



HEPV19 S.R.L.  
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)  
hepv19srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

**EHM.Solar**

EHMSOLAR S.R.L.  
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799  
info@ehm.solar

c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

CONSTRUZIONE ED ESERCIZIO NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 9.400 kW E POTENZA MODULI PARI A 11.466,65 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO NEL COMUNE DI GUAGNANO (LE) - IMPIANTO SV03

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA

CODICE COMMESSA:

HE.19.0049

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

**Heliopolis**

Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy  
tel. +39 02 37905900  
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu  
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963



**AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE**

L.L. Engineering Srl *Tecnico incaricato Ing. Giovanni Leuzzi*  
Via XX Settembre n. 9 - 74123 Taranto  
Via Enrico Dandolo n. 68 - 74021 Carosino  
E-mail: llstudioingegneria@gmail.com - Pec:llengineering@pec.it



**STUDI PEDO-AGRONOMICI**

Dott. Agr. Convertini Stefano  
Via G. Sampietro n. 5  
72015 Fasano (BR)  
P.IVA 02241970744  
e-mail constef@gmail.com

**STUDI ACUSTICI**

Dott. Ing. Marcello LATANZA  
Via Costa n. 25/b  
74027 S. Giorgio Jonico (TA)  
P.IVA 02848560732  
e-mail marcellolatanza@gmail.com

**STUDI ARCHEOLOGICI**

MUSEION Soc. Coop. a R.L.  
Via del Tratturello Tarantino n. 6  
74123 Taranto  
P. IVA 02509950735  
e-mail info@museion-taranto.it

**STUDI GEOLOGICI**

Dott. Geol. Luigi Chiffi  
Via Kennedy n. 10  
73054 Presicce-Acquarica (LE)  
P.IVA 03966280756  
e-mail studiogeologicochiffi@gmail.com

PROGETTISTA:



COLLABORATORE: Direttore Tecnico Ing. Giovanni Leuzzi

**OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

SE 380/150kV CELLINO SAN MARCO  
dott.ing.Luigi Barbera Opere Elettromeccaniche  
dott.ing.Vito Calò Ambiente idraulica strutture  
dott.geol. Franco Magno Geotecnica  
dr.ssa.agr. M.Nunzella  
dott. Gianfranco Dimitri archeologo  
ELETTRODOTTI AT  
dott.ing.Giulia Bettiol Opere Elettromeccaniche  
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica  
CABINA PRIMARIA AT/MT E LINEA MT  
per.ind.Mirko Girardi Opere Elettromeccaniche  
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica

**CONSULENZA LEGALE**

STUDIO LEGALE PATRUNO  
Via Argiro, 33 Bari  
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

Relazione per il monitoraggio dei parametri meteorologici

SCALA:

Varie

NOME FILE:

EKGBS62\_DocumentazioneSpecialistica\_03

DATA:

NOVEMBRE 2022

ELABORATO:

D\_UR\_RE\_03

N. REV.	DATA	REVISIONE	ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
0	11/2022	Emissione	Dott. Ing. Giovanni Leuzzi	responsabile commessa per.ind. Mirko Girardi	direttore tecnico Dott. Ing. Alberto Albuizi



Costruzione ed esercizio impianto Agrivoltaico avente potenza nominale pari a 9.400 kW e potenza moduli pari a 11.466,65 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

**Comune di Guagnano**

*Relazione per il monitoraggio dei parametri meteoclimatici*

## **Sommario**

1. Premessa .....	1
2. Monitoraggio dell'irraggiamento solare (solarimetri e piranometri) .....	2
3. Il Solarimetro .....	3
4. Il piranometro .....	3
5. Sensori per il rilevamento dei raggi ultravioletti .....	4
6. Stazione meteorologica .....	5



## **1. PREMESSA**

La Società HEPV09 S.r.l., ha affidato allo scrivente, l'incarico di effettuare uno studio relativo al **“monitoraggio dei parametri meteo”** da installare nell'ambito del progetto finalizzato alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare individuato con codice di rintracciabilità T0737036 denominato SV03 con potenza di immissione massima pari a 9,40 MW facente capo alla società HEPV19 S.r.l.. L'impianto agri voltaico sorgerà nel Comune di Guagnano (LE) e sarà accessibile dalla strada interpodereale che si dirama direttamente dalla strada Provinciale 102 che conduce a Campi Salentina (LE). L'impianto sarà allacciato alla Rete di Distribuzione di E-DISTRIBUZIONE alla tensione di 20kV trifase a frequenza industriale di 50Hz su nuova connessione in derivazione ad antenna dalla nuova Cabina Primaria Campi Ovest. La nuova Cabina Primaria (in seguito CP CAMPI OVEST) sarà derivata dalla rete RTN a 150kV di Terna tramite nuovi raccordi alla linea 150kV della RTN “San Donaci – Campi Salentina”. Gli interventi previsti dal progetto definitivo per la connessione del suddetto impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare alla rete RTN, sono i seguenti:

1. Potenziamento/rifacimento della linea a 150kV “*San Donaci – Campi Salentina*”;
2. Realizzazione di raccordi aerei a 150kV della linea a 150kV “*San Donaci – Campi Salentina*” alla nuova stazione elettrica di 380/150kV Cellino San Marco;
3. Realizzazione di raccordi aerei a 150kV della linea a 150kV “*San Donaci – Campi Salentina*” alla nuova CP “*Campi Salentina Ovest*”;
4. Potenziamento/rifacimento della linea a 150kV “*SSE Lecce – CP Lecce industriale*”.

Tali interventi sono funzionali alla connessione in rete di più impianti di produzione da fonte rinnovabile. Essendo indispensabili per poter trasportare l'energia pulita prodotta dal campo fotovoltaico a cui sono connesse. Senza tali opere infatti si creerebbe un esubero di energia che non potrebbe essere trasportata e, di conseguenza, distribuita alle utenze creando problematiche al sistema elettrico locale.

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 fotovoltaico in fase di esercizio è costituita dalle reali **condizioni ambientali** in cui esso si trova ad operare.

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 a 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 fotovoltaico 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 pirano-metro);
2. **Sensore per il rilevamento dei raggi ultravioletti**;
3. **Stazione meteorologica.**

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.

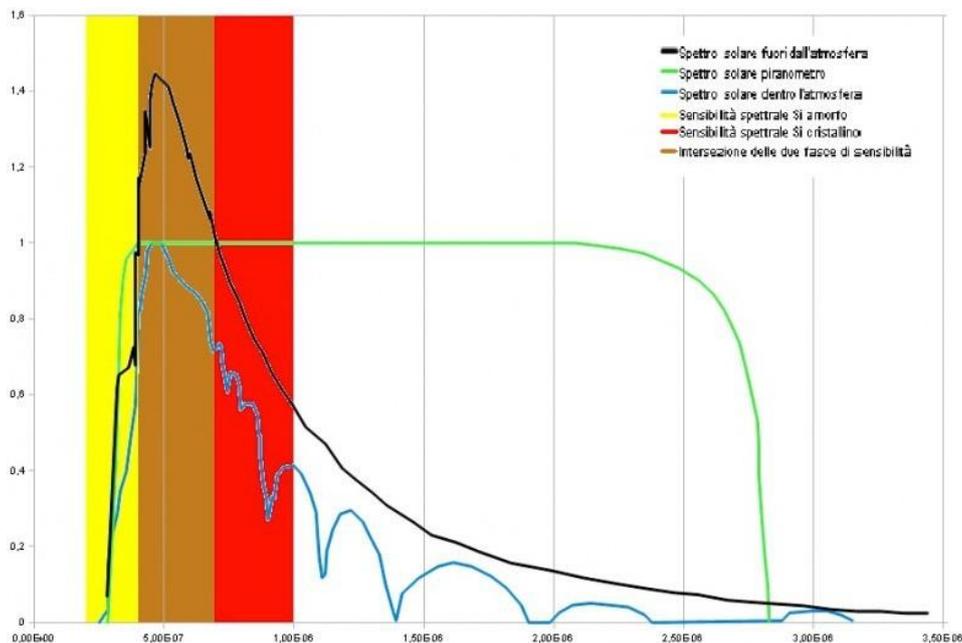


## 2. MONITORAGGIO DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE (SOLARIMETRI E PIRANOMETRI)

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 fotovoltaico, dipende dalla **“radiazione incidente”** sulla sua superficie e la tabella che segue riporta il classico grafico dello spettro solare.



C'è un altro effetto che influenza le prestazioni di un sistema fotovoltaico: **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 fotovoltaico.

Poiché la producibilità energetica (ed economica) di un impianto fotovoltaico 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 fotovoltaico, 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 fotovoltaico 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.



### 3. IL SOLARIMETRO

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

Un **“solarimetro”** che utilizzi l'effetto fotovoltaico ha lo stesso comportamento di un sistema **fotovoltaico**: 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 fotovoltaico 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 agri voltaico da realizzare nel Comune di Guagnano.

### 4. 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 fotovoltaico, i piranometri, a norma ISO 9060, costituiscono, da lustrini, 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 fotovoltaico 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 agri voltaico in oggetto ubicato nel Comune di Guagnano, considerate le dimensioni e per le quali 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 ( $\square V$ ) 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 pironimetri, 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.

---

## **5. SENSORI PER IL RILEVAMENTO DEI RAGGI ULTRAVIOLETTI**

Fatto salvo che la gestione del monitoraggio dell'impianto fotovoltaico 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 fotovoltaico, 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.

---

---

## **6. 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 metereologica"***, 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:

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