



Soggetto promotore: **Gruppo Marseglia**

Soggetto proponente: **Masserie Salentine S.r.l. Società Agricola** (componente agricola)

Soggetto proponente: **Energetica Salentina S.r.l.** (componente fotovoltaica)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO

SITO NEI COMUNI DI NARDÒ, SALICE SALENTINO E VEGLIE
IN PROVINCIA DI LECCE

Valutazione di Impatto Ambientale

(artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/2006)

Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

(art. 17 del D.L. 77/2021, convertito in L. 108/2021)

Idea progettuale e coordinamento generale: **AG Advisory S.r.l.**

Paesaggio e supervisione generale: **CRETA S.r.l.**

Programma di ricerca "Paesaggi del Futuro", Responsabili scientifici: **Prof. Arch. Paolo Mellano, Prof.ssa Arch. Elena Vigliocco** (Politecnico di Torino)

Programma di ricerca "Ottimizzazione dell'agrivoltaico con oliveti a siepe: analisi numerico matematica", Responsabili scientifici: **PhD Cristiano Tamborrino** (Università degli Studi di Bari), **PhD Elisa Gatto** (Biologa ambientale)

Postproduzione: **Galante – Menichini Architetti per AG Advisory S.r.l.**

Supporto grafico: **Heriscape Progetti S.r.l. STP per AG Advisory S.r.l.**

Progettisti:

Progetto agricolo: **Prof. Massimo Monteleone** (Università degli Studi di Foggia)
Dott. Agr. Barnaba Marinosci

Progetto impianto fotovoltaico: **Ing. Andrea D'Ovidio**

Progetto strutture: **Ing. Giovanni Errico**

Progetto opere di connessione: **Ing. Andrea D'Ovidio**

Contributi specialistici:

Acustica: **Ing. Massimo Rah**

Agronomia: **Dott. Agr. Barnaba Marinosci**

Approvvigionamento idrico: **Geol. Massimilian Brandi**

Archeologia: **Dott.ssa Caterina Polito**

Clima e PMA: **Dott.ssa Elisa Gatto**

Fauna: **Dott. Giacomo Marzano**

Geologia: **Geol. Pietro Pepe**

Idraulica: **Ing. Luigi Fanelli**

Rilievi: **Studio Tafuro**

Risparmio idrico: **Netafim Italia S.r.l.**

Vegetazione e microclima: **Dott. Leonardo Beccaris**

Cartella
VIA_2/

Identificatore:
0_PAGRVL06

**Sistemi di monitoraggio delle prestazioni
di un agrivoltaico avanzato**

Descrizione Sistemi di monitoraggio delle prestazioni di un agrivoltaico avanzato

Nome del file:
0_PAGRVL06.pdf

Tipologia
Relazione

Scala
-

Autori elaborato: Dott. Ssa Elisa Gatto

Rev.	Data	Descrizione
00	18/03/24	Prima emissione
01		
02		

Spazio riservato agli Enti:



SISTEMI DI MONITORAGGIO DELLE PRESTAZIONI DI UN AGRIVOLTAICO AVANZATO

“BORGIO MONTERUGA”

Progetto di un impianto agrivoltaico da realizzarsi nei comuni di Nardò, Salice Salentino e Veglie in provincia di Lecce

CONTENUTI:

Il presente documento specialistico si integra con il **Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA)**, offrendo un approfondimento sui sistemi di monitoraggio destinati a valutare le **performance di un sistema agrivoltaico avanzato**.

L'obiettivo principale del presente piano è di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D – Linee Guida del Mite):

- D.1) il risparmio idrico;
- D.2) la continuità dell'attività agricola.

A cura di:

Dott.ssa Elisa Gatto, PhD

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, si prevede il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E – Linee Guida del Mite):

- E.1) il recupero della fertilità del suolo;
- E.2) il microclima;
- E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.



Sommario

Premessa	2
1. Il monitoraggio del risparmio idrico	4
2. Il monitoraggio della continuità dell'attività agricola	6
3. Il monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	6
4. Il monitoraggio del microclima	7
5. Il monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.....	8
6. Il monitoraggio 4.0 dell'apicoltura	8



Premessa

Il presente documento specialistico si integra con il **Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA)**, offrendo un **approfondimento sui sistemi di monitoraggio destinati a valutare le performance di un sistema agrivoltaico avanzato**.

Il Parco Agrivoltaico in esame, denominato “Borgo Monteruga”, è volto alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrivoltaico nei comuni di Nardò, Salice Salentino e Veglie (LE), e vede combinarsi **la coltivazione di 959.011 mq (95,90 ha) di aree ad esclusiva conduzione a seminativo e la messa a dimora di n. 110.481 piante appartenenti alla cultivar resistente FS-17 e di 1.491 piante appartenenti alla cultivar tollerante Leccino**, con la **produzione annua di 556.781.214 kWh energia**, grazie a un impianto fotovoltaico elevato da terra della potenza nominale **249,00 MWac e con potenza di picco di 291,33 MWp** (con moduli fotovoltaici bifacciali da 600 W), ed uno storage da 50 MW, e relative opere di connessione costituite da un cavidotto a 380kV interrato su strada, che collega l'impianto alla sottostazione sita nel comune di Erchie in provincia di Brindisi.

Il **successo a lungo termine** di un progetto di questa portata necessita di un approccio meticoloso al monitoraggio ambientale. La **costante verifica dei parametri chiave** è essenziale per mantenere gli standard previsti per l'intera durata operativa dell'impianto agrivoltaico. L'importanza di questa attività di monitoraggio non solo risiede nel rispetto di parametri fondamentali, come la **continuità dell'attività agricola** nell'area sottostante gli impianti (come richiesto anche dal DL 77/2021), ma si estende anche alla misurazione di parametri che evidenzino i benefici concomitanti.

In base alle simulazioni effettuate, i cui risultati sono riportati negli elaborati “*Ottimizzazione dell'agrivoltaico con oliveti a siepe_analisi modellistica microclimatica*” e “*Ottimizzazione dell'agrivoltaico con oliveti a siepe_analisi numerico matematica*”, **l'ottimizzazione energetica ed agricola nell'area oggetto di studio, considerate le colture previste, è conseguibile con un impianto mono assiale con altezza media > 2.10 m e interasse di 9 m (distanza ottimale per le colture erbacee foraggere ed officinali) e 12 m (distanza ottimale all'alternanza con la coltura olivicola)**.

L'obiettivo principale del presente piano è di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D – Linee Guida del Mite¹):

D.1) il risparmio idrico;

¹ *Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno 2022) stilate dal CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A., ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. sotto il coordinamento del Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'Energia.*



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

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, si prevede il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E – Linee Guida del Mite):

- E.1) il recupero della fertilità del suolo;**
- E.2) il microclima;**
- E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.**

Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, è prevista la **misurazione della produzione di energia elettrica.**

Il sistema di monitoraggio proposto non solo consentirà la sorveglianza dei parametri precedentemente menzionati ma offrirà anche l'opportunità di condurre una serie di **sperimentazioni scientifiche finalizzate ad ottimizzare continuamente le performance del sistema agrivoltaico.**



1. Il monitoraggio del risparmio idrico

Come emerso nelle simulazioni modellistiche, il risparmio idrico sarà uno dei **principali benefici** del sistema agrivoltaico adottato, grazie all'effetto dell'ombreggiamento dei pannelli. E proprio le aree caratterizzate da un **maggiore ombreggiamento** medio richiederanno **minori apporti irrigui** durante l'anno a causa di un **tasso minore di evapotraspirazione** per la ridotta radiazione incidente.

Il monitoraggio del risparmio idrico nei sistemi agrivoltaici sarà implementato attraverso un **sistema di automazione** che terrà conto di valori soglia chiave. Utilizzando **sonde specifiche**, il sistema rileverà costantemente i **livelli di acqua nel suolo**, focalizzandosi su parametri cruciali come la *Total Available Water* (TAW) e la *Readily Available Water* (RAW). La TAW rappresenta la quantità totale di acqua disponibile per le piante tra la capacità di campo e il punto di appassimento, mentre la RAW indica l'acqua prontamente disponibile tra la capacità di campo e una soglia di esaurimento definita (Figura 1).

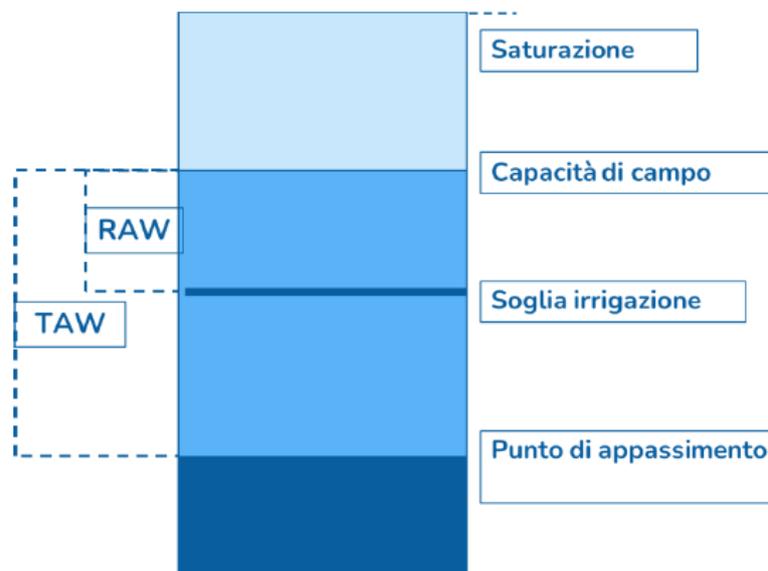


Figura 1: Soglie idriche del suolo (Fonte: elaborato tecnico "Il risparmio idrico legato all'alta efficienza della microirrigazione nei sistemi agrivoltaici" di Netafim Italia srl)

Queste sonde forniranno informazioni in tempo reale sull'umidità del suolo e sull'interazione delle radici delle piante, **consentendo di identificare la necessità di irrigazione**. Quando la soglia di irrigazione viene raggiunta, il sistema automatico attiverà il reintegro irriguo, garantendo un utilizzo efficiente dell'acqua e contribuendo al risparmio idrico complessivo nel sistema agrivoltaico.

In fase esecutiva la scelta delle sonde da impiegare ricadrà tra le seguenti:



- Sonda NetaSense: sensore di umidità volumetrica del suolo basato sulla tecnologia TDT (*Time Domain Transmission*), che fornisce una risposta immediata e precisa ai cambiamenti di umidità del suolo.
- Sonda Multilivello Netacap: per la misurazione del contenuto di acqua del suolo e della temperatura a diverse profondità
- Sonda Multilivello Sentek: per la misurazione di temperatura e umidità su tre livelli di profondità 30cm, 60cm e 90cm. Possiede software dedicato *Irrimax* per la visualizzazione e l'analisi dei dati in tempo reale che suggeriscono quando e quanto irrigare in relazione all'attività radicale della pianta ed a eventi piovani e irrigui. È possibile impostare *alert* specifici e fornire diversi gradi di priorità di irrigazione.



Figura 2: Sonda Multilivello Sentek (Fonte: elaborato tecnico "Il risparmio idrico legato all'alta efficienza della microrrigazione nei sistemi agrivoltaici" di Netafim Italia srl)

Il monitoraggio del risparmio idrico sarà dunque effettuato tenendo traccia del consumo idrico della coltura.

Il **calcolo del risparmio idrico**, inoltre, sarà stimato valutando il **bilancio idrico e la produttività di due aree dell'impianto agrivoltaico con diversi livelli di ombreggiamento** e confrontando questi dati con quelli di una **parcella di controllo situata appena fuori dall'impianto (e nello specifico nell'area di rispetto del Borgo Monteruga)**, non influenzata dall'ombreggiamento e gestita con le stesse modalità agronomiche. La realizzazione di una parcella di controllo, proposta da AFNOR per la certificazione dei sistemi avanzati in Francia (*Label Project Agrivoltaique*), rappresenta il metodo più affidabile per ottenere dati accurati e scientificamente validi per lo studio e lo sviluppo di sistemi agrivoltaici ottimizzati e validare, altresì, i sistemi di ottimizzazione previsti e simulati con la componente modellistica previsionale.



Si rimanda all'elaborato tecnico "*Il risparmio idrico legato all'alta efficienza della microrrigazione nei sistemi agrivoltaici*" di Netafim Italia srl, nel quale è descritto nel dettaglio il sistema di irrigazione adottato.

2. Il monitoraggio della continuità dell'attività agricola

In linea con le succitate Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici, il committente si impegna a monitorare la continuità dell'attività agricola sul sito di installazione, rispettando le Buone Pratiche Agricole (BPA) con l'obiettivo di **mitigare eventuali cali produttivi e di redditività** delle pratiche agricole aziendali.

Il monitoraggio verrà svolto attraverso la **stesura di una relazione tecnica annuale** che, tenendo conto delle **informazioni contenute nel fascicolo aziendale**, tra cui il piano colturale aziendale introdotto con DM 12 gennaio 2015 n. 162, permetterà di ottenere le informazioni necessarie per comprovare la conformità dell'attività aziendale con i requisiti richiesti per il sistema agrivoltaico avanzato.

Il sistema di monitoraggio si fonda quindi su:

- Analisi documentale del fascicolo aziendale;
- Elaborazione di relazioni agronomiche e tecniche, con un focus particolare sull'analisi della Produzione Lorda Vendibile (PLV), confrontandola con dati storici interni e quelli di aziende simili nelle vicinanze.
- Valutazione comparativa degli indicatori produttivi, utilizzando indicatori economici e tecnici provenienti dalla banca dati RICA per valutare e confrontare le prestazioni aziendali.

Anche in questo caso, il confronto con i dati provenienti dalla parcella di controllo permetterà di monitorare e migliorare le *performance* produttive.

3. Il monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

L'ombreggiamento generato dai pannelli solari, come dettagliato nelle relazioni tecniche di riferimento, ha l'effetto benefico di rallentare l'evaporazione dell'acqua dal suolo e mitigare l'impatto diretto delle precipitazioni sulla superficie. Questa dinamica è fondamentale nel prevenire l'erosione del suolo nel tempo, fornendo una salvaguardia per la sua struttura e fertilità a lungo termine.

La **valutazione dell'incremento della fertilità dei suoli** verrà eseguita attraverso **campionamenti con frequenza annuale** che consentiranno di valutare il **contenuto carbonio organico del suolo e azoto totale**.



Il carbonio organico del suolo è un indicatore di salute del suolo anche perché è determinante nel regolare alcune funzioni di questa componente ambientale come la capacità di ritenzione idrica, porosità e permeabilità, la capacità di scambio cationico, la biomassa e diversità della comunità microbica e le attività enzimatiche. La sua determinazione, in linea con quanto espresso dalle *Linee guida ISPRA per la redazione dei piani di monitoraggio o di gestione dell'impatto sulla qualità del suolo e sul carbonio nel suolo, Decreto Legislativo n. 199 dell'8 novembre 2021, articolo 42, comma 6 Ottobre*, alle quali si fa riferimento per la corretta metodica di campionamento, è determinante per valutare la fertilità e la produttività di un suolo in un determinato momento e si calcola come massa di carbonio su massa di suolo (g/kg).

Per tale finalità, il suolo sarà campionato utilizzando il metodo AFRSS (Area Frame Randomised Soil Sampling - campionamento di suolo randomizzato) sviluppato dal JRC (<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soilsampling-protocol-certify-changes-organic-carbon-stock-mineral-soils-european-union>). Secondo questo metodo l'intera area viene suddivisa in una griglia costituita da 100 celle numerate in modo randomizzato. Ogni cella della griglia rappresenta un potenziale sito di campionamento, all'interno della quale si possono scegliere dei sotto campioni dai quali poi si raccoglie un campione composito pari a 1 kg di suolo.

Saranno scelti 6 siti di campionamento su 25 ha caratterizzati dalla coltivazione di foraggere, 6 siti di campionamento su 25 ha caratterizzati dalla coltivazione di officinali e 6 siti di campionamento su 25 ha caratterizzati dalla coltura olivicola.

4. Il monitoraggio del microclima

Il monitoraggio di questa componente è descritto ampiamente nell'elaborato "Piano di Monitoraggio Ambientale". Se ne riporta qui di seguito una sintesi.

L'implementazione del parco agrivoltaico **non implicherà impatti avversi sul microclima**, anzi, favorirà un **apprezzabile miglioramento** dello stesso. **Il monitoraggio delle condizioni microclimatiche è volto a consentire una gestione ottimale delle colture agricole e a monitorare e migliorare l'efficienza energetica dell'impianto.**

Al fine di valutare tali condizioni, verranno acquisiti **dati microclimatici sia nell'area retro-modulo dell'impianto sia in una zona adiacente non influenzata dall'impianto**, al fine di consentire un confronto efficace dei parametri tra le diverse aree. Il monitoraggio del microclima sotto i moduli fotovoltaici sarà effettuato tramite diverse tecniche e strumenti:

- **Sensori di temperatura PT100;**



- Igrometri/Psicrometri;
- Anemometri;
- Sonde per la Radiazione;

La stazione meteo alla quale saranno collegati i sensori integrati e quelli esterni sarà dotata di *data logger* e permetterà la registrazione dei dati, la gestione da remoto e il controllo costante del dato.

5. Il monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.

La circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante “*Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)*”, prevede una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea.

In quest'ottica, per la progettazione del Parco Agrivoltaico “*Borgo Monteruga*” è previsto:

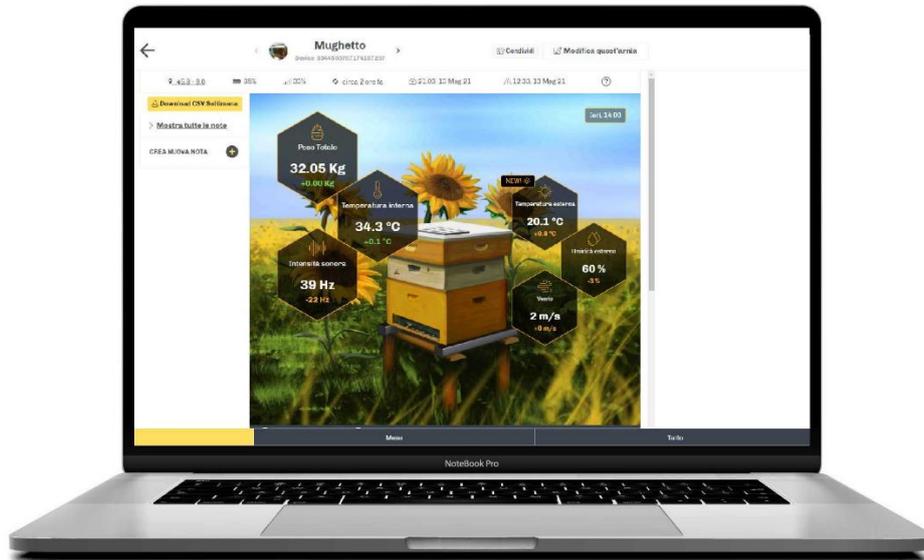
- **in fase di progettazione:** una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento (vedi elaborato tecnico “*Analisi meteorologica e Valutazione del rischio climatico*” e “*ALLEGATO I: Resa a prova di clima*”).
- **in fase di monitoraggio:** il monitoraggio si concentrerà **sull'analisi dell'efficienza nell'uso dell'acqua** esaminando la correlazione tra il rendimento agricolo ottenuto e il volume d'acqua impiegato per raggiungere tale risultato. Si **valuterà la produttività** delle colture confrontandola con quella della parcella di controllo. **Ogni anno verrà elaborata una relazione climatica e agronomica che, considerando le condizioni climatiche osservate, indicherà e quantificherà l'eventuale presenza di benefici sulla produzione agricola direttamente riconducibile all'impianto agrivoltaico.** Si prevede infatti che, in caso di eventi climatici estremi come siccità, grandinate o alluvioni, la produzione agricola nelle aree esterne all'impianto possa subire impatti negativi significativi riscontrabili.

6. Il monitoraggio 4.0 dell'apicoltura

Per massimizzare le performance del nostro impianto agrivoltaico, prevediamo di adottare tecnologie all'avanguardia per il monitoraggio degli apicoltori, fondamentali per **promuovere la sostenibilità e**



migliorare l'efficacia dell'ecosistema complessivo. Sfrutteremo le sonde 3Bee (www.3bee.com), azienda pioniera nel monitoraggio avanzato dell'apicoltura, aggiudicatrice del premio SME FASE2 di Horizon 2020, il più prestigioso ed ambito riconoscimento a livello europeo assegnato a meno dell'1% delle PMI.



Questo ci consentirà di osservare in tempo reale la salute delle colonie di api, monitorare l'effetto dell'ambiente agrivoltaico sulla produzione di miele e valutare eventuali impatti delle pratiche agricole sull'apicoltura. Nello specifico saranno utilizzati i seguenti sistemi avanzati:

- **HiveTech**: avanzato sistema IoT per alveari che raccoglie e analizza dati cruciali sulla colonia di api, come peso, temperatura, umidità e intensità sonora. Utilizzando algoritmi di intelligenza artificiale, il sistema fornisce una **valutazione accurata della salute dell'alveare e delle condizioni ambientali circostanti**.



Figura 3: Sistema di sensoristica HiveTech (3bee.com)

- **Spectrum**: agisce come un "orecchio elettronico", rilevando la quantità e le tipologie di impollinatori presenti. Questa tecnologia cattura le vibrazioni emesse durante il volo e viene



utilizzata dalla certificazione *Element-E* per definire l'abbondanza di impollinatori in una regione grazie alle loro impronte sonore uniche. Tale strumento consentirà di **valutare l'impatto sulla biodiversità** e di **pianificare interventi** per mitigare eventuali effetti negativi sull'ambiente.



Figura 4: Sistema Spectrum (3bee.com)

L'implementazione di queste tecnologie aumenterà l'efficacia delle nostre pratiche di monitoraggio ambientale e contribuirà a mantenere l'intero sistema sostenibile consentendo una raccolta dati avanzata che ci consentirà di dimostrare l'impegno del nostro progetto agrivoltaico verso la salvaguardia degli impollinatori e la promozione della biodiversità, elementi fondamentali per il mantenimento di ecosistemi agricoli resilienti e produttivi.