aziende specializzate nei seminativi	15 Aziende specializzate nella coltivazione di cereali e di piante oleaginose e proteaginose	151 Specializzate nei cereali (escluso il riso) e piante oleose e proteiche
		152 Risicole specializzate
	16 Aziende specializzate in altre colture a seminativi	153 Combinazioni di cereali, riso, piante oleose e piante proteiche
		161 Specializzate nelle piante sarchiate
		162 Combinazioni di cereali, oleaginose, proteiche e sarchiate
		163 Specializzate in orti in pieno campo
		164 Specializzate nella coltura di tabacco
		165 Specializzate nella coltura di cotone
		166 Con diverse colture di seminativi combinate
		2 Aziende specializzate in ortofloricoltura
212 Specializzate in floricoltura e piante ornamentali da serra		
213 Specializzate in ortofloricoltura mista da serra		
22 Aziende specializzate in ortofloricoltura all'aperto	221 Specializzate in orticoltura all'aperto	
	222 Specializzate in floricoltura e piante ornamentali all'aperto	
	223 Specializzate in ortofloricoltura mista all'aperto	
23 Aziende specializzate in altri tipi di ortofloricoltura	231 Specializzate nella coltura dei funghi	
	232 Specializzate in vivai	
	233 Specializzate in diverse colture ortofloricole	
3 Aziende specializzate nelle colture permanenti	35 Aziende specializzate in viticoltura	351 Vinicole specializzate nella produzione di vini di qualità
		352 Vinicole specializzate nella produzione di vini non di qualità
		353 Specializzate nella produzione di uve da tavola
		354 Viticole di altro tipo
	36 Aziende specializzate in frutticoltura e agrumicoltura	361 Specializzate produzione frutta fresca (esclusi agrumi, f. tropicale e f. a guscio)
		362 Specializzate produzione di agrumi
		363 Specializzate produzione di frutta a guscio
		364 Specializzate produzione di frutta tropicale
		365 Specializzate produzione mista di frutta fresca, agrumi, f. tropicale e f. a guscio
	37 Aziende specializzate in olivicoltura	370 Specializzate in olivicoltura
38 Aziende con diversa combinazione di colture permanenti	380 Con diversa combinazione di colture permanenti	

Figura 49. Schematizzazione degli OTE secondo RICA. Fonte: <https://rica.crea.gov.it/tabella-degli-ote-validi-a-partire-dall-esercizio-contabile-2010-25.php>.

La **PS** corrisponde al valore monetario medio ponderato della produzione agricola lorda totale (cioè, comprendente oltre al prodotto principale anche eventuali prodotti secondari).

Per la valutazione dell'OTE aziendale dello stato di fatto, si è fatto riferimento ai valori di Produzione Standard, calcolati dal RICA per la Regione Puglia⁵³ e riferite all'annualità 2017. Di seguito, in Tabella 5, sono riportate le PS delle colture prese in considerazione, coltivate nelle precedenti annate agrarie:

Tabella 5. Estratto della Tabella delle Produzioni Standard - Anno 2017 della Regione Puglia - Colture stato di fatto.

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Puglia	C1120T	D02	Frumento duro	1.017	EUR_per_ha
Puglia	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	16.234	EUR_per_ha
Puglia	C1300T	D04	Orzo	692	EUR_per_ha
Puglia	C1400T	D05	Avena	551	EUR_per_ha
Puglia	G2000T	D18D	Altre foraggere: Leguminose	432	EUR_per_ha
Puglia	Q0000T	D21	Terreni a riposo o a set-aside senza aiuto	-	EUR_per_ha
Puglia	G9100T_G9900T	D18B	Altre foraggere avvicendate	453	EUR_per_ha

Per il calcolo della PS delle superfici oggetto di intervento, si è utilizzato il dato riferito alla **superficie recintata** del futuro impianto agrivoltaico, di estensione pari a 46,38 ha (Tabella 6).

⁵³ <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>

Tabella 6. Produzioni standard delle superfici oggetto di intervento relative all'arco temporale 2019-2023.

* il valore è stato moltiplicato per 2 perché all'interno della stessa annata agraria e sullo stesso appezzamento vengono raccolte angurie e cicorie

	Coltura	Sup. ha	PLV €/ha	PLV aziendale
2019	Cover crop	16,23	0,00	0,00 €
	Cocomero-Cicoria	4,52	32.468*	146.619,91 €
	Frumento duro	5,58	1,017	5.678,62 €
	Avena	7,80	551	4.295,80 €
	Orzo	12,26	692	8.482,46 €
2020	Cover crop	5,58	0,00	0,00 €
	Cocomero-Cicoria	4,52	32.468*	146.619,91 €
	Frumento duro	13,97	1.017	14.205,76 €
	Avena	7,80	551	4.295,80 €
	Orzo	12,26	692	8.482,46 €
	Veccia	2,26	432	975,42 €
2021	Cover crop	16,23	0,00	0,00 €
	Cocomero/Cicoria	4,52	32.468*	146.619,91 €
	Frumento duro	5,58	1.017,00	5.678,62 €
	Avena	7,80	551,00	4.295,80 €
	Orzo	12,26	692,00	8.482,46 €
2022	Cover crop	10,10	0,00	0,00 €
	Frumento duro	16,23	1.017,00	16.502,06 €
	Avena	7,80	551,00	4.295,80 €
	Orzo	12,26	692,00	8.482,46 €
2023	Cover crop	16,23	0,00	0,00 €
	Cocomero/Cicoria	4,52	32.468*	146.619,91 €
	Frumento duro	5,58	1.017,00	5.678,62 €
	Erbaio annuale	20,05	453,00	9.084,58 €
	TOTALE (5 anni)		695.396,38 €	
	Media annua		39.079,28 €	
	Media annua/ha		2.998,69 €	

Le superfici considerate, condotte nell'ultimo quinquennio, hanno potuto esprimere una PS media annua pari a **2.998,69 €/ha**.

Come esposto nel paragrafo 6.2.2, la proposta progettuale al fine di mantenere l'attuale indirizzo produttivo, prevede la divisione dell'intera superficie in 3 fondi differenti ognuno dei quali avrà una **rotazione** con assenza di ristoppio.

Più nel dettaglio, la proposta progettuale prevede nel fondo 1 l'avvicendamento del favino (coltura miglioratrice) con cicoria e cocomero (colture depauperanti); nel fondo 2 la presenza di lupinella (coltura miglioratrice) per 5 anni al termine dei quali essa sarà sostituita con la rotazione prevista per il fondo 3; nel fondo 3 ci sarà la rotazione di frumento duro (coltura depauperante) alternato a favino (coltura miglioratrice), orzo (coltura depauperante) e nuovamente frumento seguito da favino (e al termine dei 5 anni la rotazione sarà sostituita dalla coltivazione di lupinella).

Le colture inserite nella rotazione proposta fanno parte del medesimo OTE dello stato di fatto, ovvero, "seminativi" e "ortofloricoltura".

Viene, pertanto, mantenuto il medesimo indirizzo produttivo fra lo stato di fatto e la proposta agronomica avanzata, in linea con quanto indicato al punto B.1.a delle linee guida del MiTE (capitolo 9).

Per la valutazione dell'OTE aziendale della proposta progettuale, si è fatto riferimento ai valori di Produzione Standard, calcolati dal RICA per la Regione Puglia⁵⁴ e riferite all'annualità 2017. In Tabella 7 sono riportate le PS delle colture prese in considerazione per la proposta progettuale:

Tabella 7. Estratto della Tabella delle Produzioni Standard - Anno 2017 della Regione Puglia - Colture proposta progettuale.

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Puglia	C1120T	D02	Frumento duro	1.017	EUR_per_ha
Puglia	P1000T	D09A	Leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	1061,21	EUR_per_ha
Puglia	C1300T	D04	Orzo	692	EUR_per_ha
Puglia	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	773	EUR_per_ha
Puglia	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	16.234	EUR_per_ha

Per il calcolo della PS delle superfici dell'impianto agrivoltaico si è considerata la capacità produttiva della sola **"Area Agricola"** all'interno dell'area recintata dell'impianto agrivoltaico, calcolata come di seguito esposto in Tabella 8.

Tabella 8. Calcolo delle superfici progettuali.

	Lotto 1	Lotto 2	Lotto 3
Superficie Lotto (m ²)	111819,64	163154,31	182238,79
n° Stringhe	375	655	476
Lunghezza Stringa (m)	20,55	20,55	20,55
Larghezza fascia non coltivabile (m)	2,82	2,82	2,82
fascia non coltivabili stringhe (m ²)	21731,63	37957,91	27584,68
Locali tecnici e inverter (m ²)	123,04	723,16	215,22
Superficie Non Agricola (m ²)	21854,67	38681,07	27799,90
Area Agricola Lotto (m²)	89964,97	124473,24	154438,89

La voce "Area Agricola Lotto" è stata ottenuta sottraendo all'area recintata (di ogni lotto) la superficie occupata dai locali tecnici, dagli inverter e dalla superficie non interessata dalle colture; tale superficie è ottenuta moltiplicando il numero di stringhe per la loro lunghezza lineare per la voce "larghezza fascia non

⁵⁴ <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>

coltivabile" (pari a m 2,82 - vedasi capitolo 9), corrispondente alla larghezza minima della proiezione al suolo delle strutture energetiche (con i tracker inclinati di $\pm 60^\circ$).

La **superficie agricola** (ricompresa all'interno dell'area recintata) destinata all'avvicendamento colturale proposto avrà un'estensione totale di 9,00 ha per il lotto 1; 12,45 ha per il lotto 2 e 15,44 ha per il lotto 3 per una superficie totale di **36,89 ha**.

Tali superfici sono state utilizzate per il calcolo della PS del progetto riportate in Tabella 9 :

Tabella 9. Produzioni standard delle superfici oggetto di intervento relative alla proposta progettuale.

* il valore è stato moltiplicato per 2 perché all'interno della stessa annata agraria e sullo stesso appezzamento vengono raccolte angurie e cicorie

	Coltura	Sup. ha	PLV €/ha	PLV aziendale
1° anno	Favino	9,00	1061,2	9547,2
	Lupinella	15,44	772,8	11935,0
	Frumento duro	12,45	1016,6	12653,7
2° anno	Cocomero-Cicoria	9,00	16234,3	292104,0*
	Lupinella	15,44	772,8	11935,0
	Favino	12,45	1061,2	13209,2
3° anno	Favino	9,00	1061,2	9547,2
	Lupinella	15,44	772,8	11935,0
	Orzo	12,45	692,1	8615,2
4° anno	Cocomero-Cicoria	9,00	16234,3	292104,0*
	Lupinella	15,44	772,8	11935,0
	Favino	12,45	1061,2	12653,7
5° anno	Favino	9,00	1061,2	9547,2
	Lupinella	15,44	772,8	11935,0
	Frumento duro	12,45	1016,6	12653,7
TOTALE (5 anni)				732.310 €
Media annua				146.462 €
Media annua/ha				3.158 €

La PS delle superfici condotte come da proposta avanzata risulta pari a **3.158 € anno/ha**; si specifica che per il calcolo di tale valore medio, si è comunque preso in considerazione il valore della superficie recintata totale, pari a 46,38 ha (ovvero il medesimo valore utilizzato per il calcolo della PS relativa allo stato di fatto).

La proposta progettuale garantirà quindi una PS in linea con quella attualmente esprimibile dalla superficie oggetto di studio, oltre al mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Di seguito, è esposta l'analisi degli utili "costi e ricavi" dell'attività agricola relativa alla rotazione proposta.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 67 di 91

8.1. Analisi costi e ricavi della proposta progettuale

In Tabella 10 è esplicitata l'analisi "costi e ricavi" delle superfici destinate alla coltivazione di specie seminatrici in avvicendamento (vedasi paragrafo 6.2.2). Per tale analisi economica, sono stati utilizzati i medesimi valori di area agricola calcolati in capitolo 8, Tabella 8: la somma delle aree agricole nelle recintate è pari a 36,89 ha.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"

E-RLA0

Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico

rev 00

26/02/2024

Pagina 68 di 91

Tabella 10. Analisi reddituale delle superfici destinate alla coltivazione di seminativi in avvicendamento previste per il progetto agrivoltaico "Masseria Scianne".

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO I				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo	ha	45,00 €	36,89	1.660,05 €
Discatura con erpice	ha	110,00 €	36,89	4.057,90 €
Semina frumento duro e rullatura	ha	70,00 €	12,45	871,50 €
Acquisto sementi frumento duro (160 Kg/Ha)	kg	0,88 €	1867,5	1.643,40 €
Trattamento preventivo (prodotti cuprici e distribuzione)	ha	120,00 €	12,45	1.494,00 €
Mietitrebbiatura e trasporto frumento duro	ha	150,00 €	12,45	1.867,50 €
Semina lupinella	ha	70,00 €	15,44	1.080,80 €
Acquisto sementi di lupinella	kg	4,50 €	1544	6.948,00 €
Sfalcio lupinella (3 sfalci)	ha	450,00 €	15,44	6.948,00 €
Raccolta e pressatura lupinella (3 raccolte)	ha	270,00 €	15,44	4.168,80 €
Semina favino	ha	70,00 €	9	630,00 €
Acquisto sementi di favino	kg	0,50 €	1800	900,00 €
Raccolta favino	ha	150,00 €	9	1.350,00 €
TOTALE				33.619,95 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO II				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo	ha	45,00 €	9	405,00 €
Discatura con erpice	ha	110,00 €	9	990,00 €
Trapianto cicoria	ha	110,00 €	9	990,00 €
Acquisto piantine cicoria	cad.	0,05 €	540000	27.000,00 €
Irrigazione	m3	0,60 €	9000	5.400,00 €
Raccolta cicoria	q.le	35,00 €	900	31.500,00 €
Spandimento letame	ha	45,00 €	9	405,00 €
Discatura con erpice	ha	110,00 €	9	990,00 €
Trapianto cocomero	ha	130,00 €	9	1.170,00 €
Acquisto piantine cocomero	cad	0,10 €	27000	2.700,00 €
Irrigazione	m3	0,60 €	22500	13.500,00 €
Raccolta cocomero	q.le	35,00 €	5400	189.000,00 €
Sfalcio lupinella (3 sfalci)	ha	450,00 €	15,44	6.948,00 €
Raccolta e pressatura lupinella (3 raccolte)	ha	270,00 €	15,44	4.168,80 €
Semina favino	ha	70,00 €	12,45	871,50 €
Acquisto sementi di favino	kg	0,50 €	2490	1.245,00 €
Raccolta favino	ha	150,00 €	12,45	1.867,50 €
TOTALE				289.150,80 €

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"

E-RLA0

Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico

rev 00

26/02/2024

Pagina 69 di 91

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO III

Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Semina favino	ha	70,00 €	9	630,00 €
Acquisto sementi di favino	kg	0,50 €	1800	900,00 €
Raccolta favino	ha	150,00 €	9	1.350,00 €
Semina lupinella	ha	70,00 €	15,44	1.080,80 €
Acquisto sementi di lupinella	kg	4,50 €	772	3.474,00 €
Sfalcio lupinella (3 sfalci)	ha	450,00 €	15,44	6.948,00 €
Raccolta e pressatura lupinella (3 raccolte)	ha	270,00 €	15,44	4.168,80 €
Semina orzo	ha	70,00 €	12,45	871,50 €
Acquisto sementi di orzo	kg	0,50 €	1867,5	933,75 €
Raccolta orzo	ha	150,00 €	12,45	1.867,50 €
TOTALE				22.224,35 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO IV

Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Spandimento letame	ha	45,00 €	9	405,00 €
Discatura con erpice	ha	130,00 €	9	1.170,00 €
Trapianto cicoria	ha	110,00 €	9	990,00 €
Acquisto piantine cicoria	cad.	0,05 €	540000	27.000,00 €
Irrigazione	m3	0,60 €	9000	5.400,00 €
Raccolta cicoria	q.le	35,00 €	900	31.500,00 €
Spandimento letame	ha	45,00 €	9	405,00 €
Discatura con erpice	ha	110,00 €	9	990,00 €
Trapianto cocomero	ha	130,00 €	9	1.170,00 €
Acquisto piantine cocomero	cad	0,10 €	27000	2.700,00 €
Irrigazione	m3	0,60 €	22500	13.500,00 €
Raccolta cocomero	q.le	35,00 €	5400	189.000,00 €
Sfalcio lupinella (3 sfalci)	ha	450,00 €	46,32	6.948,00 €
Raccolta e pressatura lupinella (3 raccolte)	ha	270,00 €	15,44	4.168,80 €
Semina favino	ha	70,00 €	12,45	871,50 €
Acquisto sementi di favino	kg	0,50 €	2490	1.245,00 €
Raccolta favino	ha	150,00 €	12,45	1.867,50 €
TOTALE				289.330,80 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO V

Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Semina frumento duro e rullatura	ha	70,00 €	12,45	871,50 €
Acquisto sementi frumento duro (160 Kg/Ha)	kg	0,88 €	1867,5	1.643,40 €

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"

E-RLA0

Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico

rev 00

26/02/2024

Pagina 70 di 91

Trattamento preventivo (prodotti cuprici e distribuzione)	ha	120,00 €	12,45	1.494,00 €
Mietitrebbiatura e trasporto frumento duro	ha	150,00 €	12,45	1.867,50 €
Semina lupinella	ha	70,00 €	15,44	1.080,80 €
Sfalcio lupinella (3 sfalci)	ha	450,00 €	15,44	6.948,00 €
Raccolta e pressatura lupinella (3 raccolte)	ha	270,00 €	46,32	12.506,40 €
Semina favino	ha	70,00 €	9	630,00 €
Acquisto sementi di favino	kg	0,50 €	1800	900,00 €
Raccolta favino	ha	150,00 €	9	1.350,00 €
TOTALE				29.291,60 €

COSTI TOTALI

TOTALE	663.617,50 €
---------------	---------------------

RICAVI

Anno-Coltura	Produzione (t/ha)	Produzione Totale (t)	Prezzo di vendita (€/t)	Totale (€)
1-FRUMENTO DURO	1,5	18,7	420	7.843,50 €
1-FAVINO	8	72,0	250	18.000,00 €
1-LUPINELLA	10	154,4	190	29.336,00 €
2-CICORIA	12	108,0	700	75.600,00 €
2-COCOMERO	65	585,0	400	234.000,00 €
2-LUPINELLA	10	154,4	190	29.336,00 €
2-FAVINO	8	99,6	250	24.900,00 €
3-FAVINO	8	99,6	250	24.900,00 €
3-LUPINELLA	10	154,4	190	29.336,00 €
3-ORZO	15	186,75	200	37.350,00 €
4-CICORIA	12	108,0	700	75.600,00 €
4-COCOMERO	65	585,0	400	234.000,00 €
4-LUPINELLA	10	154,4	190	29.336,00 €
4-FAVINO	8	99,6	250	24.900,00 €
5-FRUMENTO DURO	1,5	18,7	420	7.843,50 €
5-FAVINO	8	72,0	250	18.000,00 €
5-LUPINELLA	10	154,4	190	29.336,00 €
TOTALE				929.617,00 €

REDDITO ATTESO			
Totale costi	663.617,50 €	Costo medio ha/anno	3.597,82 €
Totale ricavi	929.617,00 €	Ricavo medio ha/anno	5.039,94 €
UTILE	265.999,50 €	Reddito medio ha/anno	1.442,12 €

L'utile totale atteso nell'arco del quinquennio considerato ammonta a **929.617,00 €**, corrispondenti a **1.442,12 €** annui/ha.

8.2. Analisi economica monitoraggio agrometeorologico

Come indicato nel capitolo 7, si prevede l'installazione di una stazione agrometeorologica in campo per la quale si stimano i costi indicati in Tabella 11, ottenuti ipotizzando una vita dell'impianto di 25 anni e il costo per la sensoristica la licenza per la consultazione dei dati. È stato inoltre considerato il costo di un agronomo senior che sarà il responsabile dell'analisi dell'integrazione dei dati, anche attraverso la redazione di report specifici.

Tabella 11. Analisi economica estimativa per il monitoraggio agronomico.

		ATTIVITÀ			COSTO €	
		MONITORAGGIO METEOROLOGICO	RACCOLTA/GESTIONE/ANALISI DATI DSS	MONITORAGGIO QUALIQUANTITATIVO DELLE PRODUZIONI		
FASE PROGETTUALE *	Ante Operam	Installazione stazione meteo € 3.500,00	-	-	€ 3.500,00	
	Corso d'Opera	-	-	-	-	
	Post Operam	Fase di esercizio	Manutenzione stazione e licenza SW DSS € 31.250,00	Agronomo** € 13.125,00	Agronomo** € 13.125,00	€ 57.500,00
		Fase di dismissione	-	-	-	-
TOTALE					€ 61.000,00	

* Ante Operam/ Corso d'Opera/ Post Operam

** Costo giornaliero € 350,00

- ➔ Installazione stazione agrometeorologica: si prevede l'installazione della stazione di monitoraggio in fase ante Operam dotata di sensori di Temperatura/umidità, pluviometro, anemometro, sensori per il rilevamento della radiazione solare globale/ evapotraspirazione. Nel periodo di funzionamento della stessa apparecchiatura potranno essere previste delle operazioni di manutenzione stimabili in circa 250 €/anno (per una durata di circa 15 anni).
- ➔ Agronomo: nelle diverse fasi di monitoraggio si prevede la figura di un Agronomo che monitori i dati rilevati in campo (monitoraggi, stato fitosanitario, fenologia, ecc.), i risultati produttivi ottenuti e fornisca indicazioni tecniche di conduzione, per un impegno totale di tre giorni l'anno.

9. Conformità alle Linee Guida del MiTE

In questo capitolo si analizza la conformità del progetto rispetto alle Linee Guida del MiTE (paragrafo 3.1); l'analisi è stata sviluppata per confermare la rispondenza dell'impianto rispetto delle condizioni A, B e D2, identificati dal MiTE quali requisiti minimi che un progetto come quello proposto deve possedere per essere definito "agrivoltaico", infatti, per la realizzazione del progetto non si intende accedere ad alcun tipo di contributo statale né agli incentivi del PNRR.

Al fine di agevolare la comprensione si riporta di seguito la modalità di calcolo dei parametri utilizzati per la valutazione per il progetto proposto:

- **Superficie di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}):** è stata considerata l'area riferibile alla somma di tutte le superfici delle strutture fotovoltaiche proiettate ortogonalmente al terreno. Il numero delle stringhe installate in ciascuna tessera (Figura 50) è stato moltiplicato per l'area proiettata della singola stringa, ottenuta graficamente ed includendo la proiezione dei moduli, delle cornici, delle staffe di sostegno e dei motori dei tracker.

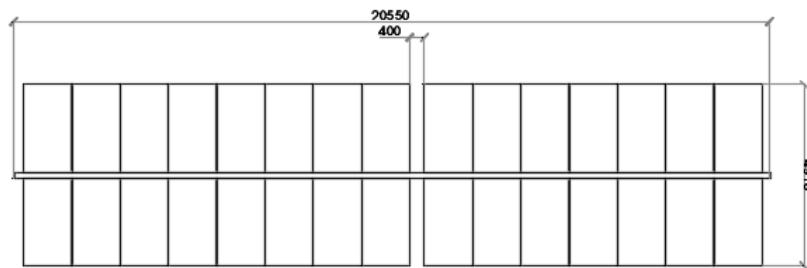


Figura 50. Rappresentazione della struttura fotovoltaica utilizzata.

- **Superficie totale di un sistema agrivoltaico (S_{tot}):** per ottenere tale parametro si è fatto riferimento alla superficie delle singole tessere che compongono la totalità del Sistema Agrivoltaico proposto.
 - **Tessere:** le tessere sono state identificate considerando la proiezione ortogonale dei tracker inclinati di 90° (massima superficie proiettata, ovvero con i moduli paralleli al suolo) oltre ad un offset di valore pari al *gap* solo a sinistra.
- **Superficie agricola:** per ciascuna tessera, l'area effettivamente utilizzata per l'attività agricola è stata calcolata sottraendo alla Superficie Totale la "superficie non agricola" pari alle porzioni di superficie immediatamente prossime ai pali di sostegno. A tale fine è stata considerata una fascia pari alla minima superficie proiettata delle strutture energetiche (tracker inclinati di 60°), ottenuta moltiplicando una larghezza pari a m 2,82 (Figura 51) per la lunghezza totale delle stringhe. Nel calcolo sono stati considerati come area non agricola anche i locali tecnici interni alla tessera.

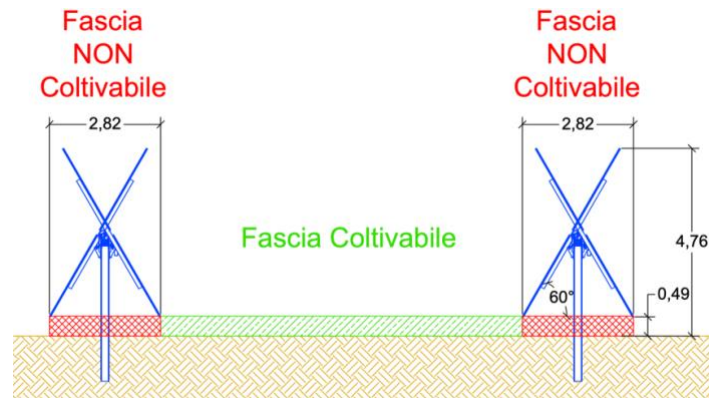


Figura 51. Strutture energetiche utilizzate poste a 60° .

L'impianto agrivoltaico proposto risulta quindi composto da **3 tessere**, rappresentata in Figura 52. A seguire si riportano le valutazioni effettuate per ciascuna tessera:

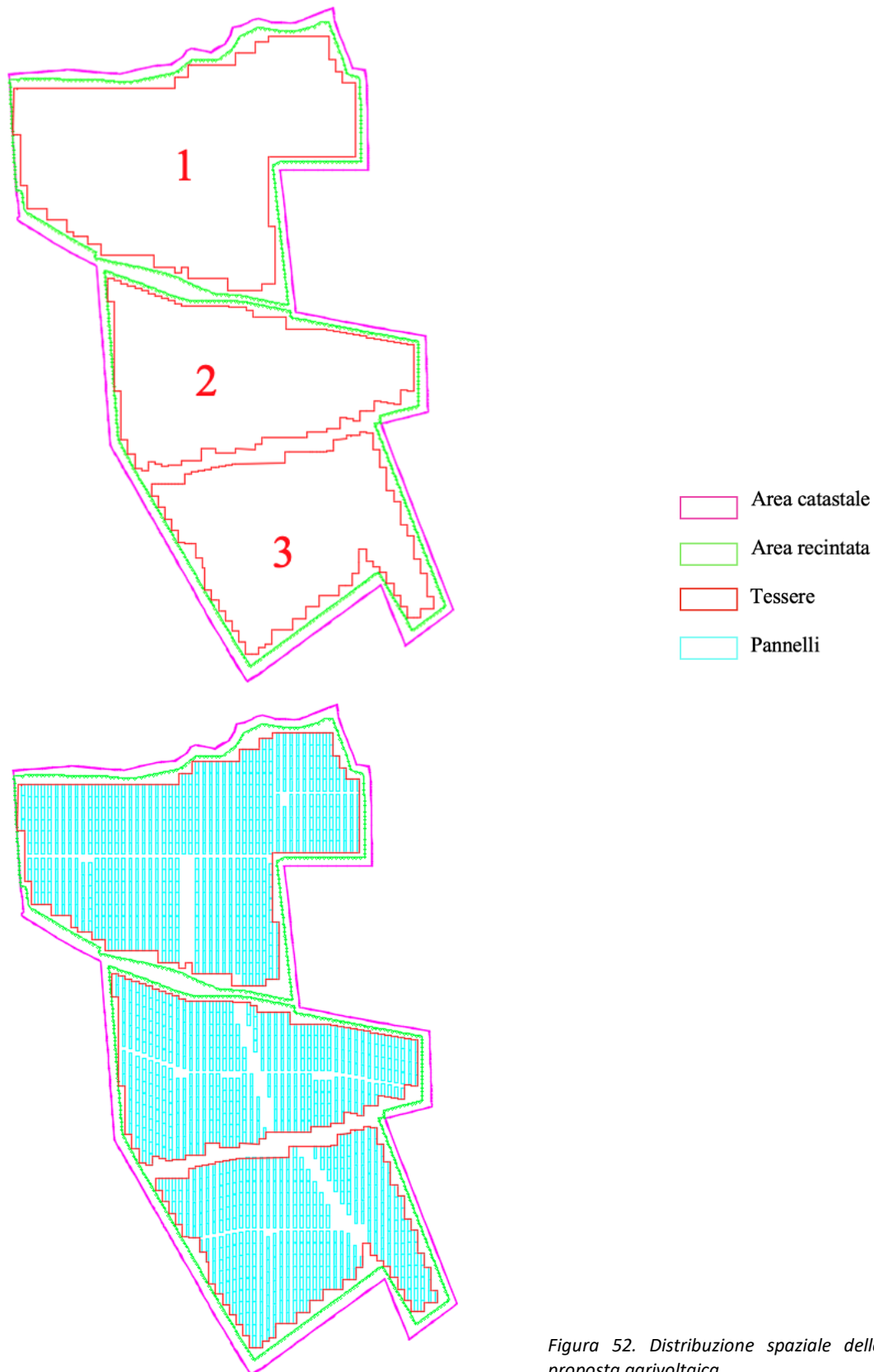


Figura 52. Distribuzione spaziale delle tessere della proposta agrivoltaica.

- **Requisito A - L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"**

L'impianto è stato progettato in modo tale da non compromettere la continuità dell'attività primaria, garantendo al contempo una sinergia della stessa con l'attività di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. In Tabella 12 si riportano le specifiche delle tessere considerate.

Tabella 12. Calcoli per la verifica di conformità al Requisito A delle Linee Guida del MiTE.

	Tessera 1	Tessera 2	Tessera 3
Superficie Tessera (Stot) (m ²)	173012,29	115558,96	107420,86
n° Stringhe	675	428	403
Lunghezza Stringa (m)	20,55	20,55	20,55
Larghezza fascia non coltivabile (m)	2,82	2,82	2,82
Superficie fascia non coltivabile (m ²)	39116,93	24803,03	23354,25
Locali tecnici e inverter (m ²)	209,58	137,82	115,02
Tare	0,00	1666,29	1290,67
Superficie Non Agricola Tessera (m ²)	39326,51	26607,14	24759,94
Superficie Agricola Tessera (m ²)	133685,79	88951,82	82660,92
A.1 Rapporto Sagr/Stot %	77,3	77,0	77,0
Superficie proiettata Stringa (m ²)	101,06	101,06	101,06
Sup. TOT proiettata Stringhe (m ²)	68215,50	43253,68	40727,18
A.2 LAOR % (Spv/Stot)	39,4	37,4	37,9

- **A.1 Superficie minima coltivata ($S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$):**

Il prosieguo dell'attività agricola sarà garantito su una superficie agricola di:

- Tessera 1: S_{agr} 133685,79 m² pari al **79,1%** della S_{tot} (173012,29 m²)
- Tessera 2: S_{agr} 88951,82 m² pari al **77,0%** della S_{tot} (115558,96 m²)
- Tessera 3: S_{agr} 82660,92 m² pari al **77,0%** della S_{tot} (107420,86 m²)

Volendo quindi esprimere un **valore medio**, la **superficie agricola totale nelle tessere** (305298,52 m²) **risulta pari al 77,0 % della superficie totale delle stesse** (395992,11 m²), valore assolutamente in linea con i parametri richiesti dal MiTE.

Si specifica inoltre che l'attività agricola proseguirà anche al di fuori delle superfici delimitate dalle tessere (entro, comunque, l'area recintata pari a 46,38 ha).

- **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio $\leq 40\%$):**

Il progetto Agrivoltaico proposto è caratterizzato da una configurazione (distanza tra i moduli, tipologia dei moduli, tipologia delle strutture di sostegno di tipo "tracker", ecc.) tale da garantire la continuità dell'attività agricola. Le scelte progettuali e la componente fotovoltaica impiegata, le cui caratteristiche tecniche sono riassunte nel paragrafo 6.1 e più ampiamente indicate negli elaborati tecnici, garantirà il soddisfacimento di tale requisito.

Nello specifico:

- S_{pv} Tessera 1: 68215,50 m² pari al **39,4 %** della S_{tot} Tessera 1 (173012,29 m²)
- S_{pv} Tessera 2: 43253,68 m² pari al **37,4%** della S_{tot} Tessera 2 (115558,96 m²)
- S_{pv} Tessera 3: 40727,18 m² pari al **37,9%** della S_{tot} Tessera 3 (107420,86 m²)

Considerando l'insieme delle tessere il valore del **LAOR (Land Area Occupation Ratio Medio)** per l'impianto proposto, la S_{pv} totale (m² 72589,80) risulta pari al **38,4%** della Superficie Totale delle tessere (395992,11 m²).

- **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**

Come più volte descritto, l'impianto agrivoltaico è stato progettato per perseguire l'obiettivo di realizzare una condizione di integrazione tra il sistema agricolo ed il sistema di produzione di energia elettrica, massimizzando il potenziale produttivo dei due sottosistemi.

Nello specifico:

- **B.1.a Esistenza e resa della coltivazione**

Come precedentemente esposto, la proposta progettuale garantirà il prosieguo dell'attività agricola ed il mantenimento dell'indirizzo produttivo delle superfici interessate dal futuro impianto agrivoltaico denominato "Masseria Scianne". Nell'analisi economica - esplicitata nel capitolo 8 - è espresso il valore della produttività delle superfici in termini di Produzione Standard (PS): l'attività agricola proposta garantirà una PS media annua di **3.158 € anno/ha**, a fronte di un valore di 2.998,69 €/ha relativo allo stato di fatto.

Pertanto, può considerarsi **invariata** la produttività di suddette superfici in seguito all'installazione della componente fotovoltaica.

Nel paragrafo 8.1 è stata invece redatta un'analisi "costi e ricavi" dell'attività agricola prevista sulle superfici agrivoltaiche, la cui sintesi è illustrata in Tabella 13:

Tabella 13. Sintesi dell'analisi costi e ricavi dell'attività agricola prevista per il progetto agrivoltaico "Masseria Scianne".

REDDITO ATTESO			
Totale costi	663.617,50 €	Costo medio ha/anno	3.597,82 €
Totale ricavi	929.617,00 €	Ricavo medio ha/anno	5.039,94 €
UTILE	265.999,50 €	Reddito medio ha/anno	1.442,12 €

Volendo esprimere un valore dell'utile medio nell'arco temporale considerato di 5 anni, la proposta progettuale garantirà un **profitto annuo** atteso di **1.442,12 €/ha**.

Per il monitoraggio relativo all'esistenza e resa della coltivazione saranno di supporto i documenti di contabilità che dimostrino la presenza della coltivazione agraria, nonché la registrazione dei fascicoli aziendali e delle relazioni agronomiche previste riferite esclusivamente alle particelle all'interno dell'area recintata.

Si prevede inoltre l'impiego di un DSS per la registrazione delle rese ottenute nel corso del progetto, che potrà rappresentare un ulteriore database utile a dimostrare tale continuità.

- **B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato**

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 77 di 91

Il presente progetto garantirà il mantenimento dell'indirizzo produttivo attualmente in corso, ovvero la coltivazione sia di specie seminative destinate all'alimentazione umana ed al foraggiamento zootecnico sia la coltivazione di colture orticole.

○ **B.2 Producibilità elettrica minima**

Considerando che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico risulta pari a 54,158 GWh/anno, corrispondente a **1,167 GWh/ha/anno** (considerando l'area recintata pari a **46,38 ha**) e che un impianto ottimizzato per la produzione di energia elettrica (pitch m 10) che utilizzi la stessa tecnologia può garantire una produttività di 65,00 GWh/anno (pari a **1,401 GWh/ha/anno** sulla medesima superficie), il sistema proposto risulta in grado di garantire l'**83,32%** della producibilità di un impianto fotovoltaico classico idealmente realizzabile sulla stessa area (vedasi **ALLEGATO 3 e ALLEGATO 4 - Simulazione producibilità impianto AGV e Simulazione producibilità impianto FV standard**).

● **Requisito D ed E - i sistemi di monitoraggio**

L'attività di monitoraggio è necessaria a garantire la continuità dell'attività agricola proposta, nello specifico, per rispettare i requisiti minimi è necessario implementare il D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola.

La produttività dell'impianto e le condizioni microclimatiche verranno monitorate annualmente attraverso l'utilizzo di una stazione agrometeorologica e di un DSS. Si prevede inoltre che i risultati siano elaborati in una relazione tecnica asseverata redatta da un professionista abilitato.

10. Conclusioni

L'improrogabile necessità di cambiare paradigma produttivo dell'energia, puntando a produzioni sostenibili da fonti rinnovabili, e la crescente richiesta di terreno, per far fronte all'aumento della popolazione, rendono ormai necessaria l'**ottimizzazione delle superfici**, ottenibile combinando i vantaggi della produzione di energia e l'utilizzo del terreno libero fra le strutture per l'attività agricola.

In ragione di quanto esposto, l'impianto proposto è stato progettato nell'ottica di **integrare armoniosamente le strutture per la produzione di energia rinnovabile alla conduzione agricola** consentendo di:

- **mantenere la possibilità di accedere al sostegno della PAC**, resa possibile data la prosecuzione dell'attività agricola, come auspicato dal CREA nelle "Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico" per l'esame del D.L. 17/2022 prima della conversione in legge (vedere capitolo 3).
- **Assicurare la continuità produttiva alle superfici oggetto di intervento**, come esposto nel paragrafo 5.2 l'area individuata per la realizzazione dell'impianto ricade in un "ambiente agrario", in cui predominano le colture seminative. La proposta qui avanzata garantisce la continuità della conduzione agricola in atto introducendo interventi volti al suo miglioramento.
- **Migliorare l'attività agricola in essere** proponendo pratiche in linea con quanto promosso con la PAC 2023-2027: introducendo tecniche agronomiche che garantiscano un miglior utilizzo del suolo e delle risorse. La rotazione colturale in progetto prevede infatti, oltre alle colture orticole e quelle cerealicole, da sempre coltivate nella zona, il ricorso a fabacee e l'introduzione dell'impiego di tecniche colturali migliorative, riferibili all'"agricoltura conservativa" (impegno ACA3), che possono rallentare il fenomeno erosivo tipico della zona oggetto d'esame. Tale fenomeno è spesso accelerato da attività agro-silvo-pastorali, per cui non sono applicate specifiche azioni agroambientali di controllo e mitigazione, ad esempio le monoculture cerealicole gestite in maniera intensiva (vedasi paragrafo 5.2). Inoltre, sulle superfici oggetto di intervento sarà introdotta l'adozione di un sistema di conduzione riferibile alla "produzione integrata" (impegno ACA01), integrando tecniche di monitoraggio riferibili all'"agricoltura di precisione" (impegno ACA24) (vedasi paragrafo 4.4 e paragrafo 6.2).
- **Contribuire al fabbisogno nazionale di frumento duro e ridurre la dipendenza estera**, infatti, come meglio illustrato nel paragrafo 4.3, la regione Puglia è da sempre zona altamente vocata per la produzione cerealicola, costituendo uno dei maggiori produttori nazionali. Garantire, seppur parzialmente, le superfici investite a frumento duro in Puglia, contribuisce a sostenere la produzione nazionale; la Puglia ha da sempre trainato il settore in oggetto, nonostante le evidenti difficoltà degli ultimi anni dovute alla siccità, all'aumento dei prezzi (ad esempio del carburante) e al conflitto russo-ucraino, garantendo la produzione regionale si potrà ridurre, in parte, la dipendenza estera di questo prodotto⁵⁵.
- **Sfruttare positivamente le conoscenze esistenti** che testimoniano come la presenza della componente energetica di progetto comporti spesso miglioramenti per le colture sottostanti in termini di riduzione della radiazione incidente, con conseguente riduzione dell'evapotraspirazione e quindi condizioni più favorevoli per lo sviluppo, nonché in termini di riparo offerto dalle strutture contro i venti e gli eventi meteorici spesso estremi e imprevedibili.

⁵⁵ L'Italia è lontana dall'autosufficienza alimentare di frumento duro, essendo ancora dipendente dall'import per il soddisfacimento del fabbisogno interno: circa il 40% degli utilizzi interni di frumento duro sono importati da Paesi europei; inoltre, la produzione a grano duro Italiana nel 2022 si sarebbe attestata a circa 3,94 m di t, contro le 4,06 del 2021, dunque in calo di circa il 3%. <https://ilfattoalimentare.it/grano-pasta-andrea-villani.html>; <https://durodisicilia.wordpress.com/2022/10/20/diamo-i-numeri-istat-2022-del-grano-duro-in-italia/comment-page-1/>

- Assicurare l'introduzione di una **gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo "agro-energetico"**; tale aspetto risulta premiale per l'attuale conduttore che intende proseguire l'attività agricola anche in presenza della componente fotovoltaica. Il layout dell'impianto agrivoltaico è stato progettato per consentire la coesistenza e la sinergia della componente agricola con quella energetica: le scelte riguardanti la disposizione delle strutture fotovoltaiche e quelle agronomiche (scelta delle specie, operazioni colturali, ecc.) garantiranno la sostenibilità economica e produttiva dell'intero sistema, pur mantenendo autonome e sostenibili le due componenti.

Al fine di comprendere come il progetto sia coerente con la Politica Agricola Comune, è importante considerare che la presenza dell'impianto agrivoltaico non interferisce di fatto con la possibilità di percepire aiuti. Infatti, il progetto, proposto:

- non interferisce con l'attività agricola;
- non utilizza strutture che impediscono l'ordinario ciclo colturale;
- consente il mantenimento di buone condizioni agronomiche e ambientali.

Ai sensi del regolamento (UE) n. 1307/2013, e in particolare dell'articolo 32 (Attivazione dei diritti all'aiuto), paragrafo 3, riguardante gli ettari ammissibili al sostegno PAC, fermo restando l'utilizzo prevalente per l'attività agricola, è consentito, previa comunicazione preventiva all'organismo pagatore competente, svolgere un'attività non agricola purché vengano rispettate alcune condizioni. Infatti, quando la superficie agricola di un'azienda è utilizzata anche per attività non agricole, essa si considera utilizzata prevalentemente per attività agricole se l'esercizio di tali attività (agricole) non è seriamente ostacolato dall'intensità, dalla natura, dalla durata e dal calendario delle attività non agricole. Tale regolamento è stato abrogato dall'entrata in vigore di un altro regolamento (UE), il n. 2115/2021, che però mantiene all'art. 3 la definizione di superficie agricola e all'art 4 specifica che "Ai fini degli interventi sotto forma di pagamenti diretti, l'«ettaro ammissibile» è determinato in modo tale da comprendere superfici che sono a disposizione dell'agricoltore e che consistono in:

a) qualsiasi superficie agricola dell'azienda che, durante l'anno per il quale è richiesto il sostegno, sia utilizzata per un'attività agricola o, qualora la superficie sia adibita anche ad attività non agricole, sia utilizzata prevalentemente per attività agricole; in casi debitamente giustificati per ragioni ambientali connesse o alla biodiversità e al clima, gli Stati membri possono decidere che gli ettari ammissibili comprendano anche determinate superfici utilizzate per attività agricole solo ogni due anni;

b) qualsiasi superficie dell'azienda che:

I. presenta elementi caratteristici del paesaggio soggetti all'obbligo di mantenimento ai sensi della norma BCAA 8 indicata nell'allegato III;

II. è utilizzata per raggiungere la quota minima di seminativo destinato a superfici ed elementi non produttivi, compresi i terreni lasciati a riposo, ai sensi della norma BCAA 8 elencati nell'allegato III;

III. per la durata del corrispondente impegno dell'agricoltore, è impegnata o mantenuta a seguito di un regime per il clima e l'ambiente di cui all'articolo 31.

*Se gli Stati membri decidono in tal senso, l'ettaro ammissibile può contenere altri elementi caratteristici del paesaggio, purché questi non siano predominanti e non ostacolino in modo significativo lo svolgimento dell'attività agricola a causa della superficie da essi occupata sulla parcella agricola. Nell'attuare tale principio, gli Stati membri possono fissare una quota massima della parcella agricola che può essere coperta da tali altri elementi caratteristici del paesaggio.
(...)*

c) qualsiasi superficie dell'azienda che abbia dato diritto a pagamenti a norma del titolo III, capo II, sezione 2, sottosezione 2, del presente regolamento o del regime di pagamento di base o del regime

di pagamento unico per superficie di cui al titolo III del regolamento (UE) n. 1307/2013 e che non sia un «ettaro ammissibile» secondo quanto determinato dagli Stati membri sulla base dei punti i) e ii) del presente paragrafo:

- I. in seguito all'applicazione delle direttive 92/43/CEE, 2009/147/CE o 2000/60/CE a tale superficie;
- II. in seguito a interventi basati sulle superfici a norma del presente regolamento e rientranti nel sistema integrato di cui all'articolo 65, paragrafo 1, del regolamento (UE) 2021/2116, che consente la produzione di prodotti non elencati nell'allegato I TFUE mediante paludicoltura, o ai sensi di regimi nazionali per la biodiversità o la riduzione dei gas a effetto serra le cui condizioni siano conformi a tali interventi basati sulle superfici, a condizione che tali interventi e regimi nazionali contribuiscano al conseguimento di uno o più obiettivi specifici di cui all'articolo 6, paragrafo 1, lettere d), e) e f), del presente regolamento;(...)".

La proposta possiede inoltre gli elementi necessari per il successo di un progetto agrivoltaico (Tabella 14) e, come argomentato nel capitolo 9, **soddisfa pienamente i requisiti minimi definiti dal MiTE nelle Linee Guida per poter definire un impianto "Agrivoltaico"** (Tabella 15).

Tabella 14. Valutazione sintetica del progetto Agrivoltaico "Masseria Scianne"











ELEMENTO	DESCRIZIONE	VALUTAZIONE
Clima	 <p>Le condizioni ambientali e del contesto risultano adatte sia alla produzione di energia fotovoltaica che alle colture prescelte</p>	
Configurazione	 <p>La scelta della tecnologia fotovoltaica e la progettazione del layout fotovoltaico è stata effettuata in considerazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> dello stato dei luoghi e delle necessità delle colture che si intendono coltivare del fatto che il layout influenzerà il microclima in cui si troveranno a crescere le colture della necessità di consentire il passaggio dei mezzi agricoli 	
Colture	 <p>Sono state selezionate colture adatte e che offriscano varietà compatibili per taglia e produzione alle condizioni agrivoltaiche. Sono inoltre state valutate le potenzialità economiche del progetto proposto.</p>	
Compatibilità	 <p>Il layout della componente fotovoltaica è scaturito dal confronto tra società proponente, proprietario dei fondi, attuale conduttore e eventuale contoterzista incaricato di effettuare le operazioni sui terreni interessati. Il progetto che soddisfa sia le esigenze delle produzioni agricole sia quelle relative alla produzione di energia. 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. La soluzione finale offre inoltre la possibilità per soluzioni di coltivazione alternative.</p>	
Collaborazione	 <p>Il progetto oltre ad essere stato concepito con la collaborazione di tutti gli attori, prevede attività di monitoraggio in corso d'opera che costituiranno importante mezzo di comunicazione anche in corso d'opera.</p>	

Tabella 15. Tabella Conformità del progetto alla definizione di "agrivoltaico"

REQUISITO	DESCRIZIONE	VALUTAZIONE
A. L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"	La soluzione proposta adotta 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.	
A.1 Superficie minima coltivata Sagricola $\geq 0,7 \times Stot$	L'impianto proposto risulta avere una Sagricola $\geq 0,7$ per tutte le tre tessere, nello specifico la Sagricola media è pari a 0,77	
A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR – Land Area Occupation Ratio $\leq 40\%$):	Il valore di LAOR medio per l'impianto proposto è in tutti i casi (trattandosi di un impianto costituito da tre tessere) inferiore al 40%, nello specifico pari a 38,4% .	
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	Il progetto proposto consente il mantenimento della destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, massimizzando il potenziale produttivo dei due sottosistemi	
B.1.a Esistenza e resa della coltivazione	Per il monitoraggio relativo all'esistenza e resa della coltivazione saranno di supporto: <ul style="list-style-type: none"> • documenti di contabilità che dimostrino la presenza della coltivazione agraria; • fascicoli aziendali; • relazioni agronomiche; • impiego di un DSS per la registrazione delle rese. 	
B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato	Il presente progetto garantirà il mantenimento dell'indirizzo produttivo attualmente in corso, ovvero la coltivazione sia di seminativi con duplice destinazione (alimentazione zootecnica e umana) sia coltivazione di orticole.	
B.2 Producibilità elettrica minima la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard	Il sistema proposto risulta in grado di garantire l' 83,3% della producibilità di un impianto fotovoltaico classico idealmente realizzabile sulla stessa area.	
D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	Gli strumenti di monitoraggio previsti in progetto (utilizzo di DSS e la redazione di relazioni tecniche) andranno a costituire un importante database utile a dimostrare la continuità delle produzioni agricole	

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 82 di 91

Il progetto nel suo complesso ha inteso sviluppare il binomio agricoltura-energia sin dalla fase di progettazione, al fine di applicare il c.d. *Sustainable Agriculture Concept*, volto a garantire la compatibilità della componente fotovoltaica e delle pratiche agricole in progetto, atte a contribuire non solo al mantenimento, ma anche al miglioramento della produzione agricola derivante dalle stesse.

A completamento di quanto descritto, vale la pena richiamare alcuni aspetti relativi alla componente suolo e risorse naturali che vanno ad integrare i benefici sopraesposti quali:

- a livello progettuale-realizzativo le opere sono state concepite senza l'uso di materiali cementizi e/o bituminosi, fatto salvo per i soli basamenti dei trasformatori e delle cabine di consegna e sezionamento che saranno rimossi a fine vita;
- l'impianto non sarà fonte di emissioni significative: né di tipo acustico/luminoso (fatta salva l'illuminazione automatica di emergenza), né di tipo climalterante, inquinante o polveroso;
- l'area di progetto sarà protetta dalle intrusioni involontarie attraverso una ordinaria recinzione perimetrale. Tale recinzione, tuttavia, sarà dotata di varchi per il passaggio della fauna di piccola e media taglia al fine di consentirne la libera circolazione;
- il progetto prevede la messa a dimora di fasce di mitigazione perimetrali di tipo arboreo/arbustivo, che contribuiranno all'inserimento armonico del progetto nel paesaggio.

Il progetto proposto è quindi caratterizzato in senso positivo da molteplici parametri degni di menzione, quali:

- l'utilizzo di moduli fotovoltaici ad alta efficienza;
- la configurazione spaziale studiata ad hoc per le specifiche esigenze colturali;
- l'impiego di sistemi ed approcci volti al miglioramento della biodiversità del sito oggetto di intervento, limitando il ricorso a prodotti chimici di sintesi per il diserbo e la concimazione;
- l'attenzione all'integrazione paesaggistica dell'impianto agrivoltaico, perseguito con le misure di mitigazione messe in atto meglio largamente argomentate nello SIA e nella relazione di inserimento paesaggistico.

Bibliografia

- Agostini A., Colauzzi M., Amaducci S. (2021) Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. *Applied Energy* 281: 116102.
- Altieri R., Esposito A. (2008). Olive orchard amended with two experimental olive mill wastes mixtures: Effects on soil organic carbon, plant growth and yield. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.02.048>.
- Altieri R., Esposito A. (2010). Evaluation of the fertilizing effect of olive mill waste compost in short-term crops, *International Biodeterioration & Biodegradation*. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2009.12.002>.
- Amaducci S., Yin X., Colauzzi M. (2018). Agrivoltaic system to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy* 220: 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
- Amendola, S., Maimone, F., Pelino, V., & Pasini, A. (2019). New records of monthly temperature extremes as a signal of climate change in Italy. *International Journal of Climatology*, 39: 2491-2503.
- Andrew A.C., Bionaz M., Smallman M.A., Hasan D., Graham M., Rosati A., Higgins C. and Ates A. (2022). Seasonal Herbage and Lamb Production from Grass, Herbal Ley and Legume Pastures Established Within Solar Arrays.
- ANIE (2022). Position Paper Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI – 18 maggio 2022. <https://anierinnovabili.anie.it/position-paper-sistemi-agro-fotovoltaici-18-maggio-2022/?contesto-articolo=/notizie#.Y2JRMnbMI2w>
- Armstrong A., Ostle N.J., Whitaker J. (2016). Solar Park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ. Res. Lett.* 11 :074016
- Aroca-Delgado, R., Perez-Alonso, J., Jesus Callejon-Ferre, A. & Velazquez-Marti, B. (2018) Compatibility between crops and solar panels: an overview from shading systems. *Sustainability* 10, 743
- Aruffo, E., & Di Carlo, P. (2019). Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). *Climate Research*, 77: 193-204
- Barron-Gafford GA, Pavao-Zuckerman MA, Minor RL, Sutter LF, Barnett-Moreno I, Blackett DT, Thompson M, Dimond K, Gerlak AK, Nabhan GP (2019) Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands.
- Brunetti, M., Maugeri, M., & Nanni, T. (2006). Trends of the daily intensity of precipitation in Italy and teleconnections. *Il Nuovo Cimento*, 29 C (1): 105-116.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., & Nanni, T. (2004). Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years. *Journal of Geophysical Research*, 109, D05102. doi:10.1029/2003JD004296.
- CREA, 2022. L'agricoltura pugliese conta 2022. <https://www.crea.gov.it/web/politiche-e-bioeconomia/-/l-agricoltura-pugliese-counta-2022>
- Derpsch R., Friedrich T. (2009) Global Overview of Conservation Agriculture Adoption. Proceedings, Lead Paper, 4th World Congress on Conservation Agriculture, pp. 429-438. <https://journals.openedition.org/factsreports/1941>.
- Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard Y (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy* 36: 2725-2732.
- EEA (2022). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2020 and inventory report 2022. Submission to the UNFCCC Secretariat. <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-1>.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 84 di 91

Ferreira R.F., Marques Lameirinhas R.A., CP Correia V. Bernardo, Torres J.P.N., Santos M. (2024). Agri-PV in Portugal: How to combine agriculture and photovoltaic production, Energy for Sustainable Development. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101408>.

Fioravanti, G., Piervitali, E. & Desiato, F. (2016). Recent changes of temperature extremes over Italy: an index-based analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 123: 473–486.

Fraunhofer ISE (2020) Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>

Gauthier M, Pellet D, Monney C, Herrera JM, Rougier M, Baux A. (2017) Fatty acids composition of oilseed rape genotypes as affected by solar radiation and temperature. *Field Crop Res* 212:165–174. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.07.013>.

Goetzberger and Zastrow, 1982. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy* 1:55–69.

GSE (2022). Rapporto Statistico 2020 - Energia da Fonti Rinnovabili in Italia https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Rapporto%20Statistico%20SE%20-%20FER%202020.pdf

Hassanpour Adeg E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE* 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>

Herrick J.E., Abrahamse T. (2019). Land Restoration for Achieving the Sustainable Development Goals; A think piece of the International. Resource Panel; United Nations Environment Programme: Nairobi, Kenya.

IPCC (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

ISMEA - Fondazione Qualivita (2023). Rapporto 2023 Ismea – Qualivita sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG. 2023. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12678#:~:text=Scarica%20il%20Rapporto%20ISMEA%20Qualivita%202023>

Izquierdo N.G., Aguirrezábal L.A.N., Andrade F.H., Geroudet C., Valentinuz O., Pereyra Iraola M. (2009). Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Field Crop Res* 114:66–74. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.007>.

Legambiente, (2021). Il clima è già cambiato. Le città e le reti di fronte alla sfida dell’adattamento climatico. <http://www.legambientepuglia.it/images/citta-clima-2021/Citta-Clima-2021-report.pdf>

Legambiente, 2020. Agrivoltaico: le sfide per un’Italia agricola e solare. <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/agrivoltaico.pdf>.

Macknick J., Hartmann H., Barron-Gafford G., Beatty B., Burton R., Seok Choi C., Davis M., Davis R., Figueroa J., Garrett A., Hain L., Herbert S., Janski J., Kinzer A., Knapp A., Lehan M., Losey J., Marley J., MacDonald J., McCall J., Nebert L., Ravi S., Schmidt J., Staie B and Walston L. (2022). The 5 Cs of Agrivoltaic Success Factors in the United States: Lessons From the InSPIRE Research Study. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-6A20-83566. <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/83566.pdf>.

Marrou H., Guilioni L., Dufour L., Dupraz C., Wery J. (2013) Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?. *Agricultural and Forest Meteorology* 177: 117–132

NOAA National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for January 2023, pubblicato online a febbraio 2023, recuperato il 7 marzo 2023 da <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202301/supplemental/page-2>.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 85 di 91

Panagos P., Borrelli P., Poesen J., Ballabio C., Lugato E., Meusburger K., Montanarella L., Alewell C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe, *Environmental Science & Policy*. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901115300654>)

Pisante M. (2013). *Agricoltura sostenibile*. Edagricole, ISBN 978-88-506-5411-6.

Reasoner M., Ghosh A. (2022). Agrivoltaic Engineering and Layout Optimization Approaches in the Transition to Renewable Energy Technologies: A Review. *Challenges* 2022, 13, 43. <https://doi.org/10.3390/challe13020043>.

REGIONE PUGLIA - DISCIPLINARE DI PRODUZIONE INTEGRATA - ANNO 2023. https://filiereagroalimentari.regione.puglia.it/documents/1662405/4764262/DET_23_13_2_2023.pdf/32aa2169-f87f-be84-22f4-2c976cc98697?t=1677663365867e

ReteRuraleNazionale (2022). *Linee Guida Nazionali Di Produzione Integrata 2023*. Organismo Tecnico Scientifico del ministero dell'Agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste. Rev.3 del 15/11/2022.

Santra, P.; Pande, P.C.; Kumar, S.; Mishra, D.; Singh, R.K., (2017) Agri-voltaics or solar farming: The concept of integrating solar PV based electricity generation and crop production in a single land use system. *Int. J. Renew. Energy Res.* <https://elk.adalidda.com/2017/07/5582-23376-1-PB.pdf>

Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., Reise, C., Braun, C., Weselek, A., Bauerle, Petra Högy, a., Goetzberger, A., Weber, E., (2020) Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications, *Applied Energy*, Volume 265, 114737.

SINAB, 2022. ANTICIPAZIONI "BIO IN CIFRE 2022". <https://www.sinab.it/reportannuali/anticipazioni-bio-cifre-2022>

Todeschini, S. (2012). Trends in long daily rainfall series of Lombardia (northern Italy) affecting urban storm water control. *International Journal of Climatology*, 32: 900–919.

Toledo C., Scognamiglio A. (2021) Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). 13, 6871. <https://doi.org/10.3390/su13126871>.

Unitus (2021) *Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia*. ISBN 978-88-903361-4-0. <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>

Valle, B., Simonneau, T., Sourd, F., Pechier, P., Hamard, P., Frisson, T., Ryckewaert, M., Christophe, A., 2017. "Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops," *Applied Energy*, Elsevier, vol. 206(C), pages 1495-1507.

Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., Högy B., (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 39, 35 <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>

WMO (2018). *Guide to Instruments and Methods of Observation*. (WMO-No. 8).

Xue J. (2017). Photovoltaic agriculture - new opportunity for photovoltaic applications in China. *Renew Sustain Energy Rev* 2017;73:1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.098>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	26/02/2024	Pagina 86 di 91

Allegati

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"			
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	Gennaio 2023

Allegato 1 – Analisi del suolo

RAPPORTO DI PROVA N° 7585/23

SPETT.
CUSCITO LEONARDO
VIA GIANNIZZARI, 29
70023 GIOIA DEL COLLE (BA)

Data emissione 22/12/2023

Tipo campione Terreni uso agricolo
Data ricevimento campione 11/12/2023
Descrizione campione SUOLO AGRICOLO PRELEVATO IN AGRO DI NARDO(LE) - IMPIANTO AGRIVOLTAICO"MASSERIA SCIANNE" - VS. RIF. MS1
40°14.238' N - 17°58.583' E ^
Luogo del prelievo Nardò (LE)
Campionatore Il Cliente (nella figura del D.A. CUSCITO secondo il D.M. 13/09/1999)
Confezione campione Sacchetto in plastica
Condizione del campione Conforme
Restituzione campione No

Protocollo Campione 7585/1 del 11/12/23 **Data Inizio Prove** 11/12/2023 **Data Fine Prove** 22/12/2023
Etichetta/Lotto

Indagine eseguita	Risultato	U.M	Metodo
Tessitura*			D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 5
Sabbia	656	g / Kg	
Limo	131	g / Kg	
Argilla	213	g / Kg	
pH in acqua (1:2,5)*	7,6	unità di pH	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. III. 1
Calcare attivo*	13	g / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. V.2
Carbonio organico*	28,0	g / Kg	DM 13/09/1999 SO n°185 GU n° 248 21/10/1999 Met.VII 3
Sostanza organica*	48,3	g / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. VII. 3
Capacità di scambio cationico*	23,7	cmol(+) / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XIII. 2
Azoto totale	2,50	g / Kg	D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. VII. 1
Rapporto C/N*	11,2	-	CALCOLO
Fosforo assimilabile*	58	mg / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XV. 3
Calcare totale*	13	g / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. V.2
Potassio scambiabile*	1102	mg / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XIII. 5

(*) Prova non oggetto di accreditamento ACCREDIA

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 7585/23

(^) Informazione fornita da cliente, il laboratorio ne declina ogni responsabilità.

I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente al campione così come pervenuto in laboratorio

L'elenco delle prove accreditate Accredia è disponibile sul sito www.accredia.it

L'accreditamento del laboratorio non costituisce approvazione del prodotto da parte dell'organismo di accreditamento.

Le prove microbiologiche quantitative sono eseguite in conformità alla norma di riferimento UNI EN ISO 7218:2013/Cor.1:2014 su singola replica e due diluizioni consecutive.

Laboratorio operante secondo la norma UNI CEI EC ISO/IEC 17025:2018 ed iscritto al n. 37P nell'elenco della regione Puglia dei laboratori che effettuano analisi dell'autocontrollo per le industrie alimentari (Determinazione Dirigenziale n.464 del 15/11/2011- art. 6 del Reg. n. 1/06).

Il presente rapporto di prova, firmato da chimico abilitato, è valido a tutti gli effetti di legge ai sensi dell'art. 16 del D.L. 842/28. Il presente rapporto di prova riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

È fatto assoluto divieto di modificare anche parzialmente i dati contenuti nel Rapporto di Prova.

Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito alle informazioni rilasciate dal cliente e che possano avere influenza sulla validità dei risultati.

Il Responsabile del Laboratorio

Dr. Stefano NETTI

Firmato digitalmente da
NETTI STEFANO



Fine Rapporto di Prova

RAPPORTO DI PROVA N° 7586/23

SPETT.
CUSCITO LEONARDO
VIA GIANNIZZARI, 29
70023 GIOIA DEL COLLE (BA)

Data emissione 22/12/2023

Tipo campione Terreni uso agricolo
Data ricevimento campione 11/12/2023
Descrizione campione SUOLO AGRICOLO PRELEVATO IN AGRO DI NARDO(LE) - IMPIANTO AGRIVOLTAICO"MASSERIA SCIANNE" - VS. RIF. MS2
40°13.904' N - 17°58.704' E ^
Luogo del prelievo Nardò (LE)
Campionatore Il Cliente (nella figura del D.A. CUSCITO secondo il D.M. 13/09/1999)
Confezione campione Sacchetto in plastica
Condizione del campione Conforme
Restituzione campione No

Protocollo Campione 7586/1 del 11/12/23 **Data Inizio Prove** 11/12/2023 **Data Fine Prove** 22/12/2023
Etichetta/Lotto

Indagine eseguita	Risultato	U.M	Metodo
Tessitura*			D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 5
Sabbia	628	g / Kg	
Limo	244	g / Kg	
Argilla	128	g / Kg	
pH in acqua (1:2,5)*	7,5	unità di pH	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. III. 1
Calcare attivo*	9	g / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. V.2
Carbonio organico*	27,3	g / Kg	DM 13/09/1999 SO n°185 GU n° 248 21/10/1999 Met.VII 3
Sostanza organica*	47,1	g / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. VII. 3
Capacità di scambio cationico*	25,6	cmol(+) / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XIII. 2
Azoto totale	2,27	g / Kg	D.M. 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. VII. 1
Rapporto C/N*	12,1	-	CALCOLO
Fosforo assimilabile*	23	mg / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XV. 3
Calcare totale*	14	g / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. V.2
Potassio scambiabile*	216	mg / Kg	D.M. 13/09/99 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XIII. 5

(*) Prova non oggetto di accreditamento ACCREDIA

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 7586/23

(^) Informazione fornita da cliente, il laboratorio ne declina ogni responsabilità.

I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente al campione così come pervenuto in laboratorio

L'elenco delle prove accreditate Accredia è disponibile sul sito www.accredia.it

L'accreditamento del laboratorio non costituisce approvazione del prodotto da parte dell'organismo di accreditamento.

Le prove microbiologiche quantitative sono eseguite in conformità alla norma di riferimento UNI EN ISO 7218:2013/Cor.1:2014 su singola replica e due diluizioni consecutive.

Laboratorio operante secondo la norma UNI CEI EC ISO/IEC 17025:2018 ed iscritto al n. 37P nell'elenco della regione Puglia dei laboratori che effettuano analisi dell'autocontrollo per le industrie alimentari (Determinazione Dirigenziale n.464 del 15/11/2011- art. 6 del Reg. n. 1/06).

Il presente rapporto di prova, firmato da chimico abilitato, è valido a tutti gli effetti di legge ai sensi dell'art. 16 del D.L. 842/28. Il presente rapporto di prova riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

È fatto assoluto divieto di modificare anche parzialmente i dati contenuti nel Rapporto di Prova.

Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito alle informazioni rilasciate dal cliente e che possano avere influenza sulla validità dei risultati.

Il Responsabile del Laboratorio

Dr. Stefano NETTI

Firmato digitalmente
da NETTI STEFANO



Fine Rapporto di Prova

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"			
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	Gennaio 2023

Allegato 2 - Simulazione producibilità impianto AGV

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Masseria Scianne

Variant: Agrivoltaico

Tracking system with backtracking

System power: 30.72 MWp

Corsari - Italy

Author

flyRen Development srl (Italy)



Project: Masseria Scianne

Variant: Agrivoltaico

PVsyst V7.3.1

VCO, Simulation date:
06/12/23 10:31
with v7.3.1

flyRen Development srl (Italy)

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Corsari		Latitude	40.23 °N	Albedo	0.20
Italy		Longitude	17.98 °E		
		Altitude	45 m		
		Time zone	UTC+1		
Meteo data					
Corsari					
Meteonorm 8.1, Sat=100% - Synthetic					

System summary

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking			
Simulation for year no 1					
PV Field Orientation		Tracking algorithm		Near Shadings	
Orientation		Astronomic calculation		Linear shadings	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Backtracking activated			
Axis azimuth 0 °					
System information					
PV Array					
Nb. of modules	45180 units	Inverters		78 units	
Pnom total	30.72 MWp	Nb. of units		25.74 MWac	
		Pnom total		1.194	
		Pnom ratio			
User's needs					
Unlimited load (grid)					

Results summary

Produced Energy	54158640 kWh/year	Specific production	1763 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	85.75 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10



PVsyst V7.3.1

VCO, Simulation date:
06/12/23 10:31
with v7.3.1

flyRen Development srl (Italy)

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Bifacial system

Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry

Tracker Spacing 12.00 m
Tracker width 4.79 m
GCR 39.9 %
Axis height above ground 2.10 m

Tracking system with backtracking

Tracking algorithm

Astronomic calculation
Backtracking activated

Near Shadings

Linear shadings

Backtracking array

Nb. of trackers 1506 units

Sizes

Tracker Spacing 12.0 m
Collector width 4.79 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 39.9 %
Phi min / max. +/- 60.0 °

Backtracking strategy

Phi limits for BT +/- 66.4 °
Backtracking pitch 12.0 m
Backtracking width 4.79 m

User's needs

Unlimited load (grid)

Bifacial model definitions

Ground albedo 0.15
Bifaciality factor 80 %
Rear shading factor 5.0 %
Rear mismatch loss 5.0 %
Shed transparent fraction 0.0 %

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer CSI Solar Co., Ltd.
Model CS7N-680TB-AG 1500V
(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 680 Wp
Number of PV modules 45180 units
Nominal (STC) 30.72 MWp
Modules 1506 Strings x 30 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 28.42 MWp
U mpp 1079 V
I mpp 26338 A

Total PV power

Nominal (STC) 30722 kWp
Total 45180 modules
Module area 140345 m²

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-330KTL-H1
(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 330 kWac
Number of inverters 78 units
Total power 25740 kWac
Operating voltage 500-1500 V
Max. power (=>30°C) 330 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.19
Power sharing within this inverter

Total inverter power

Total power 25740 kWac
Number of inverters 78 units
Pnom ratio 1.19



PVsyst V7.3.1

VCO, Simulation date:
06/12/23 10:31
with v7.3.1

flyRen Development srl (Italy)

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 3.5 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²KUv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 0.31 mΩ

Loss Fraction 0.7 % at STC

Serie Diode Loss

Voltage drop 0.7 V

Loss Fraction 0.1 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.4 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.9 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation

Year no 1

Loss factor 0.4 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
3.7 days,
3 periods

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 3.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri

Loss Fraction 0.89 % at PNom

Inverter: SUN2000-330KTL-H1

Wire section (78 Inv.) Copper 78 x 3 x 240 mm²

Average wires length 220 m

MV line up to HV Transfo

MV Voltage 20 kV

Average each inverter

Wires Alu 3 x 240 mm²

Length 600 m

Loss Fraction 0.13 % at PNom

HV line up to Injection

HV line voltage 36 kV

Wires Copper 3 x 240 mm²

Length 4000 m

Loss Fraction 0.62 % at PNom

AC losses in transformers

MV transfo

Medium voltage 20 kV

One transfo parameters

Nominal power at PNom 6.44 MVA

Iron Loss (night disconnect) 8.30 kVA

Iron loss fraction 0.13 % at PNom

Copper loss 49.92 kVA

Copper loss fraction 0.78 % at PNom

Coils equivalent resistance 3 x 0.77 mΩ

Operating losses at PNom (full system)

Nb. identical MV transfos 4

Nominal power at PNom 25.74 MVA

Iron loss (night disconnect) 33.18 kVA

Copper loss 199.67 kVA



AC losses in transformers

HV transfo

Grid voltage 36 kV

Transformer from Datasheets

Nominal power 27000 kVA

Iron Loss (night disconnect) 22.50 kVA

Iron loss fraction 0.08 % of PNom

Copper loss 272.20 kVA

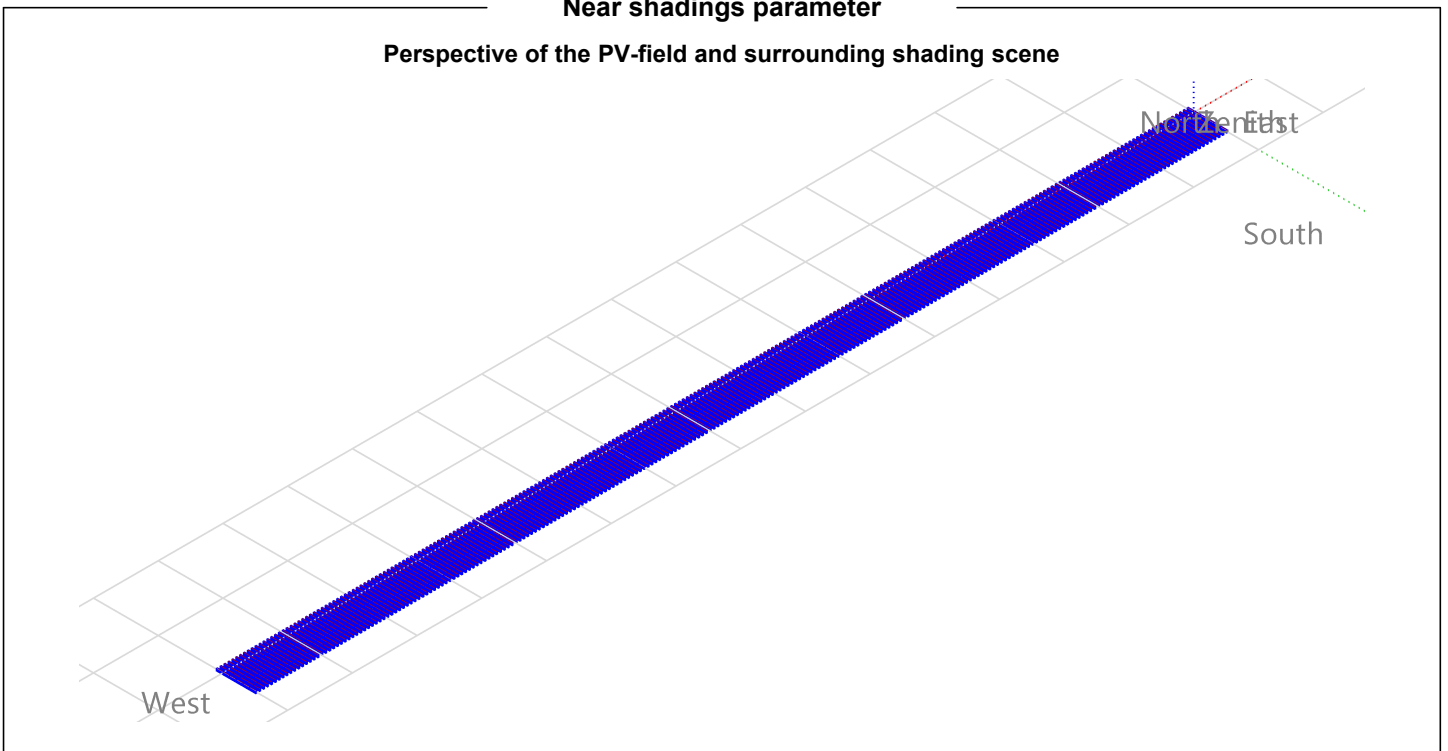
Copper loss fraction 1.01 % at PNom

Coils equivalent resistance 3 x 149.36 mΩ



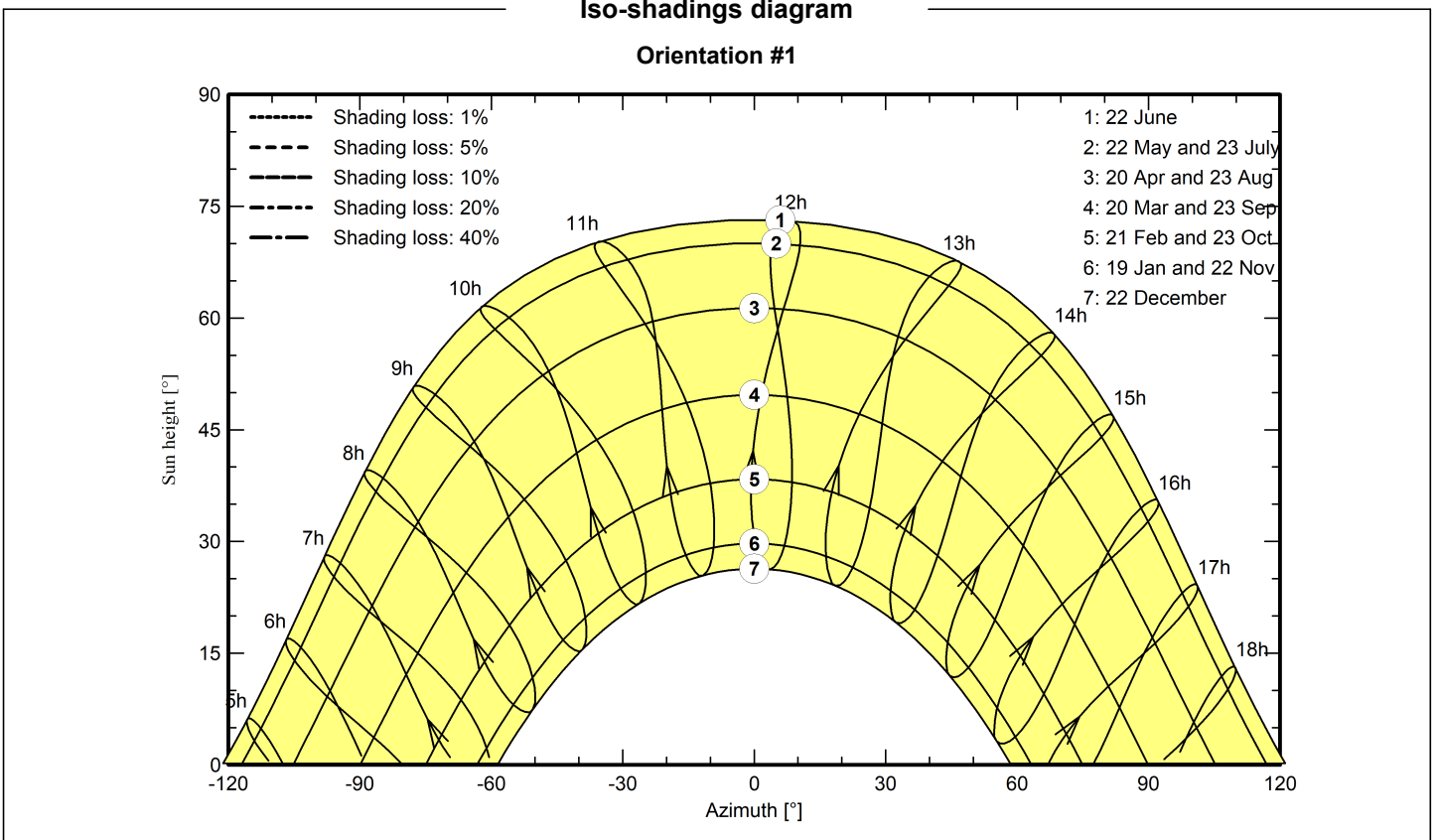
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1





Main results

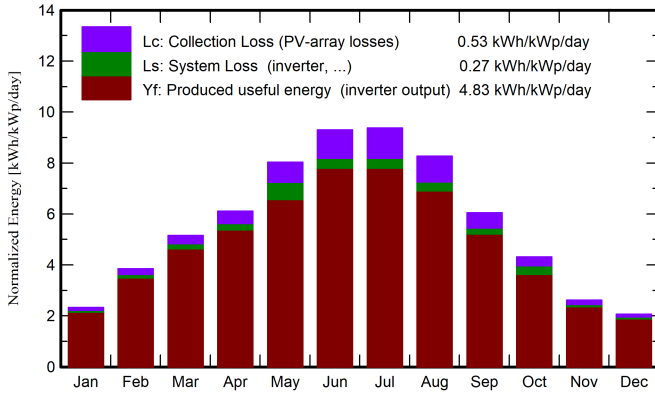
System Production

Produced Energy 54158640 kWh/year

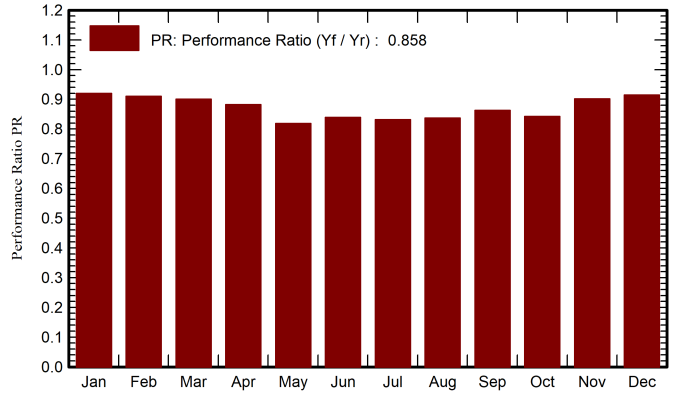
Specific production
Performance Ratio PR

1763 kWh/kWp/year
85.75 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	56.4	28.27	9.09	72.4	68.0	2126438	2046842	0.920
February	79.9	33.37	9.77	107.6	101.5	3131479	3008662	0.910
March	124.2	60.22	12.54	159.9	150.9	4617008	4424769	0.901
April	146.1	71.48	15.63	183.2	172.8	5197413	4965984	0.882
May	195.4	86.75	20.67	248.9	235.5	6905208	6258102	0.818
June	214.5	78.01	25.52	279.0	264.7	7550709	7189484	0.839
July	220.9	77.17	28.55	290.8	276.0	7805587	7429564	0.832
August	193.5	72.40	28.35	256.2	243.0	6917212	6590343	0.837
September	139.7	58.82	22.98	181.3	171.4	5025742	4803996	0.862
October	103.4	46.82	18.94	133.7	126.2	3787964	3461706	0.843
November	59.7	31.04	14.56	78.6	73.7	2263216	2177158	0.902
December	48.1	25.36	10.56	64.1	60.0	1870029	1802031	0.915
Year	1581.9	669.71	18.15	2055.7	1943.7	57198005	54158640	0.858

Legends

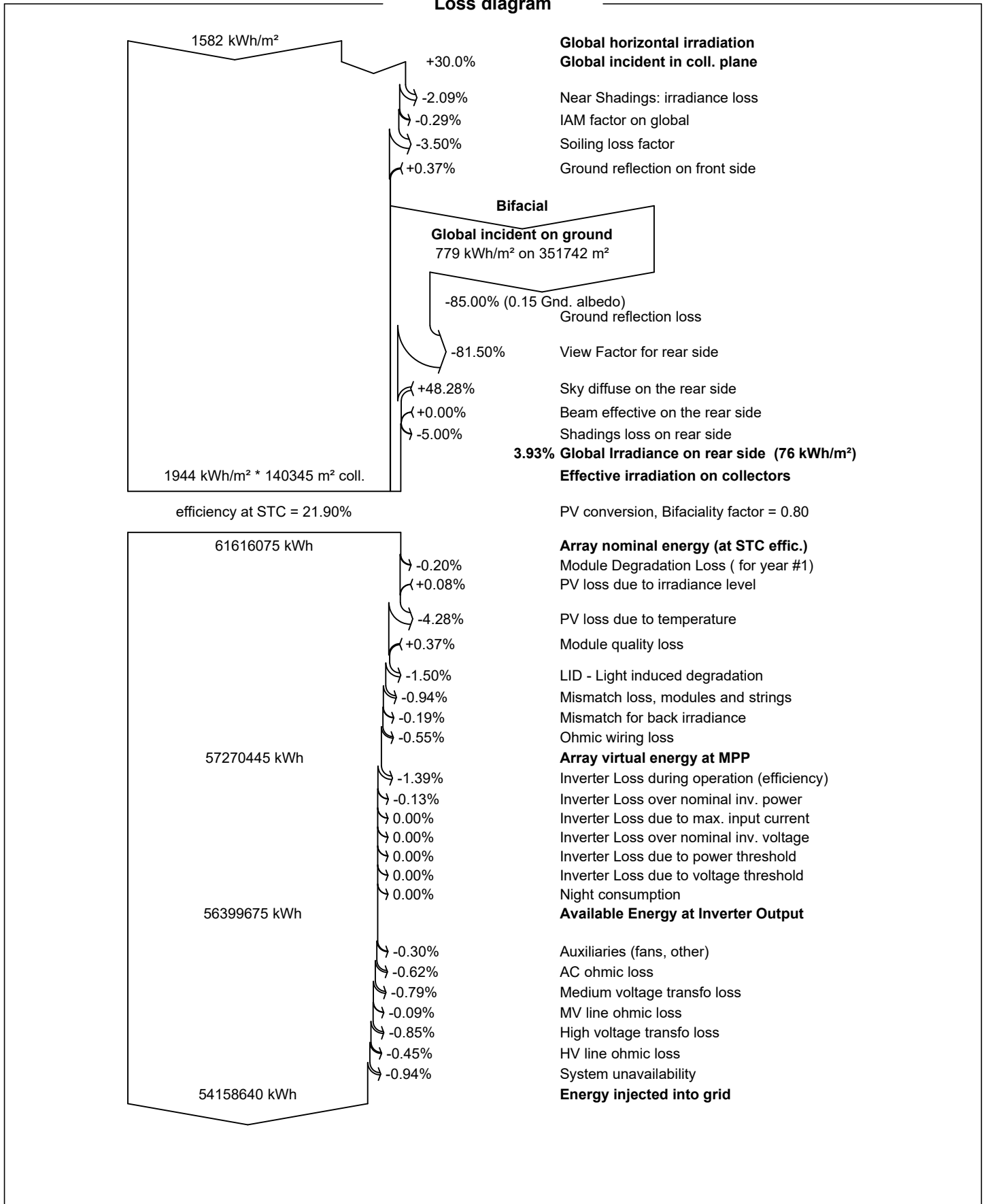
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



PVsyst V7.3.1

VCO, Simulation date:
06/12/23 10:31
with v7.3.1

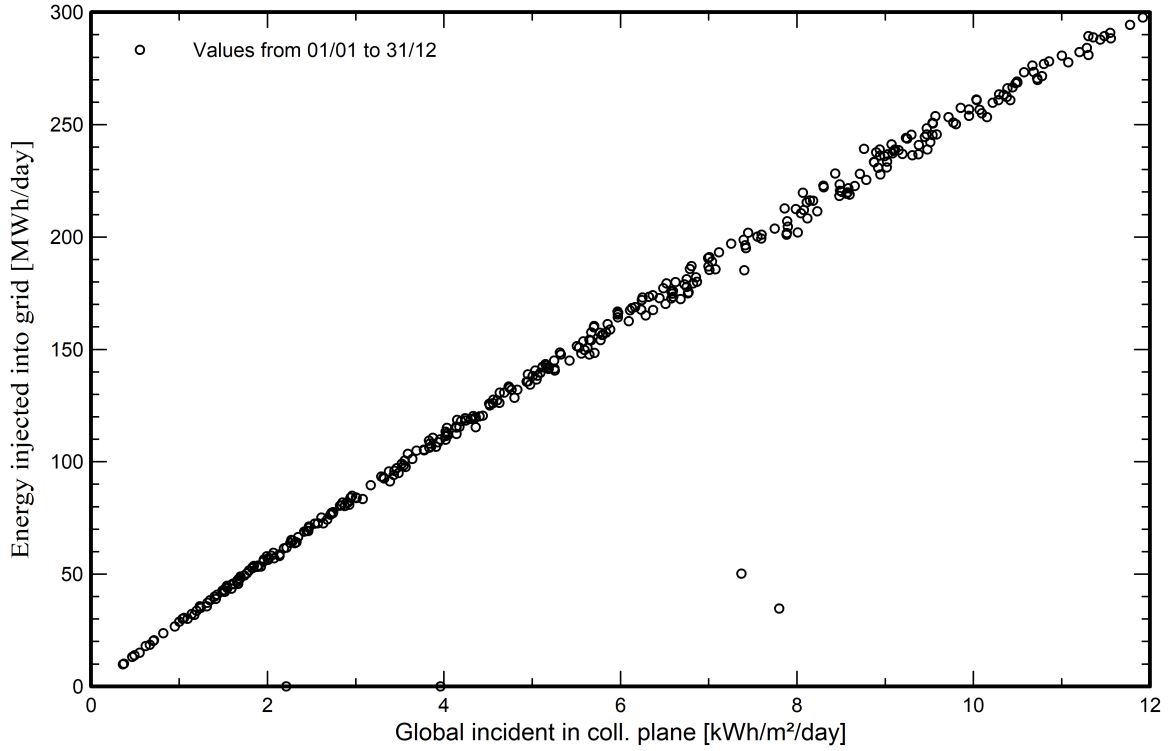
Loss diagram



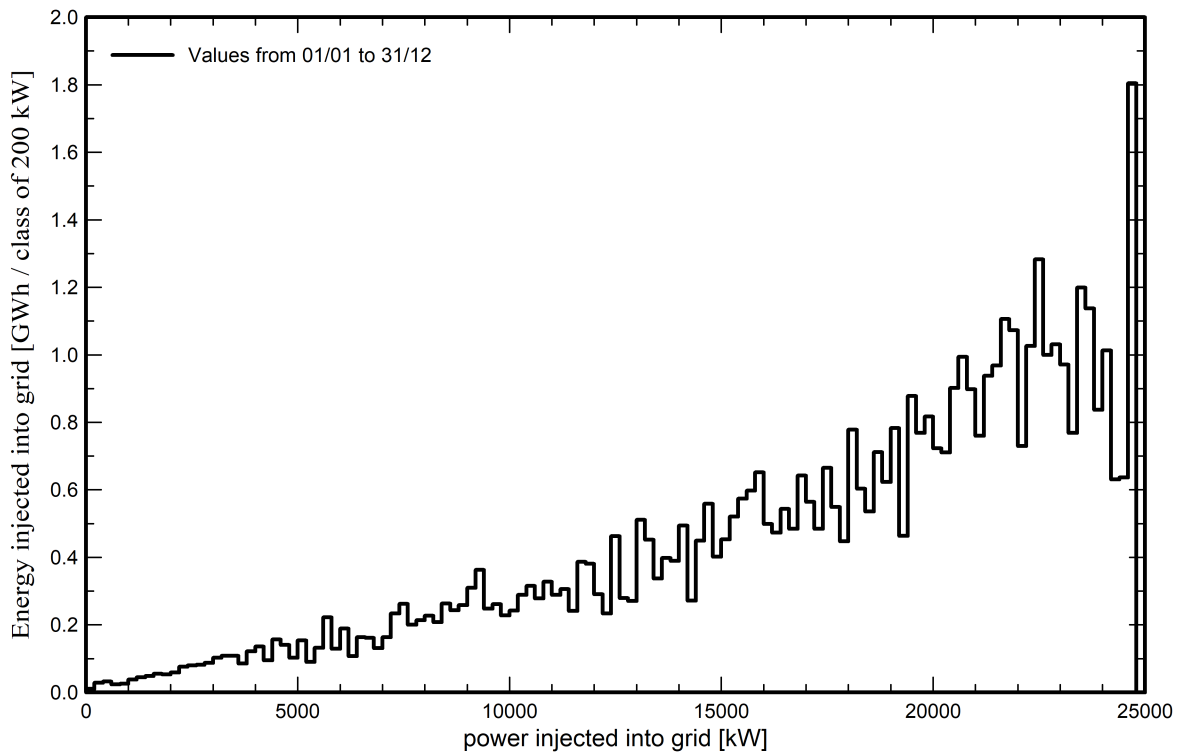


Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

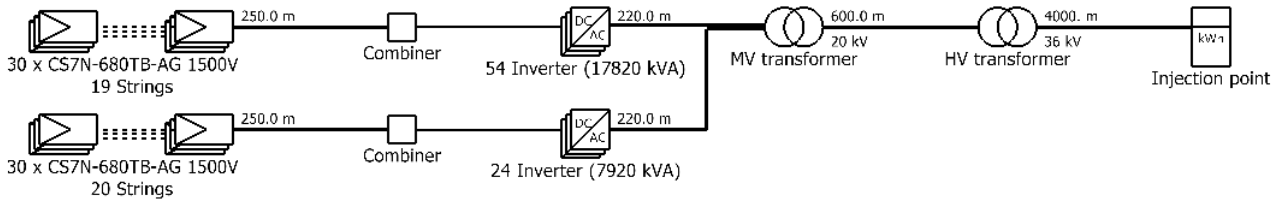




Single-line diagram

PVsyst V7.3.1

VCO, Simulation date:
06/12/23 10:31
with v7.3.1



PV module	CS7N-680TB-AG 1500V
Inverter	SUN2000-330KTL-H1
String	30 x CS7N-680TB-AG 1500V

Masseria Scianne

flyRen Development srl (Italy)

VCO : Agrivoltaico

06/12/23

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Masseria Scianne"			
E-RLA0	Relazione Agronomica e progetto agrivoltaico	rev 00	Gennaio 2023

Allegato 3 - Simulazione producibilità impianto FV standard

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Masseria Scianne

Variant: Fotovoltaico

Tracking system with backtracking

System power: 38.27 MWp

Corsari - Italia

Author

flyRen Development srl (Italy)



Project: Masseria Scianne

Variant: Fotovoltaico

PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:04
with v7.4.5

flyRen Development srl (Italy)

Project summary

Geographical Site	Situation	Project settings
Corsari	Latitude 40.23 °N	Albedo 0.20
Italia	Longitude 17.98 °E	
	Altitude 45 m	
	Time zone UTC+1	
Meteo data		
Corsari		
Meteonorm 8.1, Sat=100% - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System	Tracking system with backtracking		
Simulation for year no 1			
PV Field Orientation	Tracking algorithm	Near Shadings	
Orientation	Astronomic calculation	Linear shadings : Slow (simul.)	
Tracking plane, tilted axis	Backtracking activated	Diffuse shading	Automatic
Avg axis tilt 0.3 °			
Avg axis azim. 0 °			
System information			
PV Array	Inverters		
Nb. of modules 56280 units	Nb. of units 101 units		
Pnom total 38.27 MWp	Pnom total 33.33 MWac		
	Pnom ratio 1.148		
User's needs			
Unlimited load (grid)			

Results summary

Produced Energy	65000924 kWh/year	Specific production	1698 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	84.86 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10



General parameters

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	Backtracking array
Orientation		Astronomic calculation	Nb. of trackers 1876 units
Tracking plane, tilted axis		Backtracking activated	Sizes
Avg axis tilt	0.3 °		Tracker Spacing 10.0 m
Avg axis azim.	0 °		Collector width 4.93 m
			Ground Cov. Ratio (GCR) 49.3 %
			Phi min / max. -/+ 60.0 °
			Backtracking strategy
			Phi limits for BT -/+ 60.4 °
			Backtracking pitch 10.00 m
			Backtracking width 4.93 m
			Mode Automatic
Models used		Near Shadings	User's needs
Transposition	Perez	Linear shadings : Slow (simul.)	Unlimited load (grid)
Diffuse	Perez, Meteonorm	Diffuse shading Automatic	
Circumsolar	separate		
Horizon			
Free Horizon			
Bifacial system			
Model	2D Calculation unlimited trackers		
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	10.00 m	Ground albedo	0.15
Tracker width	4.93 m	Bifaciality factor	80 %
GCR	49.3 %	Rear shading factor	5.0 %
Axis height above ground	2.10 m	Rear mismatch loss	5.0 %
		Shed transparent fraction	0.0 %

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	CSI Solar Co., Ltd.	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	CS7N-680TB-AG 1500V	Model	SUN2000-330KTL-H1-ENG
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	680 Wp	Unit Nom. Power	330 kWac
Number of PV modules	56280 units	Number of inverters	101 units
Nominal (STC)	38.27 MWp	Total power	33330 kWac
Modules	1876 string x 30 In series	Operating voltage	500-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	35.41 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.15
U mpp	1079 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	32808 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	38270 kWp	Total power	33330 kWac
Total	56280 modules	Number of inverters	101 units
Module area	174825 m²	Pnom ratio	1.15



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:04
with v7.4.5

flyRen Development srl (Italy)

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 3.5 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²KUv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 0.25 mΩ

Loss Fraction 0.7 % at STC

Serie Diode Loss

Voltage drop 0.7 V

Loss Fraction 0.1 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.4 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.9 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation

Year no 1

Loss factor 0.4 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
3.7 days,
3 periods

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 3.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri

Loss Fraction 0.89 % at PNom

Inverter: SUN2000-330KTL-H1-ENG

Wire section (101 Inv.) Copper 101 x 3 x 240 mm²

Average wires length 220 m

MV line up to HV Transfo

MV Voltage 20 kV

Average each inverter

Wires Alu 3 x 240 mm²

Length 600 m

Loss Fraction 0.16 % at PNom

HV line up to Injection

HV line voltage 36 kV

Wires Copper 3 x 240 mm²

Length 4000 m

Loss Fraction 0.81 % at PNom

AC losses in transformers

MV transfo

Medium voltage 20 kV

One transfo parameters

Nominal power at PNom 8.33 MVA

Iron Loss (night disconnect) 8.27 kVA

Iron loss fraction 0.10 % at PNom

Copper loss 83.36 kVA

Copper loss fraction 1.00 % at PNom

Coils equivalent resistance 3 x 0.77 mΩ

Operating losses at PNom (full system)

Nb. identical MV transfos 4

Nominal power at PNom 33.33 MVA

Iron loss (night disconnect) 33.07 kVA

Copper loss 333.43 kVA



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:04
with v7.4.5

flyRen Development srl (Italy)

AC losses in transformers

HV transfo

Grid voltage 36 kV

Transformer from Datasheets

Nominal power 27000 kVA

Iron Loss (night disconnect) 22.50 kVA

Iron loss fraction 0.08 % of PNom

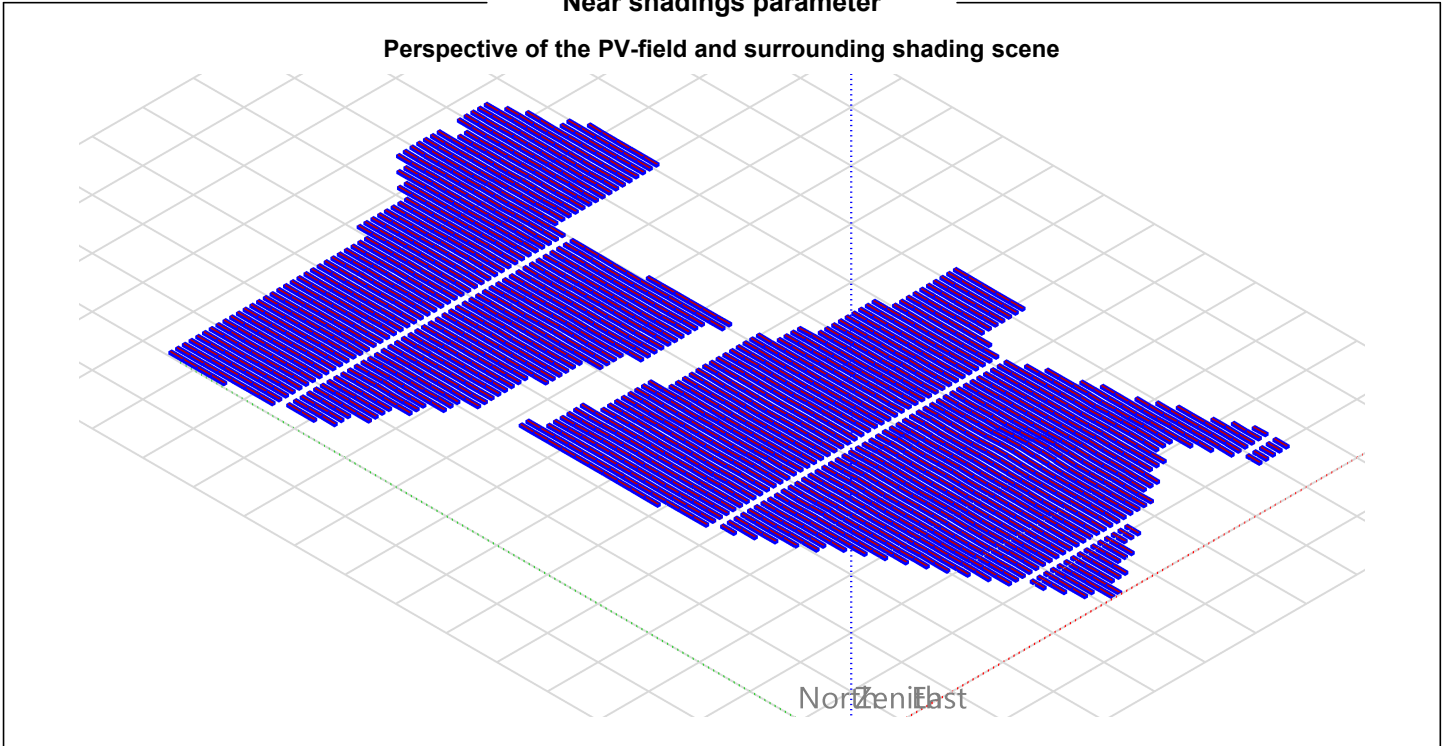
Copper loss 272.20 kVA

Copper loss fraction 1.01 % at PNom

Coils equivalent resistance 3 x 149.36 mΩ

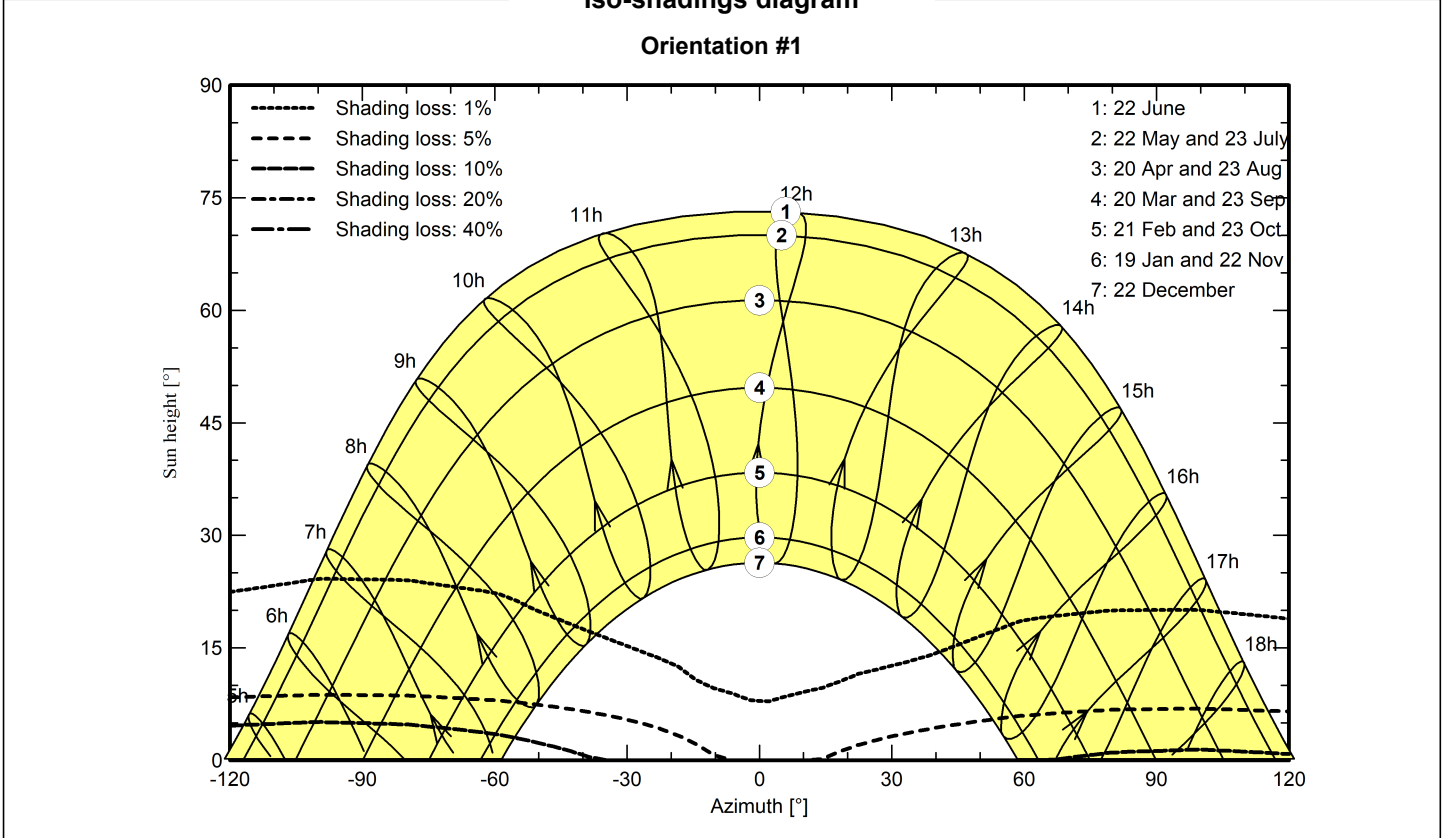


Near shadings parameter



Iso-shadings diagram

Orientation #1





Main results

System Production

Produced Energy 65000924 kWh/year

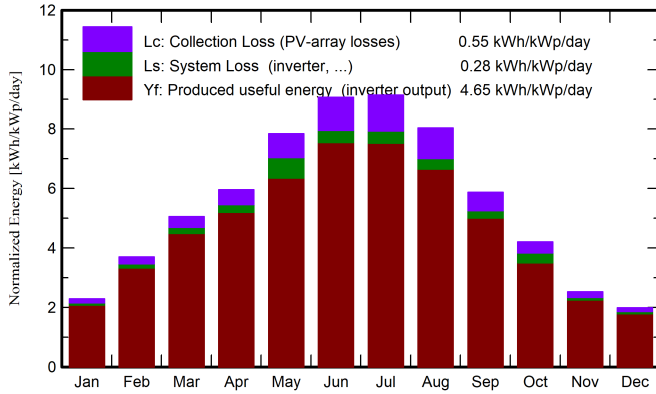
Specific production

1698 kWh/kWp/year

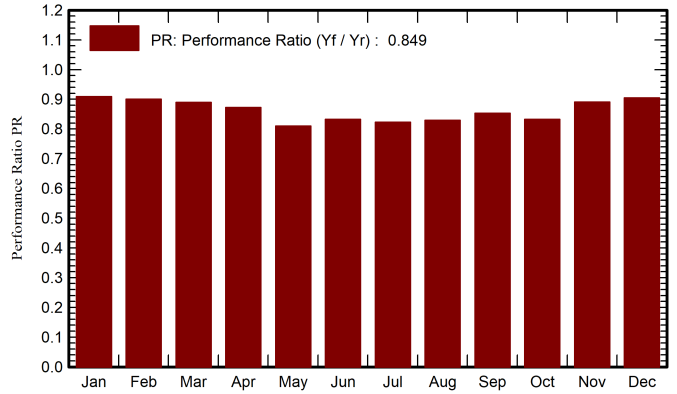
Perf. Ratio PR

84.86 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

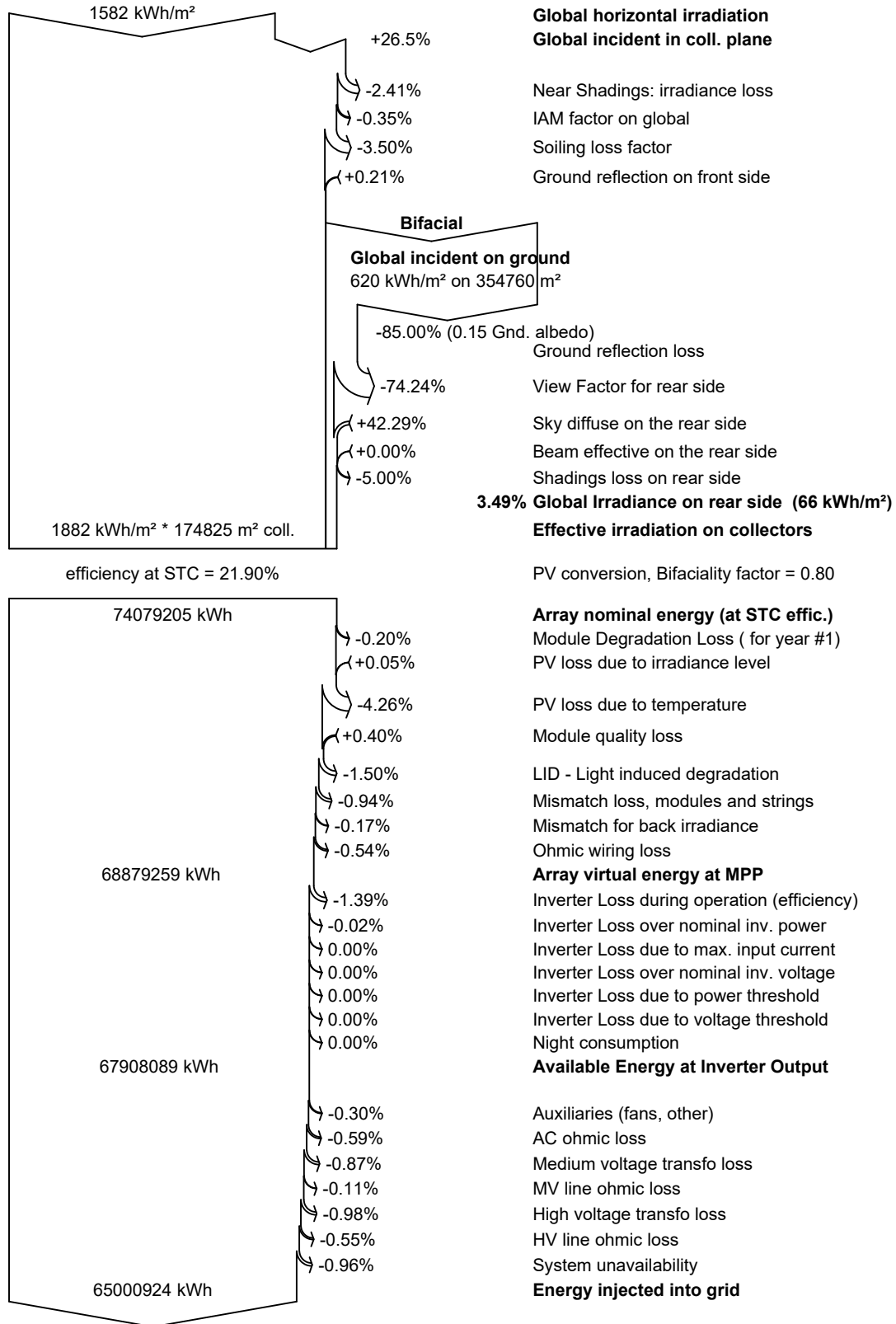
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	56.4	28.27	9.09	70.9	66.1	2563751	2465153	0.909
February	79.9	33.37	9.77	103.4	97.0	3717708	3565410	0.901
March	124.2	60.22	12.54	156.5	146.8	5577311	5331180	0.890
April	146.1	71.48	15.63	178.7	167.7	6266779	5969952	0.873
May	195.4	86.75	20.67	243.2	229.0	8356165	7540978	0.810
June	214.5	78.01	25.52	272.1	256.8	9140601	8667119	0.832
July	220.9	77.17	28.55	283.6	267.7	9423917	8933902	0.823
August	193.5	72.40	28.35	249.1	235.2	8322749	7902399	0.829
September	139.7	58.82	22.98	176.3	165.8	6036476	5754050	0.853
October	103.4	46.82	18.94	130.4	122.2	4557782	4154761	0.832
November	59.7	31.04	14.56	75.8	70.7	2689569	2584854	0.891
December	48.1	25.36	10.56	61.6	57.3	2212615	2131166	0.905
Year	1581.9	669.71	18.15	2001.6	1882.3	68865426	65000924	0.849

Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



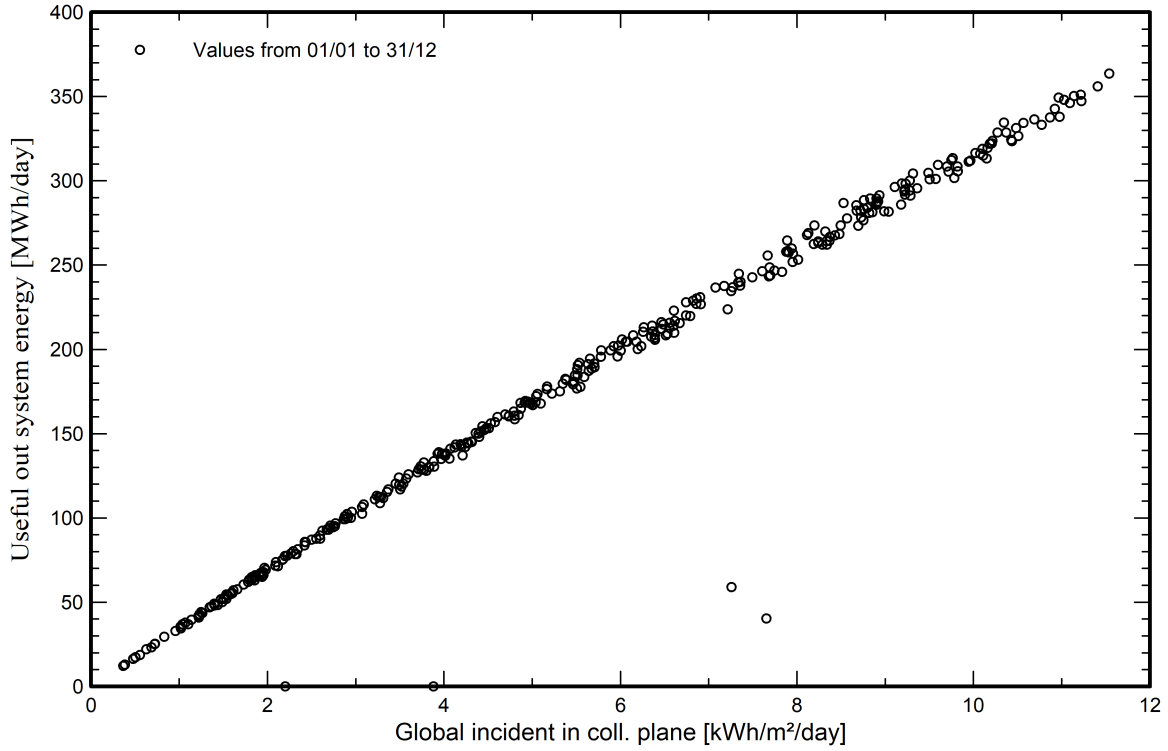
Loss diagram



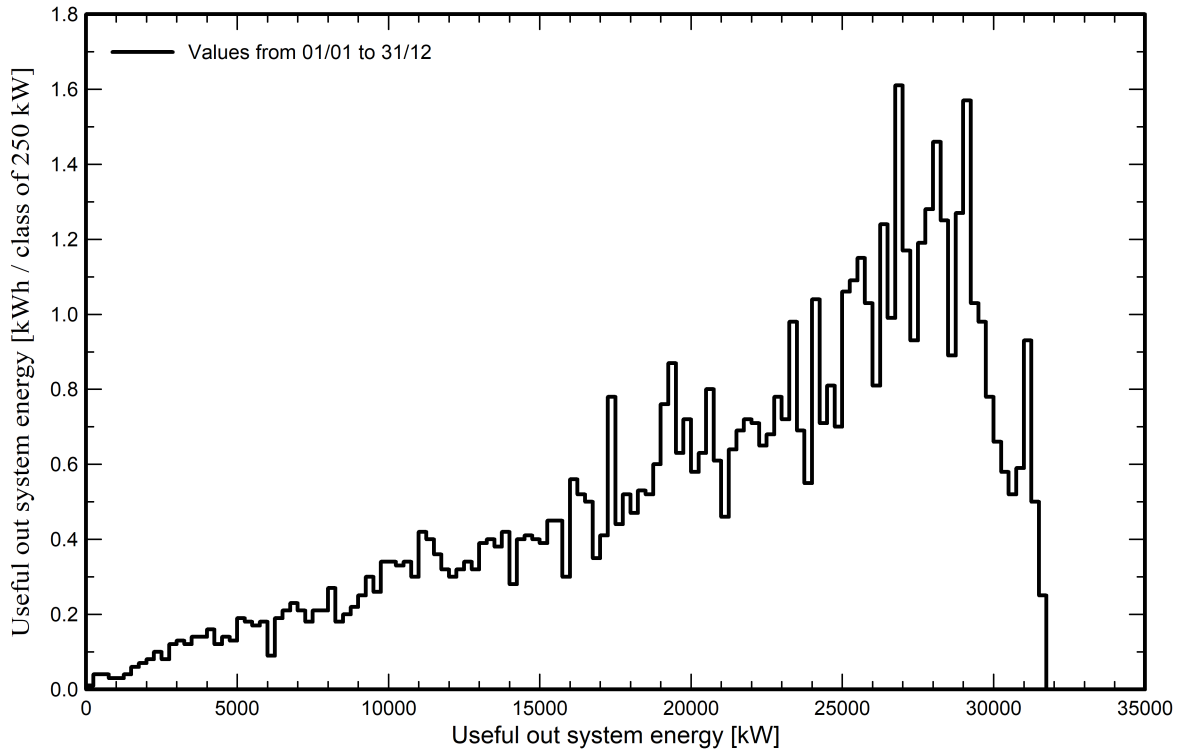


Predef. graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

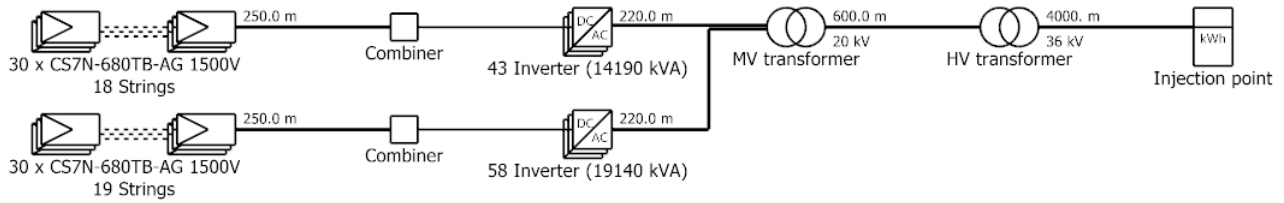




PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:04
with v7.4.5

Single-line diagram



PV module	CS7N-680TB-AG 1500V
Inverter	SUN2000-330KTL-H1-ENG
String	30 x CS7N-680TB-AG 1500V

Masseria Scianne

flyRen Developmen
t srl (Italy)

VC1 : Fotovoltaico

16/02/24