



# IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON OPERE DI CONNESSIONE

## BIO3 PV HYDROGEN S.R.L.

POTENZA IMPIANTO 151,61 MW - COMUNE DI BRINDISI (BR)

### Proponente

**BIO3 PV HYDROGEN S.R.L.**

VIA GIOVANNI BOVIO 84 - 76014 SPINAZZOLA (BT) - P.IVA: 08695720725 – PEC: [bio3pvhydrogen@pec.it](mailto:bio3pvhydrogen@pec.it)

### Progettazione

**Ing. Antonello Rutilio**

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)

Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.rutilio@incico.com](mailto:a.rutilio@incico.com)

### Coordinamento progettuale

**Envidev Consulting s.r.l**

CORSO VITTORIO EMANUELE II 287 – 00186 - ROMA (RM) - P.IVA: 01653460558 – PEC: [envidev\\_csrl@pec.it](mailto:envidev_csrl@pec.it)

Tel.: +39 3666 376 932 – email: [francesco@envidevconsulting.com](mailto:francesco@envidevconsulting.com)

### Titolo Elaborato

#### MONITORAGGIO PARAMETRI METEO

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL39	24ENV08_PD_REL39.00 MONITORAGGIO PARAMETRI METEO	LUGLIO 2024

### Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	LUGLIO 2024	EMISSIONE PER PERMITTING	ESC	FCO	ARU



COMUNE DI BRINDISI (BR)

REGIONE PUGLIA



# RELAZIONE MONITORAGGIO PARAMETRI METEO

## INDICE

1	Premessa.....	3
2	Monitoraggio dell'irraggiamento solare (solarimetri e piranometri) .....	3
2.1	Il Solarimetro. ....	4
2.2	Il piranometro.....	4
3	Sensori per il rilevamento dei raggi ultravioletti. ....	5
4	Stazione meteorologica.....	6
4.1.1	Sistema IOT per il risparmio idrico e per le strategie d'irrigazione .....	9
4.1.2	Sistemi IOT per il monitoraggio: difesa delle colture.....	10
4.1.3	Sistemi IOT: monitoraggio per apicoltura del progetto "Save the Queen" .....	11
4.2	Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali). ....	12
4.2.1	La "matrice" – "Ambiente idrico" nell'area d'intervento, con indicazioni per area SIN. ....	13

## 1 PREMESSA

Con la presente si intende riportare uno studio relativo allo sviluppo di un *“monitoraggio dei parametri meteo”* da effettuare nell’ambito dell’impianto agrivoltaico da realizzare nell’ambito di una porzione dell’area settentrionale SIN, nel territorio del Comune di Brindisi, ove si propone l’impianto in oggetto.

Di seguito si riporteranno gli elementi essenziali che verranno a costituire il *“sistema di monitoraggio ambientale”* dell’impianto da realizzare, nella convinzione che la principale limitazione esogena al rendimento ottimale di un impianto agrivoltaico in fase di esercizio è costituita dalle reali **condizioni ambientali** in cui questo si trova ad operare.

Altresì, il *“monitoraggio dei parametri meteo”* assume rilevanza nella gestione operativa dei terreni che verranno ad essere coltivati fra le stringhe dell’impianto proposto.

A partire dall’irraggiamento, che costituisce la *“materia prima”* del sistema, passando per le *“temperature”* che influenzano in modo determinante le prestazioni dei principali componenti e le reali condizioni in cui l’impianto si trova ad operare e ne determinano, a parità di altri fattori, la *“produttività”* effettiva.

Misurare con precisione le variabili meteorologiche che influenzano le prestazioni dell’impianto è l’unica maniera che hanno gli operatori per controllare il proprio investimento.

Nella convinzione che per la gestione di un impianto agrivoltaico si debba sempre avere una buona/ottima ed accurata conoscenza del *“dato ambientale”* (radiazione solare, temperatura aria e del modulo FV, velocità e direzione del vento, ecc.) e dell’affidabilità e dell’integrabilità dei sistemi adottati, di seguito si elencano i vari componenti che verranno a costituire il *“sistema di monitoraggio dei parametri meteo”* dell’impianto che si propone:

1. **Sensori per rilevamento dell’irraggiamento solare** (solarimetro e piranometro);
2. **Sensore per il rilevamento dei raggi ultravioletti;**
3. **Stazione metereologica.**

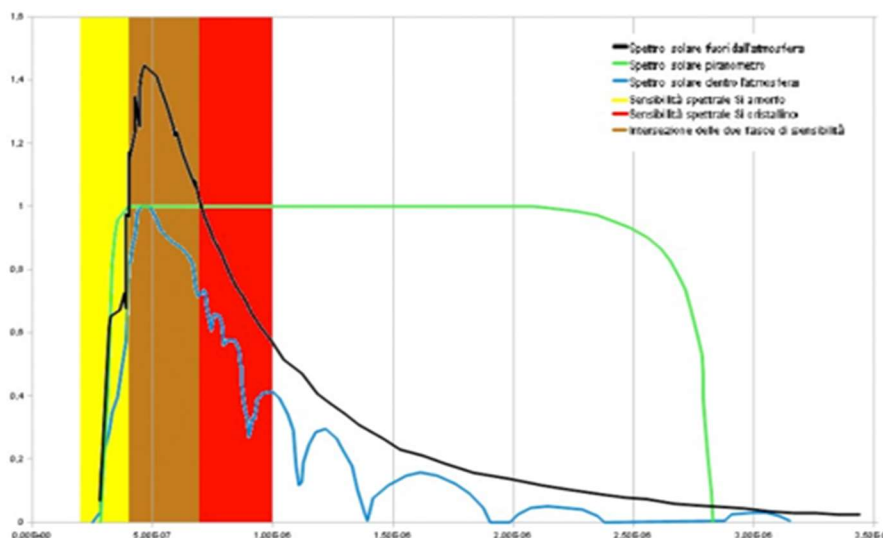
Di seguito si riporteranno succinte considerazioni in merito a ciascun componente che il *“sistema di monitoraggio dei parametri meteo”* prevede; altresì si fa esplicito riferimento alla relazione sul *“monitoraggio ambientale”* allegata al progetto.

## 2 MONITORAGGIO DELL’IRRAGGIAMENTO SOLARE (SOLARIMETRI E PIRANOMETRI)

La producibilità di una cella solare dipende da diversi fattori: prima di tutto, **una cella solare non risponde in maniera costante a tutte le frequenze della radiazione solare incidente.**

L’efficienza di una cella al silicio è massima in corrispondenza dell’intervallo di frequenze della luce visibile.

In secondo luogo, la producibilità di una cella solare e, di conseguenza di un sistema agrivoltaico, dipende dalla **“radiazione incidente”** sulla sua superficie e la tabella che segue riporta il classico grafico dello spettro solare.



**Grafico 1: Spettro solare**

C'è un altro effetto che influenza le prestazioni di un sistema agrivoltaico: la **“temperatura”**. Come tutti gli altri strumenti a semiconduttore, le celle solari sono sensibili alla temperatura ed un aumento della temperatura riduce la **“band gap”** di un semiconduttore, influenzando quindi la maggior parte dei parametri dei semiconduttori.

Valori alti della temperatura causano una riduzione nella produzione energetica di un sistema agrivoltaico.

Poiché la producibilità energetica (ed economica) di un impianto agrivoltaico è una funzione prevedibile di questi fattori, una sua diminuzione nella produzione di energia, fuori da quanto prevedibile da questa funzione, deve essere interpretata come sinonimo di anomalia o guasto, per il quale è necessario prendere provvedimenti.

Allora, per conoscere in un dato istante quanta energia dovrebbe produrre un impianto agrivoltaico, bisogna conoscere quanta energia sta giungendo sulla superficie dei moduli fotovoltaici in quell'istante.

Meglio, sarebbe conoscere quanta **“radiazione solare”** utile (lunghezze d'onda che attivano il processo agrivoltaico nelle celle di silicio sono 300 nm – 1100nm) giunge sui moduli fotovoltaici, **così da sapere quanta energia dovrebbe produrre un impianto FV in ogni momento della giornata.**

I **“sensori”** di irraggiamento solare sono in grado di rilevare quanta radiazione solare giunge sul sito ove essi sono installati.

Di tali sensori ve ne sono di 2 tipi, quali:

## 2.1 Il Solarimetro.

Il **“solarimetro”** è uno strumento usato per la **misurazione del flusso della radiazione solare ed usa l'effetto agrivoltaico per misurare la quantità di irraggiamento solare** che colpisce una data superficie.

**Un “solarimetro” che utilizzi l'effetto agrivoltaico ha lo stesso comportamento di un sistema agrivoltaico:** produce un segnale elettrico in funzione della luce incidente, risponde in special modo alla luce visibile e la sua risposta dipende anche dalla temperatura della cella.

Più in particolare un solarimetro con cella al silicio è in grado di captare le onde luminose con uno spettro compreso approssimativamente da 330nm a 1100nm

Al fine di ottenere una misura scevra dall'effetto **“temperatura”**, i valori misurati da un solarimetro che utilizzi l'effetto agrivoltaico devono essere corretti in base alla temperatura della cella fotovoltaica.

Questa misura può essere fatta grazie ad una **termocoppia**, mentre la correzione deve avere dei **livelli di precisione** non facili da raggiungere.

Lo strumento tende ad essere obsoleto e non verrà utilizzato nell'impianto agrivoltaico da realizzare nell'area SIN di Brindisi.

## 2.2 Il Piranometro.

Fatto salvo che l'irraggiamento solare incidente su di un **“pannello”** è il parametro climatico più importante per valutare le prestazioni di un impianto agrivoltaico, i piranometri, a norma ISO 9060, costituiscono, da lustri, i supporti più adeguati per la valutazione dell'irraggiamento e quindi del rendimento dell'impianto.

I piranometri sono strumenti che servono a misurare la **“radiazione globale”** su di una superficie (radiazione diretta e diffusa); **il principio di funzionamento è generalmente basato sulla misura di una differenza di temperatura tra una superficie chiara ed una scura.**

Una superficie scura può assorbire la maggior parte della radiazione solare, mentre una superficie chiara tende a riflettere, assorbendo una minor quantità di calore. Questa differenza di temperatura viene misurata utilizzando una **“termopila”**.

La differenza di potenziale che si genera nella **“termopila”**, a causa del **“gradiente di temperatura”** tra le due superfici, permette di misurare il valore della radiazione solare globale incidente.

Una **“termopila”** è composta da **“termocoppie”** generalmente connesse in serie, dove una **“termocoppia”** è una giunzione tra due differenti metalli utilizzata per misurare la differenza di temperatura tra due punti.

Una termocoppia produce un potenziale che dipende dal gradiente di temperatura.

La risposta di un piranometro di questo tipo può coprire tutto il range di lunghezze d'onda dello spettro solare che va, approssimativamente, da 300nm a 2800nm.

È da notare che poiché l'intervallo spettrale rilevabile con un piranometro è più ampio rispetto a quello che può essere misurato da un "solarimetro" con cella al silicio, utilizzare un piranometro per testare il corretto funzionamento e le prestazioni di un impianto agrivoltaico potrebbe portare a credere che in talune condizioni ambientali l'impianto non funzioni correttamente.

Le nuove tecnologie hanno del tutto eliminato questo problema e la risposta di un piranometro è sempre più immediata, superando il gap che aveva nei confronti del "solarimetro".

Oggi in commercio ci sono "piranometri" con diverse classificazioni, sempre secondo la ISO 9060, in funzione del tipo di impianto nel quale si vanno ad inserire.

Per l'impianto proposto, considerate le dimensioni e per il quale solitamente verrebbe utilizzato un piranometro identificato come "Second Class", la cui accuratezza nelle misurazioni è inferiore alla "First Class", si ritiene utile utilizzare, comunque, un sensore che fornisca la migliore risposta possibile e la maggiore istantaneità, per cui verrà utilizzato il meglio della tecnologia esistente e quindi un sensore in "First Class".

Il mercato permette la scelta di diverse tipologie di "piranometri" che qui di seguito si elencano:

- **Piranometri con uscita diretta:** costituiscono sensori adatti alla connessione a sistemi in grado di leggere la sensibilità del sensore (mV) e convertirla in W/mq.
- **Piranometri con uscita analogica:** diverse sono i range utilizzati, ma quelli più d'uso sono fra 4-20 mA, integrati ed alimentati in uno scarto di 9-30 Vcc/ca.;
- **Piranometri con uscita "modbus":** questi, oltre all'irraggiamento misurano la temperatura del corpo del sensore. I modelli "First Class" e "Second Class" hanno inoltre un ingresso per connettere una sonda esterna per la misura della temperatura a contatto dei moduli fotovoltaici.

Inoltre, negli impianti ad alta tecnologia, come quello presentato, vengono utilizzati ulteriori "sensori", connessi ai piranometri, in grado di migliorare ulteriormente il "monitoraggio" climatico del pannello/stringa, quali:

- **Sensori per correzione della temperatura:** questi "piranometri" montano una sonda di temperatura interna e correggono l'uscita del valore di irraggiamento con una correzione in base alla temperatura misurata;
- **Sensori per la misura della radiazione diffusa:** questa è una semplice soluzione per la misura della "radiazione diffusa", in quanto la banda ombreggia continuamente il "duomo" del piranometro dalla radiazione diretta. Questa è solitamente realizzata in alluminio. Inoltre, la "banda" oscura anche una parte di cielo e per questo motivo solitamente si applica un "fattore di correzione" che deve essere applicato alle misure.

### 3 SENSORI PER IL RILEVAMENTO DEI RAGGI ULTRAVIOLETTI

Fatto salvo che la gestione del monitoraggio dell'impianto agrivoltaico avviene tramite PC e che tutti i cavi di collegamento sono stati scelti in funzione di una elevata "resistenza" ai raggi ultravioletti, il "monitoraggio" di questi raggi assume una adeguata rilevanza in virtù della "dose" di raggi "UV" che possono essere assunti da personale operante all'interno dell'impianto.

In generale, la capacità di penetrazione e quindi la "pericolosità" per l'uomo dei raggi UV aumenta al diminuire della lunghezza d'onda e, di conseguenza, all'aumentare della frequenza.

La maggior parte dei raggi UV che raggiungono la superficie terrestre sono UVA (315-400 nm) e, in piccola parte, UVB (280-315 nm), mentre gli UVC (100-280 nm) sono totalmente assorbiti dall'atmosfera. Inoltre, i livelli di UV sono più alti al crescere dell'altitudine (ogni 1000 m di altezza i livelli di UV crescono del 10-12%) e dell'altezza del Sole (specialmente verso mezzogiorno nei mesi estivi) e al diminuire della latitudine e della nuvolosità.

Altri fattori ambientali che influenzano i livelli di UV sono lo strato di ozono e la capacità riflettente della superficie terrestre (per esempio, la neve riflette circa l'80% delle radiazioni UV, la sabbia asciutta della spiaggia circa il 15% e la schiuma del mare il 25%).

Si conoscono gli effetti "negativi" dei raggi UV per l'uomo e non si riportano; appare opportuno evidenziare, invece, anche gli effetti "positivi" che tali raggi possono indurre all'uomo alla sintesi organica della "vitamina D" che è una

sostanza coinvolta nello sviluppo dello scheletro ed è in grado di proteggere le ossa da malattie quali il rachitismo, l'osteomalacia e l'osteoporosi; in generale, basta una minima esposizione ai raggi UV per ottenere questi effetti protettivi.

Testando nei limiti del "monitoraggio" dell'impianto agrivoltaico, questo sarà dotato di un sistema di "sensori" in grado di monitorare non solo le stringhe ma anche le cabine di trasformazione; il mercato offre notevoli e differenti possibilità di approvvigionamento e, di certo, si allocheranno nell'impianto quei sensori che saranno in grado di fornire le migliori performance.

#### 4 STAZIONE METEOROLOGICA.

L'impianto ha la necessità di essere "gestito" con un "monitoraggio" che abbia la maggiore gamma possibile di "sensori" annessi.

Per tale ragione si prevede che il sistema di acquisizione dati sia collegato e completato ad una serie di sensori meteorologici oltre che a quelli precedentemente richiamati.

Tutte le misure rivenienti dai "sensori" saranno elaborate, memorizzate e rese disponibili per due utilizzi contemporanei:

- 1) connessione a PC locale o remoto (per mezzo di dispositivi di comunicazione) per analizzare e gestire serie storiche dei dati misurati;
- 2) inviare le letture istantanee al sistema di controllo dell'impianto tramite la definizione di un apposito "protocollo" da concordare e modulare con l'azienda fornitrice.

In definitiva, si ritiene che la "stazione meteorologica", completa per l'applicazione fotovoltaica, con doppia misura di irraggiamento (orizzontale e sull'asse de moduli), data logger ed interfaccia a PC remoto con connessione GPRS, debba essere arredata e comprensiva di:

- n. 2 piranometri (inclinato ed orizzontale) in "First Class";
- n. 1 sensore per la misurazione dei raggi UV;
- n. 1 sensore di "temperatura" ed "umidità relativa" dell'aria;
- n. 1 sensore di temperatura superficiale del modulo;
- n. 1 sensore velocità e direzione vento;
- n. 1 pluviometro;
- n. 1 barometro.

Una tale configurazione permette di avere un quadro completo del monitoraggio "microclimatico" dell'impianto e di trasmettere tali dati ed in tempo reale, ove richiesti, agli Enti di controllo (ARPA, Provincia, Comune, ecc.).

Il "sistema", ad avviso dello scrivente, ha la necessità di essere differenziato:

- in una stazione meteorologica a configurazione classica da allocare anche all'esterno dell'impianto e, nel qual caso, sul terrazzo della Masseria Villanova;
- in una serie di sensori utili alla gestione operativa dell'impianto, anche come innanzi riportato;
- in una serie di attrezzature e sensori utili alla gestione operativa delle attività agricole che verranno a svolgersi all'interno dell'impianto proposto.

In particolare, per queste ultime, l'agricoltura 4.0 si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi.

Utilizzando ad esempio strumenti **Internet of Things** (IOT) si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perchè oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio, ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole.

Adottare soluzioni 4.0 nel campo agricolo con installazioni di sistemi professionali e sensori meteo collegati a un software che raccoglie tutti i dati è molto vantaggioso e rientra perfettamente nelle agevolazioni previste dal piano Agricoltura 4.0.

Un corretto uso di questa tecnologia permette di poter calcolare in maniera precisa quale è il fabbisogno idrico di una determinata coltura per evitare gli sprechi, prevedere l'insorgenza di malattie delle piante e parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto anche l'utilizzo di pesticidi e l'impiego dei mezzi necessari agli interventi fitosanitari.

Inoltre, aiuta a prevedere gelate o colpi di calore straordinari, con possibilità di impiego anche nel settore delle coltivazioni in serre e vivaistica.

Il sistema di monitoraggio sarà costituito da una **“Stazione Meteo Principale”**, dotata dei tradizionali sensori meteorologici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), **e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici** (temperatura ed umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); **le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale.**

La stazione principale, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmetterà tutti i dati ad un centro servizi che accoglierà quelli istantanei e quelli storici, oltre ad essere in possesso di modelli di elaborazione dei dati che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.

Di seguito si riporta l'ubicazione della “Stazione Meteo Principale” sulla terrazza della Masseria Villanova.



**Figura 1: Ubicazione Stazione Meteo Principale.**

Sempre in merito agli strumenti IOT, a titolo meramente informativo si riporta quello della Agrismart-IOT e le relative caratteristiche tecniche.



**AGRISMART** è un nodo IOT per l'acquisizione e la trasmissione dei parametri meteorologici e agricoli per applicazioni nell'agricoltura di precisione (controllo e prevenzione). Utilizza il protocollo radio a bassa potenza SigFox. Il nostro sistema non necessita di alcuna connessione a reti telefoniche, a reti elettriche e non utilizza pannelli solari.

**CARATTERISTICHE GENERALI**

- Microcontrollore Low Power ad architettura ARM
- Contenitore a tenuta stagna IP65
- Alimentazione a batteria
- Misura e trasmissione ogni 30 minuti
- Comunicazione immune da sistemi Jammer
- Alta autonomia. Fino a 8 mesi con una singola ricarica

**SENSORISTICA STAZIONE 'METEO'**

Il nodo consente l'acquisizione dei seguenti dati:

- Monitoraggio bagnatura fogliare
- Monitoraggio temperatura del suolo su un livello
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo su un livello
- Monitoraggio dei parametri atmosferici (temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica)
- Monitoraggio irradianza solare
- Monitoraggio precipitazioni (pioggia)

**OPZIONI**

- Monitoraggio velocità e direzione del vento
- Monitoraggio temperatura sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio dei parametri atmosferici per il controllo degli stessi in ambienti o situazioni particolari
- Monitoraggio accrescimento (misura dendrometrica)
- Monitoraggio pH
- Monitoraggio conducibilità elettrica
- Monitoraggio millimetri di acqua in uscita dal gocciolatoio negli impianti di irrigazione



ELETTRICHE	
Tensione di Batteria	Li-Ion
Capacità Batteria	2500mAh
Tensione Massima Batteria	4.2V
Tensione di Sistema	3.3V
Corrente in Trasmissione	60 - 65mA
Corrente in Stand-by	10uA
RADIO*	
Frequenza (Europa)	868.13MHz
Potenza Radiante	12.5 - 13.0dBm
Data Rate	100B/s - 600B/s
Modulazione	DBPSK
Tasso di messaggi al giorno	96
Tipo di Antenna	Elica o Monopolo (opzionale in base alla copertura)
Pattern di Radiazione	Omnidirezionale

\*Grandezze misurate in LoRaWAN: trasmissione dal nodo al network

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	RANGE	RISOLUZIONE
Bagnatura Fogliare	%	0 + 100	1
Temperatura Suolo	°C	-55 + +125	
Tensione Idrica Suolo	cBar	0 + 200	
Temperatura Atm.	°C	-40 + +85	
Umidità Relativa Atm.	%	0 + 100	
Pressione Atm.	kPa	30 + 110	
Velocità Vento	m/s	0 + 89	
Direzione Vento	Punti sulla bussola	1 + 16	
Irradianza Solare	W/m²	0 + 1800	
Precipitazione	mm	-	

Figura 2: Esempio stazione meteo

#### 4.1.1 Sistema IOT per il risparmio idrico e per le strategie d'irrigazione

Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro.



**Figura 3: Schema comunicazione IoT sistema**

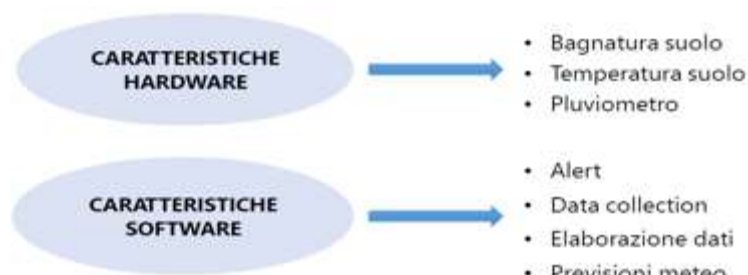
L'evoluzione dei sistemi di irrigazione, dai classici sistemi a pioggia ai moderni impianti a goccia, fino alla sub-irrigazione, richiede di disporre di strumenti altrettanto evoluti per conoscere l'effettivo deficit idrico e valutare le migliori strategie di irrigazione.

L'installazione di queste unità è stata pensata poiché apporta molti vantaggi nella programmazione dei vari interventi agronomici. L'impiego dei sensori meteo-climatici consente infatti di ottenere, in modo chiaro e semplice, i dati di evapotraspirazione relativi alle colture agrumicole. Le sonde di umidità del suolo forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale e permettono quindi di valutare il fabbisogno idrico effettivamente necessario.



**Figura 4: Sensore di umidità**

**Il sistema riesce a determinare con puntualità e precisione quando una coltivazione necessita di essere irrigata,** evitando al coltivatore una inutile somministrazione di acqua. I risparmi sono consistenti e il beneficio per l'ambiente rende l'azienda realmente sostenibile.



**Figura 5: Logica riduzione del consumo idrico**

E' inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti.

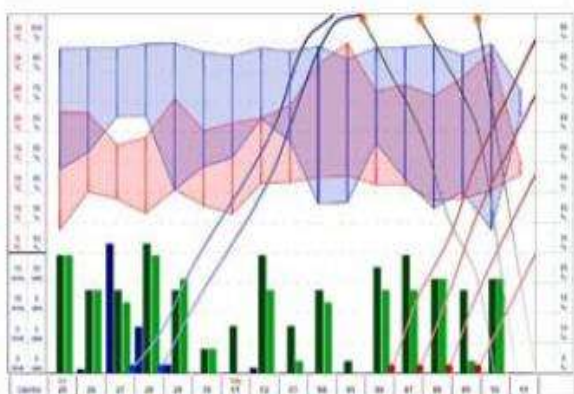
Punto di forza della tecnologia IOT è la possibilità di programmare anche a distanza i turni di irrigazione: una soluzione "ottimale" per ridistribuire la forza lavoro su altre attività aziendali di carattere straordinario. Inoltre, l'impiego di questa tecnologia è l'occasione per riconsiderare le competenze del lavoro agricolo in uno scenario di sostenibilità.

#### 4.1.2 Sistemi IOT per il monitoraggio: difesa delle colture.

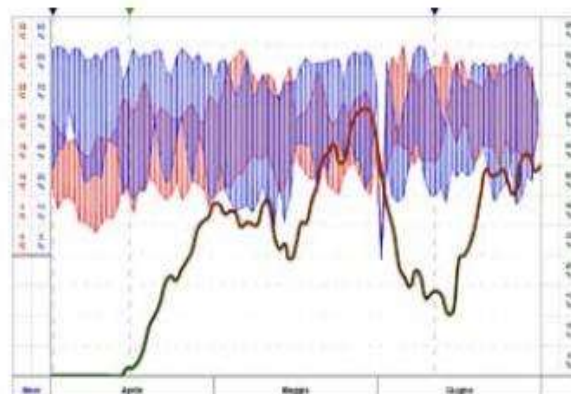
I sistemi proposti offrono, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (funghi, batteri, virus, insetti, grandine, gelata).

Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore ed inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici, e caratteristica unica dei sistemi da noi prodotti.

Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.



**Indicazione delle fasi infettive e delle sporulazioni**



**Valutazione del rischio di infezione**

#### 4.1.3 Sistemi IOT: monitoraggio per apicoltura del progetto “Save the Queen”.

Negli ultimi anni l’apicoltura, un settore essenziale dell’agricoltura, sta acquisendo sempre più attenzione sia a livello nazionale che internazionale, a seguito della crescente consapevolezza del ruolo che gli impollinatori hanno nel mantenimento della biodiversità e della sicurezza alimentare.

Chi pratica apicoltura si ritrova quindi a dover far fronte a differenti tipologie di problematiche non sempre facilmente e rapidamente risolvibili.

Durante i periodi primaverili e di piena attività delle famiglie di api, l’apicoltore si trova a dover controllare frequentemente le postazioni di apiari per determinare se ci sono problemi sanitari o sciamature imminenti e per valutare se le famiglie stanno soffrendo la fame o se è invece necessario posizionare un melario a causa di un rapido accumulo di miele.

La gestione aziendale risulta, di conseguenza, non essere efficiente e razionale, con elevate spese dovute agli spostamenti per le visite alle postazioni degli apiari e con perdite economiche relative a cali produttivi o a perdite di famiglie.

Se la ricerca e l’innovazione tecnologica hanno portato tramite l’agricoltura di precisione miglioramenti produttivi e organizzativi in diversi settori dell’agricoltura agevolandone le attività, negli ultimi anni l’innovazione sta venendo in aiuto anche al settore apistico, tanto che si può parlare di apicoltura di precisione o apicoltura 4.0, in cui le tradizionali tecniche apistiche si avvalgono di tecnologie e conoscenze moderne sia per agevolare il lavoro dell’apicoltore che per migliorare il benessere animale, in questo caso delle famiglie di api e per conoscere la situazione ambientale circostante l’apiario e quella inerente le principali fioriture, essenziale per la sopravvivenza delle api.

In questo contesto, quindi, ben si inseriscono i Decision Support System che negli ultimi anni si sono rapidamente diffusi nel settore apistico anche come conseguenza dell’esigenza sempre più diffusa di avere conoscenze in tempo reale di ciò che avviene in apiario e nell’ambiente circostante.

Nello specifico si tratta di sistemi quali bilance, sensori di temperature, umidità e suoni interni all’arnia, che rilevano dati e li inviano a piattaforme dedicate.



**Figura 7: Esempio di stazione meteo, bilancia per api e antifurto GPS**

Attraverso un’interfaccia software, l’apicoltore può vedere e valutare l’andamento delle proprie famiglie, avere una indicazione di ciò che succede nell’arnia e pianificare al meglio le attività aziendali, andando ad agire per tempo dove è maggiormente necessario e riducendo di conseguenza i costi aziendali. ad esempio, poter monitorare a distanza l’andamento del peso dell’arnia, permette di capire quando è il momento di portare i melari negli apiari, toglierli o, in caso di una elevata riduzione del peso dell’arnia, eseguire per tempo controlli per capirne il motivo.

Oltre a ciò, negli ultimi anni cominciano ad assumere importanza sempre più rilevante sia la conoscenza della situazione meteorologica puntuale della postazione in cui si trovano le arnie, e rilevabile tramite il posizionamento di una stazione meteorologica in prossimità dell'apiario, sia le informazioni riguardanti il territorio circostante l'apiario.

In quest'ultimo caso, si tratta di avere informazioni inerenti gli inquinanti presenti nell'ambiente (tramite analisi dei prodotti dell'alveare), e informazioni sullo sviluppo fenologico delle principali essenze nettarifere, ottenute tramite la realizzazione di modelli specifici, ed essenziali per determinare in modo razionale gli spostamenti delle arnie.

L'applicazione dei "dss" all'ambito apistico è una innovazione relativamente recente, ma con elevate potenzialità applicative, sia per il monitoraggio a distanza degli apiari che per il monitoraggio dell'ambiente che li circonda che, per approfondire la conoscenza del comportamento delle famiglie di api e della loro interazione con l'ambiente esterno.

Di seguito si riporta una comune schermata per la visualizzazione dei dati raccolti.

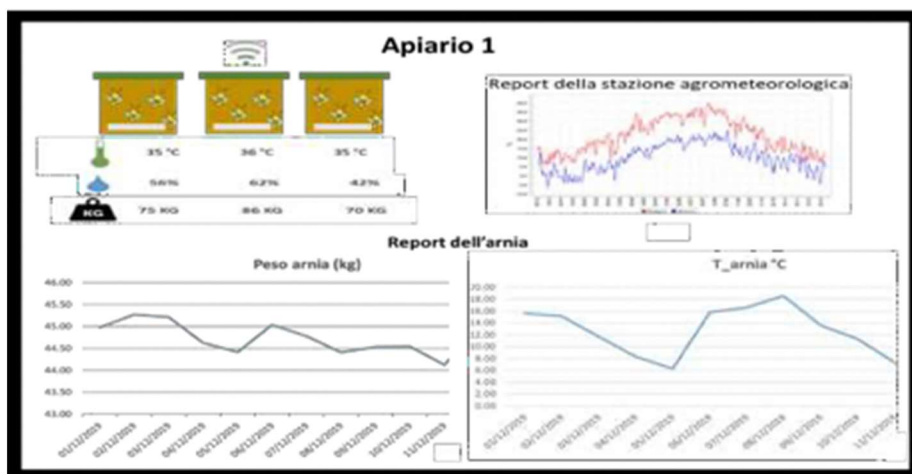


Figura 8: Schermata con visualizzazione dei dati raccolti.

Una tale configurazione permette di avere un quadro completo del monitoraggio "microclimatico" dell'impianto e di trasmettere tali dati ed in tempo reale, ove richiesti, agli Enti di controllo (ARPA, Provincia, Comune, ecc.).

#### 4.2 Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali).

Il "Piano di Monitoraggio Ambientale" (PMA) relativo alla componente "Ambiente idrico" è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

Il "PMA" deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA), dalla direttiva 2006/118/CE relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dalla direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino).

Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal nostro ordinamento dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte III – "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" - (artt. 53 – 176)] e dai suoi Decreti attuativi, unitamente al D.Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee e al D. Lgs. 190/2010 per l'ambiente marino. Pertanto, dovranno essere considerati prioritariamente i seguenti riferimenti normativi nazionali:

- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante "I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni";
- DM 14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/2006, recante Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3, del D.Lgs. medesimo";
- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento";

- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 – “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque”;
- D.M. 08/10/2010, n. 260 – “Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo”; e le seguenti ulteriori indicazioni comunitarie:
  - Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione;
  - Decisione della Commissione 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
  - Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

Inoltre, il PMA dovrà essere implementato in conformità alla pianificazione/programmazione inerente la tutela qualitativa delle acque alle diverse scale territoriali e coerente con le indicazioni fornite dal quadro normativo e pianificatorio settoriale di riferimento.

#### 4.2.1 La “matrice” – “Ambiente idrico” nell'area d'intervento, con indicazioni per area SIN.

Nell'ambito del “SIA” si è avuto modo di riportare che l'area d'intervento è interessata dalla presenza di “corsi d'acqua” e di “canali di scolo periodici” aggregati alla rete Regionale “RER”.

La progettazione ha rispettato tutti i “vincoli” esistenti per la rete “idrografica superficiale”.

L'area dell'impronta impiantistica è interessata dal doppio sistema di falde costituito da: una falda superficiale freatica allocata da un minimo di 3,5 a circa 6,0 m. dal p.c. e dalla imponente falda di fondo in pressione per la presenza di una coltre argillosa che, nell'area di intervento raggiunge spessori anche superiori a 20 m.

In merito alle acque meteoriche di dilavamento che saranno opportunamente canalizzate per permettere il facile deflusso, appare necessario riportare che non verranno mai utilizzati diserbanti per eliminare le colture spontanee ed infestanti; ciò per una particolare sistemazione che verrà effettuata nell'ambito dell'impianto, come riportato nella relazione specialistica dell'Agronomo.

Inoltre, sempre in riferimento alle acque di dilavamento e nel qual caso nelle acque utilizzate periodicamente per la pulizia dei pannelli fotovoltaici costituenti le “stringhe” dell'impianto, appare necessario riportare che tali acque saranno prive di additivi inquinanti e/o contaminanti.

Infine, si riporta che le varie “stringhe” dell'impianto agrivoltaico non presentano canaline di raccolta delle acque meteoriche che vi ricadono e quindi defluiscono direttamente sui suoli sottostanti; con ciò si possono totalmente escludere sia fenomeni di erosione areale che, anche e soprattutto, una minore capacità indotta al processo di ricarica della sottostante falda.

L'impianto, come riportato, è parte integrante della perimetrazione SIN che, fra l'altro, nelle varie fasi di caratterizzazione chimica, ha individuato elementi contaminanti nelle matrici “top soil” e “suolo”; tali contaminazioni ed in particolare i metalli pesanti, potranno essere asportati nella fase di displuvio ed andare a contaminare anche le acque superficiali costituito dal reticolo idrografico presente.

Per tale ragione soccorrono le indagini effettuate sulla falda freatica superficiale nel corso dei due “Piani” di investigazione effettuati; qui di seguito si riportano alcune considerazioni in merito a quanto richiamato.