



REGIONE BASILICATA  
 PROVINCIA DI POTENZA  
 COMUNE DI VENOSA



PROGETTO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE  
 OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL  
 COMUNE DI VENOSA IN LOCALITÀ BOREANO  
 DI POTENZA PARI A 19.996,20 kWp (19.993,87 kW IN IMMISSIONE)  
 DENOMINATO "AGRIVOLTAICO VENOSA BOREANO"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO



livello prog.	Cod.	tipo doc.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	202102255	R	A9			AGRIVEN_A9	28/12/2022	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

PROPONENTE:

**EDISON RINNOVABILI S.P.A.**  
 Foro Buonaparte 31 - 20121 Milano (MI)  
 P.IVA n. 12921540154 / REA MI-1595386



TIMBRO ENTE

PROGETTAZIONE:



Ing. D. Siracusa  
 Ing. A. Costantino  
 Ing. C. Chiaruzzi  
 Ing. G. Schillaci  
 Ing. G. Buffa  
 Ing. M.C. Musca

Arch. M. Gullo  
 Arch. S. Martorana  
 Arch. F. G. Mazzola  
 Arch. A. Calandrino  
 Arch. G. Vella



FIRMA DIGITALE PROGETTISTA

FIRMA PROGETTISTA

<b>PRESENTAZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1 Energia fotovoltaica.....	4
2.1 Approccio agro - fotovoltaico.....	7
<b>2. INQUADRAMENTO GENERALE</b> .....	<b>11</b>
3.1 Accessibilità e viabilità.....	14
2.1 Analisi delle interferenze con i servizi e sottoservizi esistenti .....	14
2.2 Analisi delle fasce di rispetto.....	15
2.3 Emissioni evitate .....	16
2.4 Impianto fotovoltaico ed integrazione agricola .....	18
2.5 Mantenimento vocazione agricola dei suoli .....	18
<b>3. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b> .....	<b>19</b>
<b>4. QUADRO ECONOMICO GENERALE DELL'OPERA</b> .....	<b>25</b>
<b>5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>27</b>
<b>6. DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	<b>29</b>
6.1 Descrizione tecnica del parco fotovoltaico.....	29
6.2 Connessione Impianto .....	30
<b>7. OPERE CIVILI</b> .....	<b>31</b>
7.1 Inquadramento geomorfologico .....	31
7.2 Considerazioni sulla geo-morfologica.....	31
7.3 Strutture edili .....	33
<b>8. OPERE DI MITIGAZIONE</b> .....	<b>34</b>
<b>9. PROVE DI ACCETTAZIONE E MESSA IN SERVIZIO</b> .....	<b>37</b>
9.1 Collaudo dei materiali in cantiere.....	37
9.2 Accettazione dell'impianto.....	37
<b>10. INDICAZIONI PER LA SICUREZZA</b> .....	<b>38</b>
<b>11. CONCLUSIONI</b> .....	<b>42</b>
11.1 Tempi di esecuzione dell'opera.....	42
11.2 Verifica Impatto Ambientale .....	42

## **PRESENTAZIONE**

Edison, con oltre 130 anni di storia, è la società energetica più antica d'Europa ed è oggi uno dei principali operatori energetici in Italia, attivo nella produzione e vendita di energia elettrica, nella fornitura, distribuzione e vendita di gas, nonché nella fornitura di servizi energetici ed ambientali al cliente finale.

Il suo parco di generazione elettrica è altamente flessibile ed efficiente e comprende impianti termoelettrici a ciclo combinato a gas (CCGT), centrali idroelettriche, impianti eolici e fotovoltaici.

In merito al settore eolico, Edison è attiva nella produzione di energia elettrica attraverso la forza del vento da anni ed è uno dei principali player italiani del settore. L'energia rinnovabile del vento rappresenta parte significativa della recente storia del Gruppo Edison, ma anche un pilastro del futuro per consolidare ed incrementare la propria posizione nell'ambito della produzione da fonte rinnovabile e a cogliere ulteriori opportunità per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

In particolare, Edison Rinnovabili, la società del Gruppo specializzata in energie rinnovabili, occupandosi di progetti e impianti prevalentemente eolici e fotovoltaici, è attiva nella produzione di energia elettrica attraverso la forza del vento da oltre 20 anni ed è una dei principali player italiani del settore con quasi 50 impianti installati in diverse regioni per circa 1 GW di potenza in esercizio con 679 aerogeneratori (di seguito, WTG, acronimo di Wind Turbine Generator).

Oggi il Gruppo Edison opera prevalentemente in Italia, impiegando circa 5.000 persone, ed è impegnata in prima linea nella sfida della transizione energetica, attraverso lo sviluppo della generazione rinnovabile e low carbon, i servizi di efficienza energetica e la mobilità sostenibile, in sintonia con gli obiettivi nazionali ed europei.

Nell'ambito della propria strategia di transizione energetica, il Gruppo Edison punta a portare la generazione da fonti rinnovabili al 40% del proprio mix produttivo entro il 2030, attraverso investimenti mirati nel settore (con particolare riferimento all'idroelettrico, all'eolico e al fotovoltaico).

Consapevole del proprio ruolo nel settore energetico, Edison mette in pratica modelli operativi atti a gestire e mitigare i propri impatti ambientali, valorizzare i temi della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e lo sviluppo professionale e di conoscenze. Con specifico riferimento all'ambiente e al territorio, anche in considerazione dell'asset fortemente incentrato sulle risorse energetiche rinnovabili Edison ha l'obiettivo di:

- sviluppare un sistema energetico a ridotto impatto ambientale;
- puntare a un ruolo di leader nel campo delle fonti rinnovabili in Italia;
- collocarsi tra le aziende energetiche con gli impianti a maggior efficienza, ponendosi continui obiettivi di miglioramento e di evoluzione del mix energetico verso fonti a minori emissioni;
- operare nel rispetto dell'ambiente, del territorio e della biodiversità;
- contribuire all'ampliamento delle conoscenze e delle competenze della comunità;
- creare e mantenere relazioni stabili, trasparenti e collaborative con i propri fornitori.

Il progetto oggetto della presente è proposto per la sua realizzazione dalla società Edison Rinnovabili Spa, facente parte del Gruppo Edison, con sede legale in Milano - Foro Buonaparte n. 31.

Edison Rinnovabili, come l'intero gruppo Edison, è particolarmente attenta ai temi della salute, della sicurezza e della tutela ambientale: la società proponente è infatti dotata di un Sistema di Gestione Integrato dell'Ambiente e della Sicurezza e ha ottenuto la Certificazione alla norma UNI EN ISO 14001:2004 e ISO 45001.

**Horizonfirm** nasce come divisione di Horizon s.r.l., l'unico distributore e partner esclusivo di Ripasso Energy AB oggi Swedish Stirling, la compagnia svedese che possiede la tecnologia del CSP Dish Stirling che, ad oggi, detiene il record del mondo per l'efficienza di conversione da energia solare lorda a energia elettrica netta immessa in rete pari ad oltre il 33 %.

**Horizonfirm S.r.l.** è una società che opera nel settore delle fonti energetiche rinnovabili, attiva nella ricerca applicata e nella formazione di giovani ingegneri e dottorandi, che porta avanti collaborando con il Dipartimento di Ingegneria della Scuola Politecnica della Università degli Studi Palermo e con le più grandi realtà industriali del settore a livello internazionale. La generazione di energia elettrica da fonte solare è la sua prima specializzazione e vanta 15 anni di esperienza nel settore.

Nella ricerca dei terreni idonei all'installazione di impianti fotovoltaici, ha trovato la collaborazione di Confagricoltura Sicilia, grazie alla quale è entrata in contatto con la variegata realtà degli imprenditori agricoli siciliani. Horizonfirm Srl è consapevole di quanto sia forte il legame tra l'imprenditore agricolo e la sua terra e quanto quest'ultimo compia tutti gli sforzi necessari per migliorare costantemente la propria realtà aziendale.

**HorizonFarm S.r.l.** è una società agricola, partecipata da Horizonfirm, che nasce con l'obiettivo di contribuire ad una transizione ecologica del mondo dell'agricoltura grazie alla necessaria convivenza con gli impianti di produzione di energia da sorgente solare.

L'obiettivo di HorizonFarm è la caratterizzazione delle potenziali applicazioni agricole sperimentali che vengono studiate sito per sito in collaborazione con agronomi specializzati sul territorio. HorizonFarm ha finanziato un assegno di ricerca per iniziare su dei siti pilota la pre-sperimentazione in campo per lo sviluppo, in sinergia con l'Università degli Studi "Kore" di Enna, di coltivazioni di carattere sperimentale e di colture specializzate.

Lo studio è finalizzato ad ottenere la massima efficienza dell'impianto fotovoltaico senza in alcun modo alterare la produzione agricola e viceversa ottimizzare la conduzione agricola senza limitare l'esercizio dell'impianto fotovoltaico. Per quanto riguarda l'impianto di produzione l'analisi verrà svolta tenendo conto della migliore tecnologia presente sul mercato e delle caratteristiche orografiche, ambientali e paesaggistiche del terreno su cui lo stesso dovrà essere realizzato.

Per quanto concerne l'attività agricola lo studio verrà predisposto tenendo conto delle caratteristiche del territorio e delle realtà locali presenti dando fondamentale importanza alla scelta di coltivazioni che possano essere compatibili con l'impianto fotovoltaico sia in termini logistici che di costi (capex ed opex).

# 1. PREMESSA

## 1.1 Energia fotovoltaica

L'aumento delle emissioni di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti, legato allo sfruttamento delle fonti energetiche convenzionali costituite da combustibili fossili, assieme alla loro limitata disponibilità, ha posto come obiettivo della politica energetica nazionale quello di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Tra queste sta assumendo particolare importanza lo sfruttamento dell'energia solare per la produzione di energia elettrica. L'energia solare è tra le fonti energetiche più abbondanti sulla terra dal momento che il sole irradia sul nostro pianeta ogni anno 20.000 miliardi di TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio), quantità circa 2.200 volte superiore ai soli 9 miliardi che sarebbero sufficienti per soddisfare tutte le richieste energetiche. L'energia irradiata dal sole deriva da reazioni termonucleari che consistono essenzialmente nella trasformazione di quattro nuclei di idrogeno in un nucleo di elio. La massa del nucleo di elio è leggermente inferiore rispetto alla somma delle masse dei nuclei di idrogeno, pertanto la differenza viene trasformata in energia attraverso la nota relazione di Einstein che lega l'energia alla massa attraverso il quadrato della velocità della luce. Tale energia si propaga nello spazio con simmetria sferica e raggiunge la fascia più esterna dell'atmosfera terrestre con intensità incidente per unità di tempo su una superficie unitaria pari a  $1367 \text{ W/m}^2$  (costante solare). A causa dell'atmosfera terrestre parte della radiazione solare incidente sulla terra viene riflessa nello spazio, parte viene assorbita dagli elementi che compongono l'atmosfera e parte viene diffusa nella stessa atmosfera. Il processo di assorbimento dipende dall'angolo di incidenza e perciò dallo spessore della massa d'aria attraversata, quindi è stata definita la massa d'aria unitaria AM1 (Air Mass One) come lo spessore di atmosfera standard attraversato in direzione perpendicolare dalla superficie terrestre e misurato al livello del mare.

La radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre si distingue in **diretta** e **diffusa**. Mentre la radiazione diretta colpisce una qualsiasi superficie con un unico e ben preciso angolo di incidenza, quella diffusa incide su tale superficie con vari angoli. Occorre ricordare che quando la radiazione diretta non può colpire una superficie a causa della presenza di un ostacolo, l'area ombreggiata non si trova completamente oscurata grazie al contributo della radiazione diffusa. Questa osservazione ha rilevanza tecnica specie per i dispositivi fotovoltaici che possono operare anche in presenza di sola radiazione diffusa.

Una superficie inclinata può ricevere, inoltre, la radiazione riflessa dal terreno o da specchi d'acqua o da altre superfici orizzontali, tale contributo è chiamato albedo. Le proporzioni di radiazione diretta, diffusa ed albedo ricevuta da una superficie dipendono:

- **dalle condizioni meteorologiche** (infatti in una giornata nuvolosa la radiazione è pressoché totalmente diffusa; in una giornata serena con clima secco predomina invece la componente diretta, che può arrivare fino al 90% della radiazione totale);
- **dall'inclinazione della superficie** rispetto al piano orizzontale (una superficie orizzontale riceve la massima radiazione diffusa e la minima riflessa, se non ci sono intorno oggetti a quota superiore a quella della superficie);
- **dalla presenza di superfici riflettenti** (il contributo maggiore alla riflessione è dato dalle superfici chiare; così la radiazione riflessa aumenta in inverno per effetto della neve e diminuisce in estate per l'effetto di assorbimento dell'erba o del terreno).

Al variare della località, inoltre, varia il rapporto fra la radiazione diffusa e quella totale e poiché all'aumentare dell'inclinazione della superficie di captazione diminuisce la componente diffusa e aumenta la componente riflessa, l'inclinazione che consente di massimizzare l'energia raccolta può essere differente da località a località.

La posizione ottimale, in pratica, si ha quando la superficie è orientata a **Sud** con angolo di inclinazione pari alla latitudine del sito: l'orientamento a sud infatti massimizza la radiazione solare captata ricevuta nella giornata e l'inclinazione pari alla latitudine rende minime, durante l'anno, le variazioni di energia solare captate dovute alla oscillazione di  $\pm 23.5^\circ$  della direzione dei raggi solari rispetto alla perpendicolare alla superficie di raccolta.

La conversione diretta dell'energia solare in energia elettrica utilizza il fenomeno fisico dell'interazione della radiazione luminosa con gli elettroni nei materiali semiconduttori, denominato *effetto fotovoltaico*. L'oggetto fisico in cui tale fenomeno avviene è la cella solare, la quale altro non è che un diodo con la caratteristica essenziale di avere una superficie molto estesa (alcune decine di  $\text{cm}^2$ ). La conversione della radiazione solare in corrente elettrica avviene nella **cella fotovoltaica**.

Questo è un dispositivo costituito da una sottile fetta di un materiale semiconduttore, molto spesso il silicio. Generalmente una cella fotovoltaica ha uno spessore che varia fra i 0,25 ai 0,35mm ed ha una forma generalmente quadrata con una superficie pari a circa  $100 \text{ cm}^2$ . Le celle vengono quindi assemblate in modo opportuno a costituire un'unica struttura: il **modulo fotovoltaico**.

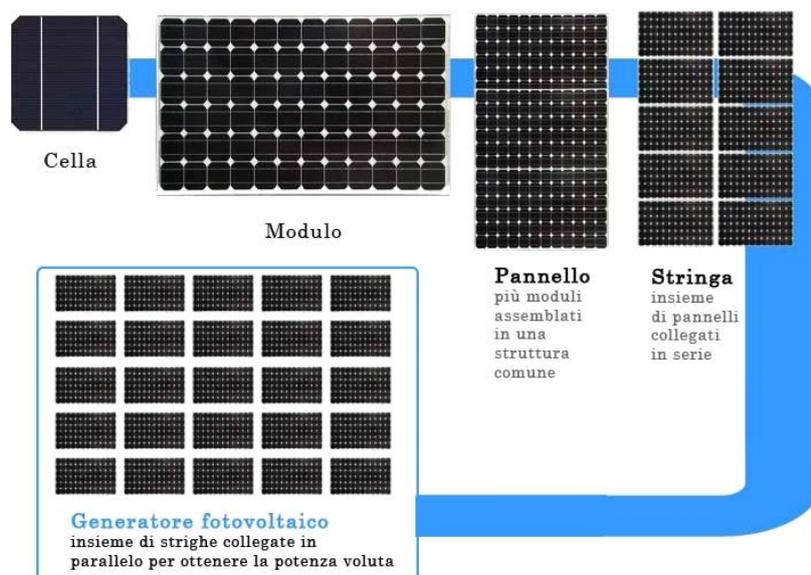


Figura 1 - Schema fotovoltaico

Le caratteristiche elettriche principali di un modulo fotovoltaico si possono riassumere nelle seguenti:

- *Potenza di Picco* (Wp): Potenza erogata dal modulo alle condizioni standard STC (Irraggiamento = 1000 W/m<sup>2</sup>; Temperatura = 25 ° C; A.M. = 1,5)
- *Corrente nominale* (A): Corrente erogata dal modulo nel punto di lavoro
- *Tensione nominale* (V): Tensione di lavoro del modulo.

Il generatore fotovoltaico è costituito dall'insieme dei moduli fotovoltaici opportunamente collegati in serie ed in parallelo in modo da realizzare le condizioni operative desiderate. In particolare l'elemento base del campo è il modulo fotovoltaico. Più moduli assemblati meccanicamente tra loro formano il **pannello**, mentre moduli o pannelli collegati elettricamente in serie, per ottenere la tensione nominale di generazione, formano la **stringa**. Infine il collegamento elettrico in parallelo di più stringhe costituisce il **campo**.

La quantità di energia prodotta da un generatore fotovoltaico varia nel corso dell'anno, in funzione del soleggiamento della località e della latitudine della stessa. Per ciascuna applicazione il generatore dovrà essere dimensionato sulla base del:

- carico elettrico,
- potenza di picco,
- possibilità di collegamento alla rete elettrica o meno,
- latitudine del sito ed irraggiamento medio annuo dello stesso,
- specifiche topografiche del terreno,
- specifiche elettriche del carico utilizzatore.

A titolo indicativo si considera che alle latitudini dell'Italia centrale, un m<sup>2</sup> di moduli fotovoltaici possa produrre in media:

**0,35 kWh/giorno nel periodo invernale**



**≈ 180 kWh/anno**

**0,65 kWh/giorno nel periodo estivo**

Per garantire una migliore efficienza dei pannelli, e quindi riuscire a sfruttare fino in fondo tutta la radiazione solare, è opportuno che il piano possa letteralmente inseguire i movimenti del sole nel percorso lungo la volta solare. I movimenti del sole sono essenzialmente due:

- *moto giornaliero*: corrispondente ad una rotazione azimutale del piano dei moduli sul suo asse baricentrico, seguendo il percorso da est a ovest ogni giorno;
- *moto stagionale*: corrispondente ad una rotazione rispetto al piano orizzontale seguendo le elevazioni variabili del sole da quella minima (inverno) a quella massima (estate) dovute al cambio delle stagioni.

## 2.1 Approccio agro - fotovoltaico

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050. L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione. Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo. Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "**agrivoltaici**", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

Gli **impianti agrivoltaici** sono stati concepiti per integrare la produzione di energia elettrica e di cibo sullo stesso appezzamento. Le coltivazioni agrarie sotto o in aree adiacenti ai pannelli fotovoltaici sono possibili utilizzando specie che tollerano l'ombreggiamento parziale o che possono

avvantaggiarsene, anche considerando che all'ombra dei pannelli si riduce l'evapotraspirazione e il consumo idrico di conseguenza.

Difatti, le colture che crescono in condizioni di minore siccità richiedono meno acqua e, poiché a mezzogiorno non appassiscono facilmente a causa del calore, possiedono **una maggiore capacità fotosintetica e crescono in modo più efficiente**. Si può ridurre circa il 75% della luce solare diretta che colpisce le piante, ma c'è ancora così tanta luce diffusa sotto i pannelli che certe piante crescono in modo ottimale.

Inoltre in presenza di una partnership lungimirante col territorio e con la comunità locale, come nel caso di specie, è poi possibile prevedere di instaurare un circolo virtuoso per tutti gli stakeholder, dedicando una parte delle risorse provenienti direttamente o indirettamente dalla messa a disposizione dei terreni agricoli meno "pregiati", per riuscire a realizzare significativi investimenti importanti al fine di sviluppare significativamente una filiera agricola ad alto valore aggiunto ed in grado di determinare un importante volano per la comunità locale.

È opportuno fare dunque riferimento alle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici diffuse dal Ministero della Transizione Ecologica nel Giugno 2022 che presenta **quadro generale sulla produttività agricola**, sui costi energetici e sulla produzione di energia elettrica da fotovoltaico. Individua le **caratteristiche e requisiti dei sistemi agrivoltaici** e del sistema di Monitoraggio (Parte 2), le **caratteristiche premiali dei sistemi agrivoltaici** (Parte 3) e si spinge ad una **analisi dei costi di investimento** degli impianti (Parte 4).

Il documento citato definisce nello specifico la natura degli impianti agrivoltaici e agrivoltaici avanzati:

- **L'impianto agrivoltaico** è **impianto fotovoltaico** che consente di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. Costituiscono possibili **soluzioni virtuose e migliorative** rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard.
- **L'impianto agrivoltaico avanzato** adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione; inoltre prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende

agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si riportano di seguito i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, identificati dalle Linee Guida nella Parte 2:

- **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. Difatti sono stati individuati dei parametri da rispettare affinché tale integrazione possa essere considerata raggiunta:

A.1: superficie minima destinata all'attività agricola pari ad almeno al 70 % della superficie totale del sistema agrivoltaico oggetto dell'intervento.

A.2: superficie minima occupata dai moduli dell'impianto (LAOR Land Area Occupation Ratio) intesa come rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S tot). Il valore, espresso in percentuale, dovrà risultare inferiore o uguale al 40%.

- **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, nello specifico si dovrà puntare alla continuità dell'attività agricola (punto B.1 delle linee guida) e all'ottenimento di una producibilità elettrica minima non inferiore al 60% rispetto ad un sistema fotovoltaico di tipo standard (punto B.1 delle linee guida).

- **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. Si esemplificare i seguenti casi:

TIPO 1: la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e sotto a essi

TIPO 2: la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e non al di sotto di essi

TIPO 3: La coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici disposti verticalmente, l'altezza minima dei moduli da terra influenza il possibile passaggio di animali

- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

- **REQUISITO E:** 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.

Si sintetizzano di seguito i parametri principali relativi ai requisiti sopra descritti:

D.1: risparmio idrico;

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

E.1: recupero della fertilità del suolo;

E.2: il microclima;

E.3 la resilienza ai cambiamenti climatici.

## 2. INQUADRAMENTO GENERALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito nel territorio comunale di Venosa (PZ) in località Boreano, su lotti di terreno distinti al N.T.C. Foglio 16, p.lle 213, 215, 254, 256, 257, 259, 260 e delle annesse opere di connessione a 36kV ricadenti nei territori di Venosa (PZ) e di Montemilone (PZ), denominato “**Agrivoltaico Venosa Boreano**”.

La potenza del generatore dell’impianto agrivoltaico è pari complessivamente a **19.996,20 KW<sub>p</sub>** con potenza di immissione pari a 19.993,87 kW.

Dal punto di vista cartografico, l’area oggetto dell’indagine, si colloca sulla CTR alla scala **1:10.000**, nelle Sezioni N. 435150 e 452030.

L’impianto Agrivoltaico Venosa Boreano risiederà su un appezzamento di terreno posto ad un’altitudine media di **340 m s l m**, dalla forma poligonale irregolare.

Il sito è facilmente accessibile poiché collegato alla Strada Provinciale Ofantina SP18 tramite un breve tratto di strada interpodereale che non necessita di particolari interventi di miglioria. La viabilità interna al sito sarà garantita da una rete di tracciati interni in terra battuta (rotabili/carrabili), predisposti per permettere il naturale deflusso delle acque ed evitare l’effetto barriera.



*Figura 2 – Area di progetto su ortofoto*

L'estensione complessiva del terreno contrattualizzato è di circa 46 ettari, mentre l'area occupata dalle fisse strutture fotovoltaiche sub verticali (area captante) risulta pari a circa 4,96 ettari. Questa determina sulla superficie totale del sistema agrivoltaico **un'incidenza pari a circa il 15%**. Come definito dalle linee guida ministeriali, tale rapporto indicato come LAOR, dovrà risultare uguale o inferiore al 40 %.

Le strutture di sostegno dei moduli saranno di tipologia fissa, costituite da tubolari metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati e poste orizzontalmente assecondando la giacitura del terreno. Tali strutture avranno un'altezza minima da terra di circa 2,30 m e un'altezza massima di circa 4,10 m, considerando un'inclinazione dei pannelli di 30° rispetto all'asse della struttura. I sostegni saranno di forma rettangolare di medesima sezione ed infissi nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo.

La soluzione scelta ha come obiettivo certo l'implementazione di una logica innovativa che mediante semplici accorgimenti geometrico-strutturali permetta la migliore conduzione agricola possibile ottenendo dei più che soddisfacenti risultati in termini di produttività specifica.

La soluzione SUBVERTICALE permette infatti di sfruttare al meglio la funzione dei moderni pannelli fotovoltaici bifacciali, ponendo l'accento ed ottimizzando la produttività della faccia posteriore secondo i fenomeni ottico-geometrici meglio espressi negli articoli scientifici di seguito citati:

### **Optimization and Performance of Bifacial Solar Modules: A Global Perspective**

Xingshu Sun, Mohammad Ryyan Khan, Chris Deline, and Muhammad Ashraful Alam

- *Network of Photovoltaic Technology, Purdue University, West Lafayette, IN, 47907, USA*
- *National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, 80401, USA*

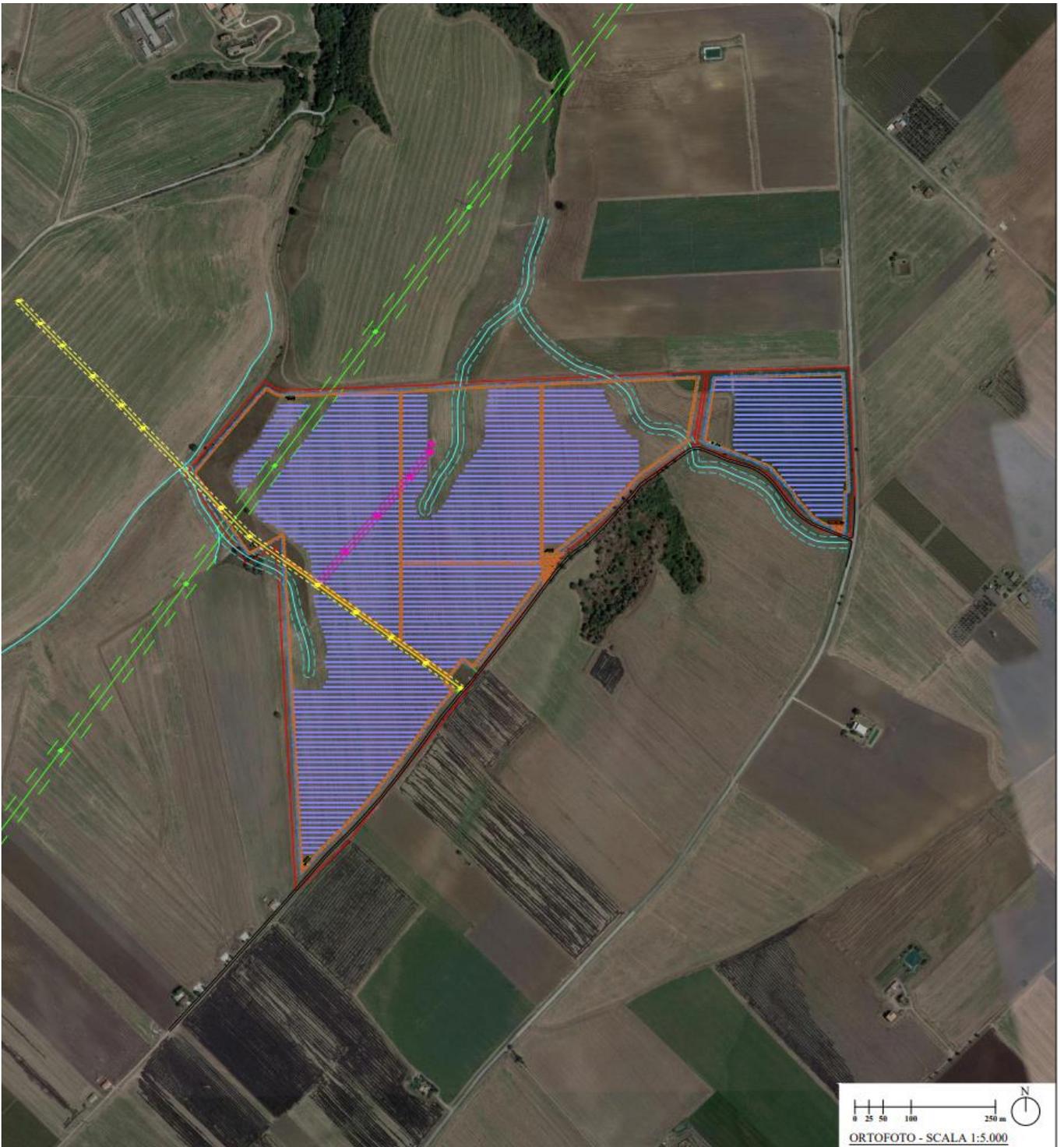
### **Analysis of the Impact of Installation Parameters and System Size on Bifacial Gain and Energy Yield of PV Systems**

Amir Asgharzadeh, Tomas Lubenow, Joseph Sink, Bill Marion, Chris Deline, Clifford Hansen, Joshua Stein, Fatima Toor

- *Electrical and Computer Engineering Department, The University of Iowa, Iowa City, IA, 52242, USA*
- *National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, 80401, USA*
- *Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 87185, USA*

Il sito fotovoltaico prevede una fascia arborea produttiva lungo tutto il perimetro di impianto, della larghezza di 10 metri, pensata per mitigare l'aspetto visivo delle strutture, schermandole con specie autoctone quali ulivi ed arbusti autoctoni.

La soluzione tecnica di connessione prevede che l'impianto *Agrivoltaico Venosa Boreano* venga collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Melfi 380 – Genzano 380".



*Figura 3- Layout dell'impianto su ortofoto*

Per il funzionamento dell'impianto sono previsti:

- 28.566 moduli fotovoltaici da 700Wp SUNEVO EvoPro6;
- 4 container Hi-Cube 40' come locali tecnici di conversione e trasformazione;
- 4 cabine prefabbricate come locali servizi ausiliari;
- 4 container Hi-Cube 40' come locali tecnici deposito;
- 1 locale prefabbricato 24,05x 6,7m come locale di raccolta.

In riferimento ai movimenti di terra si eseguiranno solamente scavi a sezione obbligata per l'alloggiamento dei cavidotti e scavi in cui inserire le fondazioni prefabbricate dei locali tecnici di supporto all'impianto. Gran parte della terra verrà riutilizzata per rinterro e ricolmo degli scavi, parte del materiale verrà utilizzato per ripianamenti che saranno comunque limitati e tali da non alterare l'orografia attuale dello stato dei luoghi di progetto.

### 3.1 Accessibilità e viabilità

La strada statale 655 Bradanica (SS 655) è una strada statale che si snoda tra la Puglia e la Basilicata. L'opera collega le città di Foggia e Matera con un'arteria lunga 122km di importanza interregionale e caratteristiche di strada a scorrimento veloce, nel punto di mezzo della SS655 troviamo lo svincolo per Venosa che prosegue con la Strada Provinciale Ofantina SP18.

Il sito è facilmente accessibile poiché collegato alla suddetta SP18 tramite un breve tratto di strada interpodereale che non necessita di particolari interventi di miglioria. La viabilità interna al sito sarà garantita da una rete di tracciati interni in terra battuta (rotabili/carrabili), predisposti per permettere il naturale deflusso delle acque ed evitare l'effetto barriera.

### 2.1 Analisi delle interferenze con i servizi e sottoservizi esistenti

Di seguito si elencano le eventuali interferenze derivanti da servizi e sottoservizi infrastrutturali con l'area d'impianto in questione.

- **Acquedotti:**

All'interno dell'area di impianto non è presente alcuna infrastruttura irrigua né infrastruttura idraulica censita dal Consorzio di Bonifica della Basilicata. Fonte:RSDI Regione Basilicata

- **Aeroporti:**

L'aeroporto militare più vicino risulta essere l'aeroporto militare di Amendola, distante circa 60 km dall'impianto. L'aeroporto civile di Foggia "Gino Lisa", invece, dista circa 55 Km dalle aree d'impianto.

- **Autostrade:**

L'autostrada più vicina risulta essere dell'A16 Napoli-Canosa, la cui uscita Cerignola Ovest dista dall'impianto circa 38km.

- **Corsi d'acqua:**

L'area è attraversata da rami idrici che tuttavia non interferiscono con l'impianto.

- **Ferrovie:**

Non vi sono linee ferroviarie che interferiscono con il lotto.

- **Gasdotti:**

Il sito dell'impianto non è interessato dall'interferenza di gasdotti.

- **Tratturi:**

Non sono presenti tratturi all'interno o a confine dell'area d'impianto.

- **Strade:**

L'area di impianto è costeggiata da una strada comunale, da cui avviene l'accesso all'impianto, raggiungibile dalla Strada Provinciale Ofantina.

- **Telecomunicazioni:**

Non si rilevano reti di telecomunicazione aeree che interferiscono con il terreno, non si esclude la presenza di reti di telecomunicazione interrata non rilevabili.

## 2.2 Analisi delle fasce di rispetto

- **Confini catastali:**

È stata rispettata una fascia di rispetto pari a 10 m dai confini catastali.

- **Elettrificazione:**

Sono state rispettate le fasce di rispetto dalle linee AT ed MT presenti nel sito di impianto.

- **Strade:**

Dalla strada di accesso è stata rispettata una distanza di 10 mt ai sensi del "Nuovo Codice della Strada", D.Lgs del 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni.

### 2.3 Emissioni evitate

Il beneficio ambientale derivante dalla sostituzione con produzione fotovoltaica di altrettanta energia prodotta da combustibili fossili, può essere valutato come mancata emissione, ogni anno, di rilevanti quantità di inquinanti come, ad esempio, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e NOX.

L'Europa vuole essere la prima grande economia al mondo a diventare neutrale dal punto di vista climatico entro il 2050. Considerando che l'80 % delle emissioni europee di gas serra proviene dal settore energetico, raggiungere questo obiettivo implica una rivoluzione dei modi in cui si produce l'elettricità e in cui si alimentano i trasporti, le industrie e gli edifici. Da un punto di vista tecnologico questa rivoluzione è fattibile. L'eolico e il solare sono divenute tecnologie competitive sotto il profilo dei costi. Il gas naturale potrebbe essere decarbonizzato in un futuro non troppo lontano attraverso biogas, biometano, idrogeno e altri gas "green".

Basta guardare al settore della generazione elettrica, che rappresenta un quarto delle emissioni di gas serra in Europa. Nell'ultimo decennio, il sistema elettrico europeo si è modernizzato ed è diventato più ecologico, ma ha anche mantenuto la sua componente più antica e inquinante: il carbone. La copia di questo combustibile fossile nel mix europeo di generazione elettrica si attesta al 25 %, quasi lo stesso livello di venti anni fa. Il carbone continua a svolgere un ruolo importante nella generazione elettrica per diversi paesi europei: l'80 % in Polonia, oltre il 40 % in Repubblica Ceca, Bulgaria, Grecia e Germania. Finora solo una dozzina di paesi europei, tra cui l'Italia, si sono impegnati a chiudere completamente le loro centrali a carbone, entro il 2025-30. Serve un cambiamento, perché il ruolo del carbone nel sistema energetico europeo è disastroso per il clima, per l'ambiente e per la salute umana. Il carbone è responsabile del 75 % delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore elettrico europeo, ma produce solo il 25 % della nostra elettricità. La generazione elettrica emette un quarto di gas serra in Europa e perciò riveste un ruolo centrale per rendere "green" anche altri settori. La decarbonizzazione dell'elettricità è essenziale. Il carbone è anche dannoso per l'ambiente e la salute umana. In Europa, le centrali elettriche a carbone sono responsabili della maggior parte dell'anidride solforosa, ossidi di azoto e particolato rilasciati nell'aria.

La proporzione dei gas serra in atmosfera è aumentata di oltre un terzo, da quando ha preso avvio ai primi dell'800 la rivoluzione industriale. Da allora, si è cominciato a bruciare petrolio, carbone, pet coke, oli combustibili. E, da allora, la massa di tutti i ghiacciai si è dimezzata.

L'aumento di CO<sub>2</sub> intrappola il calore solare in atmosfera e innesca l'effetto serra, le cui conseguenze sul riscaldamento globale e i cambiamenti climatici sembrano oggi inoppugnabili.

Le emissioni globali di CO<sub>2</sub> nel 1990 erano di 21,4 miliardi di tonnellate. Nel 2015 siamo a quota 36 miliardi di tonnellate. L'incremento di circa 2 ppm all'anno è legato principalmente all'uso di combustibili fossili. Infine, secondo l'Ipcc Summary for Policymakers, bruciare combustibili fossili ha prodotto circa 3/4 dell'incremento di anidride carbonica negli ultimi 20 anni. *(fonte L'Ipcc, il Climate Panel dell'Omu).*

Bloomberg ha pubblicato un estensivo rapporto in cui incrocia tutti i dati della Nasa da cui risalta in modo assolutamente clamoroso il parallelismo tra il consumo di combustibili fossili, le emissioni di gas serra e l'impennata delle temperature globali in una serie storica che va dal 1880 al 2014.

Per produrre un chilowattora elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica. Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di anidride carbonica e diminuisce anche in maniera radicale il costo dell'inquinamento atmosferico. Il rapporto redatto da Greenpeace South-East Asia e CREA (Centre for Research on Energy and Clean Air) intitolato "Aria Tossica: il costo dei combustibili fossili", stima infatti il costo globale dell'inquinamento legato ai combustibili fossili, riportando i dati sulla mortalità infantile e quella prematura oltre alla perdita economica dei vari Paesi: ad esempio in Italia si contano ogni anno circa 56.000 morti premature e un dispendio di circa 57 mld di euro causati dall'emissione di combustibili fossili nell'atmosfera. È opportuno quindi investire sulle fonti di energia rinnovabile e quantificare il beneficio che tale ricambio ha sull'ambiente. Nel caso specifico, per calcolare tale beneficio si fa riferimento ai dati di producibilità dell'impianto in oggetto. Difatti, l'emissione di anidride carbonica evitata in un anno si calcola moltiplicando il valore dell'energia elettrica prodotta dai sistemi per il fattore di emissione del mix elettrico.

Per stimare l'emissione evitata nel tempo di vita dell'impianto è sufficiente moltiplicare le emissioni evitate annue per i 30 anni di vita stimata degli impianti.

### **Agrivoltaico Venosa Boreano**

#### **32,9 GWh/anno per un risparmio di 14.476 t. di CO<sub>2</sub> e 6.152,3 TEP non bruciate**

dove la producibilità annua dell'impianto è stata stimata attraverso il programma PVSyst, mentre le tonnellate equivalenti di petrolio e la quantità di CO<sub>2</sub> sono state calcolate applicando i fattori di conversione TEP/kWh e kgCO<sub>2</sub>/kWh definiti dalla **Delibera EEN 3/08** Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito [www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it) in data 01 aprile 2008, GU n. 100 DEL 29.4.08 -SO n.107.

## 2.4 Impianto fotovoltaico ed integrazione agricola

La produzione di energia rinnovabile è una delle sfide principali della società moderna e di quella futura. A livello mondiale l'energia fotovoltaica è cresciuta esponenzialmente grazie all'integrazione di pannelli fotovoltaici su edifici esistenti ma occupando anche suolo agricolo – normalmente quello utilizzato per un'attività agricola di minor pregio e a scarso valore aggiunto.

Gli impianti agro-fotovoltaici o ad integrazione agricola sono stati concepiti per far coesistere la produzione di energia elettrica e di prodotti agricoli sullo stesso appezzamento. Le coltivazioni agrarie sotto o in aree adiacenti ai pannelli fotovoltaici sono possibili utilizzando specie che tollerano l'ombreggiamento parziale o che possono avvantaggiarsene, anche considerando che all'ombra dei pannelli si riduce l'evapotraspirazione e il conseguente consumo idrico.

Le colture che crescono in condizioni di minore siccità richiedono meno acqua e, poiché in orari di maggiore insolazione sono più resistenti al calore, possiedono una maggiore capacità fotosintetica e crescono in modo più efficiente. La presenza dell'impianto riduce circa il 75% della luce solare diretta che colpisce le piante, ma si può contare su una maggiore luce diffusa, grazie alla quale certe specie possono crescere in maniera ottimale.

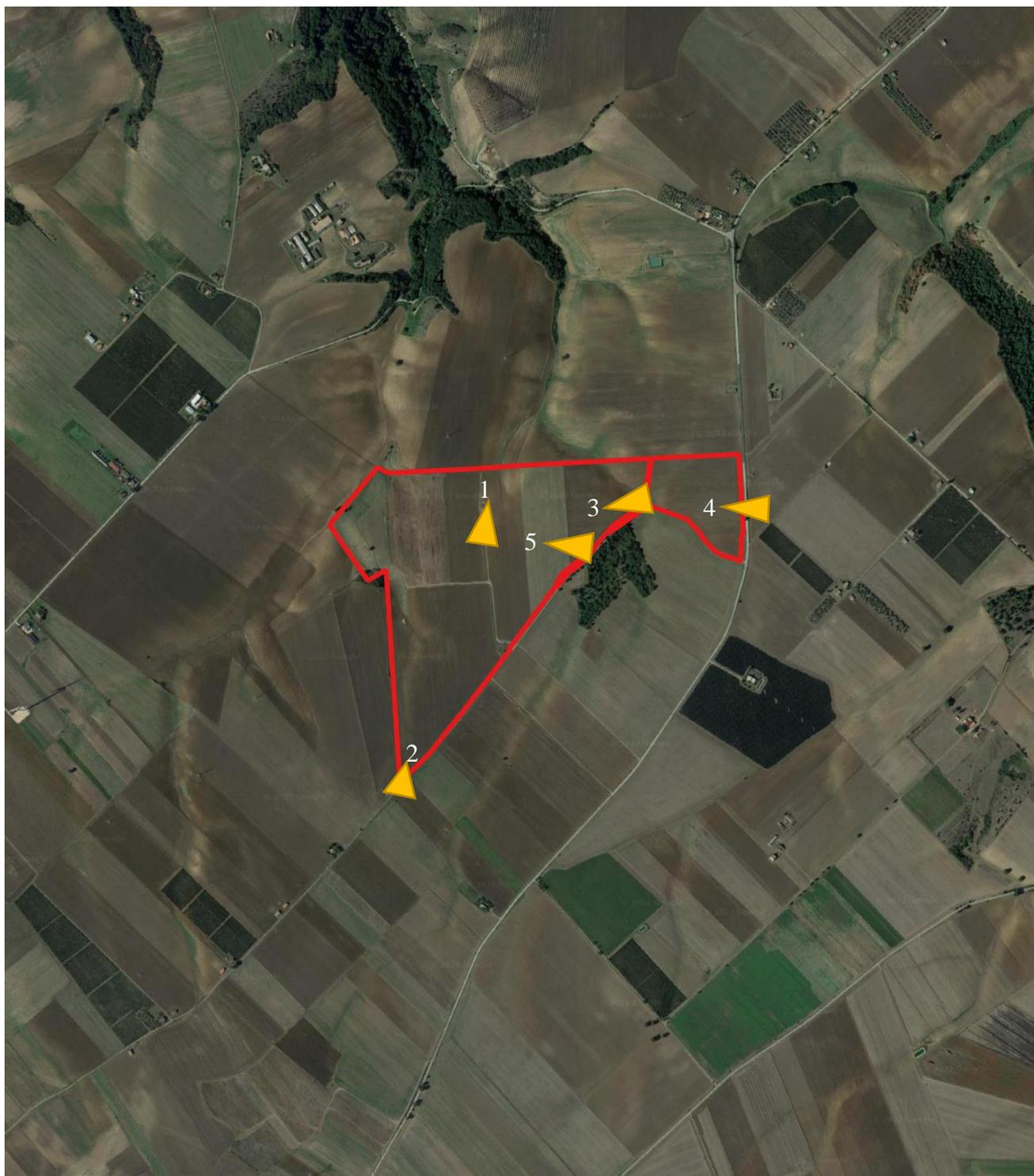
Nel caso specifico è possibile prevedere di instaurare un circolo virtuoso per tutti gli stakeholder, dedicando una parte delle risorse provenienti direttamente o indirettamente dalla messa a disposizione dei terreni agricoli meno "pregiati", per riuscire al fine di sviluppare significativamente una filiera agricola ad alto valore aggiunto ed in grado di determinare un importante volano per la comunità locale.

## 2.5 Mantenimento vocazione agricola dei suoli

Per mantenere la vocazione agricola si è deciso di usare un design dell'impianto in linea con gli approcci emergenti ed innovativi nel settore fotovoltaico creando un importante approccio di integrazione agricola, che riguarderà la coltivazione di essenze produttive quali il luppolo, l'uva da vino, il peperone e l'olivo, legata al ripristino ed al consolidamento delle colture dell'area del Vulture.

Le installazioni potranno produrre un vantaggio produttivo, specialmente negli ambienti a clima mediterraneo e con ridotte o assenti disponibilità irrigue, consentendo di aumentare la produzione di fieno ed erba, grazie al miglioramento dell'umidità del suolo connessa alle fasce d'ombra e alla riduzione del fabbisogno idrico delle vegetazioni. La maggior diversificazione di condizioni edafiche, termiche e luminose consentirebbe inoltre di aumentare la biodiversità vegetale e con ciò la qualità dei prodotti coltivati.

### 3. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



*Figura 4 - Inquadramento impianto con coni visuali*



*Figura 5 - area di impianto (punto 1)*



*Figura 6 – area futura cabina primaria (punto 2)*



*Figura 7 - area di impianto (punto 3)*



*Figura 8 – area di impianto (punto 4)*



*Figura 9 - area di impianto (punto 5)*

## 4. QUADRO ECONOMICO GENERALE DELL'OPERA

<b>QUADRO ECONOMICO GENERALE</b> <b>IMPIANTO AGRIVOLTAICO VENOSA BOREANO</b> <b>Valore complessivo dell'opera privata</b>			
TOTALI PER CATEGORIA			
A) COSTO DEI LAVORI			
DESCRIZIONE	IMPORTO NETTO	IVA %	IMPORTO LORDO
A.1) INTERVENTI PREVISTI	10.255.078,39 €	10	11.280.586,23 €
A.2) ONERI DI SICUREZZA	410.203,14 €	10	451.223,45 €
A.3) OPERE DI MITIGAZIONE	516.961,60 €	22	630.693,15 €
A.4) SPESE PREVISTE DA STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE, STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE E PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	-	-	-
A.5) OPERE CONNESSE	30.584,70 €	10	33.643,17 €
<b>TOTALE A</b>	<b>11.212.827,83 €</b>		<b>12.396.146,00 €</b>
B) SPESE GENERALI			
B.1) SPESE TECNICHE REDAZIONE RELATIVE ALLA PROGETTAZIONE, IVI INCLUSA LA REDAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE O DELLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE E DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE, ALLE NECESSARIE ATTIVITA' PRELIMINARI, AL COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, ALLE CONFERENZE DI SERVIZI, ALLA DIREZIONE LAVORI E AL COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, ALL'ASSISTENZA GIORNALIERA E CONTABILITA'	120.000,00 €	22	146.400,00 €
B.2) SPESE CONSULENZA E SUPPORTO TECNICO	80.000,00 €	22	97.600,00 €
B.3) COLLAUDO TECNICO AMMINISTRATIVO, COLLAUDO STATICO ED ALTRI EVENTUALI COLLAUDI SPECIALISTICI	75.000,00 €	22	91.500,00 €

B.4) SPESE PER RILIEVI, ACCERTAMENTI ED INDAGINI, PROVE DI LABORATORIO (INCLUSE LE SPESE PER LE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO AMBIENTALE)	45.000,00 €	22	54.900,00 €
B.5) ONERI DI LEGGE SU SPESE TECNICHE B.1), B.2), B.4) E COLLAUDI B.3)	20.000,00 €	-	20.000,00 €
B.6) IMPREVISTI	400.000,00 €	10	440.000,00 €
B.7) SPESE VARIE	200.000,00 €	22	244.000,00 €
<b>TOTALE B</b>	<b>940.000,00 €</b>		<b>1.098.800,00 €</b>
<b>C) COSTI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO</b>			
C.1) COSTI DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI	365.774,81 €	10	402.352,29 €
C.2) ASSICURAZIONI, CONSULENZE, ALTRE SPESE	153.278,69 €	22	187.000,00 €
<b>TOTALE C</b>	<b>519.053,50 €</b>		<b>589.352,29 €</b>
<b>"VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA"</b> <b>TOTALE (A+B+C)</b>	<b>12.671.881,33 €</b>		<b>14.084.298,29 €</b>

## 5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'impianto sarà progettato e realizzato in accordo alla normativa seguente:

- o **CEI 64-8**: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- o **CEI 11-20**: “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”
- o **CEI EN 60904-1**: “Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente”
- o **CEI EN 60904-2**: “Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento”
- o **CEI EN 60904-3**: “Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento”
- o **CEI EN 61727**: “Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete”
- o **CEI EN 61215**: “Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo”
- o **CEI EN 50380 (CEI 82-22)**: “Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici”
- o **CEI 82-25**: “Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione”
- o **CEI EN 62093 (CEI 82-24)**: “Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) -Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali”
- o **CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31)**: “Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)”
- o **CEI EN 60555-1 (CEI 77-2)**: “Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni”
- o **CEI EN 60439 (CEI 17-13)**: “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”
- o **CEI EN 60529 (CEI 70-1)**: “Gradi di protezione degli involucri (codice IP)”

- o **CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** “Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata”
- o **CEI 20-19:** “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V”
- o **CEI 20-20:** “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V”
- o **CEI EN 62305 (CEI 81-10):** “Protezione contro i fulmini”
- o **CEI 0-2:** “Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici”
- o **CEI 0-3:** “Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990”
- o **UNI 10349:** “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici”
- o **CEI EN 61724 (CEI 82-15):** “Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l’analisi dei dati”
- o **CEI 13-4:** “Sistemi di misura dell’energia elettrica - Composizione, precisione e verifica”
- o **CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** “Apparati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) –Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)”
- o **EN 50470-1 e EN 50470-3** in corso di recepimento nazionale presso CEI;
- o **CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** “Apparati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) –Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)”
- o **CEI 64-8, parte 7, sezione 712:** Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione
- o **DPR 547/55:** “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”
- o **D. Lgs. 81/08:** “Sicurezza nei luoghi di lavoro”
- o **Legge 46/90:** “Norme per la sicurezza degli impianti”
- o **DPR 447/91:** “Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 in materia di sicurezza degli impianti”
- o **ENEL DK5600 ed. V Giugno 2006:** “Criteri di allacciamento di clienti alla rete mt della distribuzione”
- o **DK 5740 Ed. 2.1 Maggio 2007:** “Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di Enel distribuzione”

## 6. DESCRIZIONE DELL'OPERA

### 6.1 Descrizione tecnica del parco fotovoltaico

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, con “strutture fisse sub-verticali”.

La soluzione scelta ha come obiettivo certo l'implementazione di una logica innovativa che mediante semplici accorgimenti geometrico-strutturali permetta la migliore conduzione agricola possibile ottenendo dei più che soddisfacenti risultati in termini di producibilità specifica.

La soluzione SUBVERTICALE permette infatti di sfruttare al meglio la funzione dei moderni pannelli fotovoltaici bifacciali, ponendo l'accento ed ottimizzando la producibilità della faccia posteriore secondo i fenomeni ottico-geometrici meglio espressi negli articoli scientifici di seguito citati:

#### **Optimization and Performance of Bifacial Solar Modules: A Global Perspective**

Xingshu Sun, Mohammad Ryan Khan, Chris Deline, and Muhammad Ashraful Alam

- *Network of Photovoltaic Technology, Purdue University, West Lafayette, IN, 47907, USA*
- *National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, 80401, USA*

#### **Analysis of the Impact of Installation Parameters and System Size on Bifacial Gain and Energy Yield of PV Systems**

Amir Asgharzadeh, Tomas Lubenow, Joseph Sink, Bill Marion, Chris Deline, Clifford Hansen, Joshua Stein, Fatima Toor

- *Electrical and Computer Engineering Department, The University of Iowa, Iowa City, IA, 52242, USA*
- *National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, 80401, USA*
- *Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 87185, USA*

L'estensione complessiva del terreno contrattualizzato è di circa 46 ettari, mentre l'area occupata dalle strutture fotovoltaiche fisse sub verticali (area captante) risulta pari a circa 4,96 ettari. Questa determina sulla superficie totale del sistema agrivoltaico un'incidenza pari a circa il 15%.

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari delle strutture sub verticali fisse per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

L'impianto in oggetto, allo stato attuale, prevede l'impiego di moduli fotovoltaici da 700 Wp ed inverter centralizzati. Per massimizzare la producibilità energetica è previsto l'utilizzo strutture fisse sub verticali per un totale di **28.566 moduli**, con una distanza di interasse pari a 9 mt.

## 6.2 Connessione Impianto

La soluzione tecnica di connessione prevede che l'impianto Agrivoltaico Venosa Boreano venga collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Melfi 380 – Genzano 380".

## **7. OPERE CIVILI**

### **7.1 Inquadramento geomorfologico**

Dal punto di vista geologico il territorio di Venosa rientra a cavallo tra il Foglio 175 “Cerignola” e il Foglio 187 “Melfi” della Carta Geologica d’Italia a Scala 1:100.000. L’area d’intervento, però, è compresa integralmente all’interno del Foglio 175 “Cerignola”.

### **7.2 Considerazioni sulla geo-morfologica**

In base alle informazioni ricavate durante il rilevamento geologico di dettaglio, opportunamente integrato con le indagini, si attesta che nell’area in esame i terreni affioranti sono riferibili alla Formazione dei Conglomerati di Irsina noti in letteratura con la sigla Qc1. Si tratta di depositi di ciottolame poligenico con ganga sabbiosa i cui componenti principali sono di natura calcarea, marnosa, arenacea e silicea; non mancano, comunque, elementi di natura ignea, in particolare granitica, mentre sono scarsi quelli metamorfici.

Le dimensioni dei ciottoli varia tra i 5 e 30 cm. Generalmente la formazione si presenta poco compatta oppure localmente è fortemente cementata in puddinghe. Nella parte alta della formazione sono presenti concrezioni e crostoni calcarei. Il Conglomerato di Irsina è il termine di chiusura della successione regressiva del mare calabriano. Poggia direttamente sulle Sabbie di Monte Marano e, come queste, forma le parti sommitali del rilievo ed in particolare le superfici suborizzontali che caratterizza il rilievo morfologico. Lo spessore totale è di circa 50 m mentre l’Età è ascrivibile al Pleistocene.

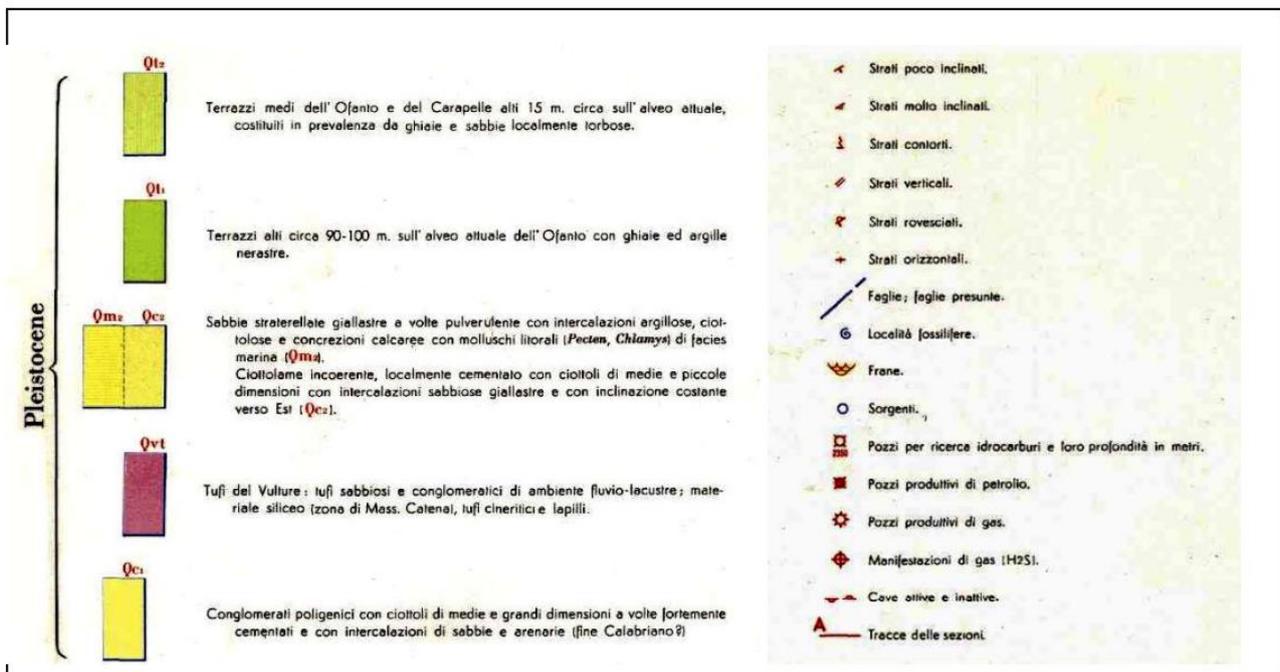
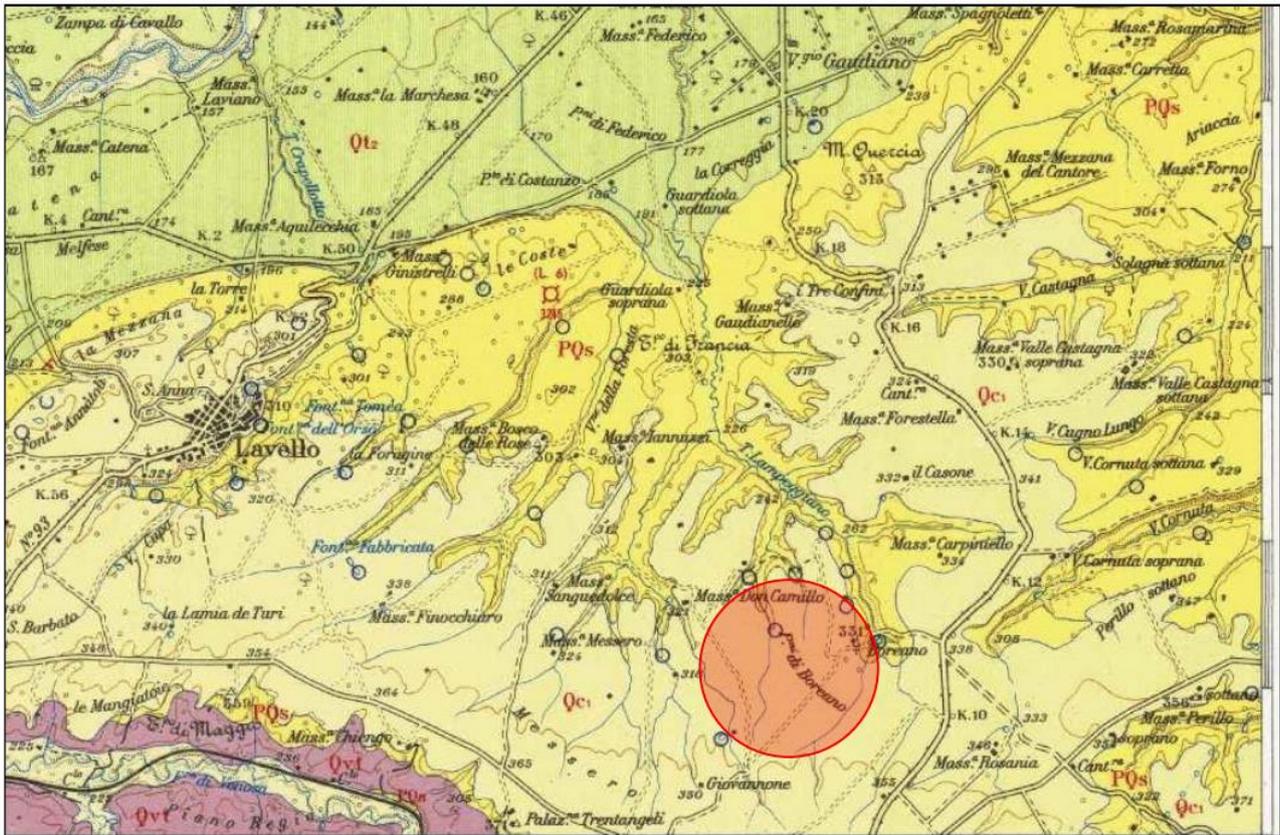


Figura 10 – Stralcio Carta Geologica dell'Area di Intervento

### 7.3 Strutture edili

Per il funzionamento dell'impianto sono previsti:

- 4 container Hi-Cube 40' come locali tecnici di conversione e trasformazione;
- 4 cabine prefabbricate come locali servizi ausiliari;
- 4 container Hi-Cube 40' come locali tecnici deposito;
- 1 complesso di raccolta costituito da:
  - 1 locale quadro 36kV di dimensioni 6,7x14,4m
  - 1 locale BT e comando e controllo di dimensioni 4x9,4m
  - 1 locale G.E. di dimensioni 2,48x3,5m

Tutto l'impianto sarà delimitato da una recinzione in rete metallica in grigliato a maglia rettangolare di ridotte dimensioni di altezza pari a 2,5 m, per una lunghezza complessiva di circa 3950m. La recinzione sarà fissata a dei paletti in acciaio infissi al terreno, lungo la quale verranno predisposte apposite aperture per consentire alla fauna strisciante di passare liberamente. Il cancello d'ingresso sarà realizzato in acciaio del tipo a doppia anta.

Il sistema di illuminazione esterno sarà montato su pali di acciaio zincato di circa 4 m di altezza, fissati al suolo con plinto di fondazione in calcestruzzo. L'impianto dovrà essere normalmente spento ed attivabile tramite operatore in sito, sistema crepuscolare e/o sensore di presenza.

## 8. OPERE DI MITIGAZIONE

Per quanto concerne gli aspetti naturalistici, agronomici e paesaggistici, tra le azioni volte a contrastare o abbassare i livelli di criticità indotti dall'esistenza dell'impianto, si sottolinea la particolare importanza della costruzione di ecosistemi capaci di compensare la perdita di valori naturalistici del territorio provocati dalla presenza dell'impianto.

A questo scopo, considerando la natura dell'intorno, si dovranno prevedere azioni di conservazione, manutenzione del sito con piantumazioni di essenze di ulivo e rosmarino nella fascia verde di 10 m lungo il perimetro dell'impianto. Nel caso specifico, **verranno predisposte delle spalliere tra i filari delle strutture fisse**, da utilizzare come supporto per la coltivazione di varie colture della zona Lucana: **peperone Corno di Toro, uva da vino varietà Aglianico, e luppolo da birra.**

Tali essenze sono state proposte in virtù di numerosi studi attestanti che queste coltivazioni si sono mostrate più resistenti, hanno riportato una minore quantità di "scottature solari" ed hanno impiegato un minore quantitativo di acqua rispetto alle piante coltivate in campo aperto. Riguardo le specie vegetali da prediligere per interventi di completamento dell'area, le stesse dovranno presentare aspetti di compatibilità con le caratteristiche ecologiche e fitoclimatiche descritte nello "*Studio naturalistico su Flora Fauna ed Ecosistemi*" allegato.

Ricordiamo a tal proposito che la flora presente nella zona non risulta di pregio dal punto di vista naturalistico e nell'area scelta è predominante l'incolto. In questo contesto l'impianto non incide negativamente sulla flora e sulla fauna.

Basando le scelte su questo principio si giungerà alla realizzazione, da un lato di un ecosistema più stabile e, dall'altro, all'ottimizzazione delle risorse impiegate e un minore dispendio economico, puntando all'integrazione tra produzione di energia pulita e coltivazione agricola.

Per quanto riguarda la fauna, è stato escluso un possibile effetto barriera causato dalla presenza dei pannelli, tuttavia è possibile mitigare il possibile impatto sulla libera circolazione della fauna progettando l'installazione dei pannelli ad una altezza, dal suolo, adeguata alle *habitus* tipiche degli animali autoctoni. L'adozione di altezze adeguate permetterà inoltre una costante manutenzione e pulizia delle aree dell'impianto. Saranno predisposte apposite aperture lungo la recinzione per consentire alla fauna strisciante di passare liberamente.

Per ridurre l'impatto sull'ambiente e cercare di alterare il meno possibile le caratteristiche del territorio sono previsti diversi *interventi di mitigazione*:

- mitigazioni relative alla scelta dello *schema progettuale e tecnologico di base*:
  - a. Le installazioni sono in zone prive di vegetazione e colture di pregio;
  - b. Sono stati individuate delle aree buffer per l'impianto ubicati in prossimità di zone protette ed in funzione del tipo di impatto;
  - c. Disposizione lungo il perimetro dell'impianto di fascia verde di 10 metri coltivata con specie produttive autoctone dell'area;
  - d. Realizzazione di aree di compensazione ambientale;
  - e. Coltivazione di luppolo, uva da vino, e peperone corno di toro;
  - f. Rafforzamento della biodiversità;
  - g. L'area occupata dagli inseguitori (area captante) risulta pari a circa 4,96 ettari, determinando sulla superficie catastale complessiva assoggettata all'impianto, un'incidenza pari a circa il 15%.
- mitigazioni volte a ridurre *interferenze indesiderate*:
  - a. si avrà cura di salvaguardare la vegetazione spontanea presente, soprattutto in quelle aree caratterizzate da scarsa presenza di segni antropici e designate a zone di compensazione;
  - b. è prevista una recinzione metallica, dotata di apposite aperture alte 25 cm e poste a circa 10 m l'una dell'altra, così da consentire il passaggio della fauna locale;
  - c. si utilizzeranno pannelli con un basso indice di riflessione per evitare il fenomeno abbagliamento nei confronti dell'avifauna;
- mitigazioni relative ad azioni che possono essere intraprese in *fase di cantiere* e di esercizio:
  - a. i lavori di installazione dell'impianto saranno effettuati evitando il periodo di riproduzione delle principali specie di fauna (di nidificazione per l'avifauna) presenti nelle vicinanze dell'impianto;
  - b. le attività di manutenzione saranno effettuate attraverso sistemi a ridotto impatto ambientale sia nella fase di pulizia dei pannelli (es. eliminazione\limitazione di sostanze detergenti) sia nell'attività di trattamento del terreno (es. eliminazione\limitazione di sostanze chimiche diserbanti ed utilizzo di sfalci meccanici o pascolamento);

- c. si effettuerà il ripristino dello stato dei luoghi dopo la dismissione dell'impianto o destinazione del suolo alla rinaturalizzazione con specie autoctone scelte in base alle peculiarità dell'area; la vegetazione presente, verrà mantenuta;
- d. per ridurre la compattazione dei terreni, si ridurrà il traffico dei veicoli, soprattutto con terreno bagnato, si ridurrà al minimo indispensabile le lavorazioni, si utilizzeranno attrezzi dotati di pneumatici idonei, sarà prioritario avere cura di mantenere un adeguato contenuto di sostanza organica nel terreno;
- e. Verranno adoperati tutti gli accorgimenti idonei a mitigare l'impatto sull'ambiente;
- f. Tutti i lavori e il deposito dei materiali interesseranno solo le aree di sedime delle opere da realizzare senza interferire con le aree circostanti;
- g. Verranno scelte opportune piazzole limitrofe per il deposito momentaneo dei materiali avendo cura di scegliere le aree prive di specie arboree ed incolte;
- h. Eventuali materiali di risulta derivanti dagli scavi per la posa delle strutture e dei cavidotti, non riutilizzabili nell'ambito dei lavori, verranno smaltiti presso discariche autorizzate.

## **9. PROVE DI ACCETTAZIONE E MESSA IN SERVIZIO**

### **9.1 Collaudo dei materiali in cantiere**

I materiali e/o apparecchiature costituenti l'impianto sono progettati, costruiti e sottoposti alle prove previste nelle norme di riferimento ed alle prescrizioni sopra descritte.

In particolare il collaudo dei materiali sarà del tipo Visivo - meccanico, prima dell'inizio dei lavori di montaggio, per accertare eventuali rotture o danneggiamenti dovuti al trasporto, e ad ultimazione dei lavori, per accertarne l'integrità e/o eventuali danneggiamenti od esecuzioni a non "perfetta regola d'arte".

### **9.2 Accettazione dell'impianto**

Il collaudo ed accettazione dell'impianto comporterà le seguenti prove e verifiche da effettuare nell'ordine sotto indicato:

- a. esame a vista per accertare la rispondenza dell'impianto e dei componenti alla documentazione di riferimento ed al progetto;
- b. misura della resistenza di isolamento dei circuiti lato continua con le parti elettroniche sconnesse;
- c. verifica della corretta scelta e taratura dei dispositivi di protezione;
- d. misura della resistenza di terra;
- e. verifica della continuità elettrica dei conduttori di messa a terra tra le apparecchiature ed il morsetto di messa a terra dell'area;
- f. verifica e controllo dei collegamenti per tutte le apparecchiature secondo gli schemi;
- g. verifica funzionale per accertare che l'impianto ed i relativi componenti funzionino correttamente;
- h. messa in servizio e verifica, mediante misure, che gli impianti ed i singoli componenti lavorino secondo le rispettive prestazioni di progetto.

A collaudo ultimato con esito favorevole, l'impianto verrà preso in carico dal Committente.

## 10. INDICAZIONI PER LA SICUREZZA

I rischi per la sicurezza degli operai e del personale che verranno impegnati nella realizzazione dell'impianto in oggetto possono essere così riassunti:

- a) pericolo di caduta all'interno di scavi a sezione obbligata (cavidotti MT);
- b) pericoli di elettrocuzione (contatti diretti ed indiretti) nella realizzazione dell'impianto fotovoltaico e nelle prove degli impianti elettrici di alimentazione degli apparati in campo (nelle fasi di prova e collaudo);
- c) pericolo di caduta da altezze rilevanti (**2,80** m fuori terra circa), durante il montaggio delle strutture prefabbricate (cabine di trasformazione, consegna e locale inverters);
- d) pericoli di schiacciamento, infortuni, traumi cranici durante le fasi di movimentazione materiali a mano e con mezzi meccanici.

Per quanto sopra detto, considerato l'importo a base d'asta dell'opera, e considerate le prescrizioni del Legge n. **494/96** e successive modifiche ed integrazioni, sarà necessario la redazione di un piano di Coordinamento della Sicurezza in fase di Progettazione Esecutiva, nonché il successivo coordinamento in fase di esecuzione dei lavori nel caso in cui i lavori vengano appaltate a più ditte.

Di seguito sono riportate per le principali attività lavorative con le prime indicazioni delle misure di prevenzione e protezione idonee.

### a) Scavi a sezione ristretta

Negli scavi eseguiti manualmente, le pareti del fronte devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. È tassativamente vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio o alla base del fronte di attacco.

Evitare l'eccessivo avvicinamento del mezzo a bordo scavo (lasciare almeno **1** m. di distanza) e salire e scendere dal mezzo meccanico utilizzando idonei dispositivi e solo a motore spento.

Regolare il traffico durante gli attraversamenti delle sedi stradali ed impiegare gomme e/o idonee protezioni atte ad evitare il danneggiamento del manto stradale. Nelle ore notturne la zona deve essere convenientemente indicata da segnalazioni luminose.

## b) Pericoli di elettrocuzione

Tutti gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte. Gli impianti realizzati secondo le norme CEI sono considerati a regola d'arte (art **1,2** - L. **186/68**).

Utilizzare scale a mano con pioli incastrati ai montanti (art **8** DPR **164/56**), con estremità anti-sdrucchiolo (art. **18** - DPR **547/55**). Durante il lavoro su scale, gli utensili non utilizzati devono essere tenuti in guaine o assicurati in modo da impedirne la caduta (art **24** - DPR **547/55**).

Installare interruttori onnipolari all'arrivo di ciascuna linea di alimentazione le derivazioni a spina per gli apparecchi utilizzatori con **P >1000W** provviste di interruttore onnipolare; i conduttori fissi o mobili muniti di rivestimento isolante in genere, quando per la loro posizione o per il loro particolare impiego, siano soggetti a danneggiamento per causa meccanica, devono essere protetti; i conduttori flessibili per derivazioni provvisorie o per l'alimentazione di apparecchi mobili devono avere rivestimento isolante resistente ad usura meccanica.

L'impianto dovrà essere dotato di protezioni da sovraccarichi e sovratensioni (art. **284, 285** DPR **547/55**).

Utilizzare quadri di cantiere con indicazione dei circuiti comandati (art. **287** DPR **547/55**).

L'impianto elettrico di cantiere sarà realizzato utilizzando quadri principali e secondari (di zona) costruiti in serie per cantieri (ASC), muniti di targa indelebile indicante il nome del costruttore e la conformità alle norme (CEI **17.13/4**).

Tutti i componenti dell'impianto elettrico avranno grado di protezione minimo **IP44**, ad eccezione delle prese a spina di tipo mobile (volanti), che avranno grado di protezione **IP67** (protette contro l'immersione) e degli apparecchi illuminanti, che avranno un grado di protezione **IP55**.

Le prese a spina saranno protette da interruttore differenziale con  $I_{dn}$  non inferiore a **30 mA** (CEI **64-8/7** art. **704.471**).

Per le linee saranno utilizzati i seguenti cavi:

- **N1VV-K** o **FG7R** o **FG7OR** per la posa fissa e interrata;
- **H07RN-F** o **FG1K 450/750 V** o **FG1OK 450/750 V** per posa mobile.

Le lampade portatili saranno alimentate a **220 V** direttamente dalla rete, oppure a **24 V** tramite trasformatore di sicurezza (SELV). In alternati saranno utilizzate lampade con sorgente autonoma.

## c) Lavori in altezza con autogru

Affidare il mezzo solo a personale autorizzato e qualificato all'uso dello stesso, e mettere fuori servizio i mezzi con anomalie nei dispositivi che possono compromettere la sicurezza.

Sistemare il cestello su terreno pianeggiante e non cedevole. Prima di salire occorre verificare che il mezzo sia in posizione orizzontale. Il cestello non deve essere appoggiato a strutture, siano esse fisse o mobili.

Tutte le manovre, di norma, devono essere effettuate dall'operatore a bordo del cestello. L'uso dei comandi installati sull'autocarro è limitato ai casi di emergenza o quando non sia prevista la presenza dell'operatore a bordo.

È vietato salire o scendere dal cestello quando lo stesso non è in posizione di riposo.

Non caricare oltre le portate consentite in rapporto agli sbracci e agli angoli di inclinazione, l'accesso al cestello a due persone deve essere espressamente previsto. L'uso del cestello per sollevare carichi deve essere previsto dal Costruttore. Non usare l'autogrù con cestello in presenza di forte vento.

Non spostare il mezzo con il cestello se questi non è in posizione di riposo o con l'operatore a bordo.

Durante le manovre porre la massima attenzione per evitare che il cestello ed operatore urtino contro ostacoli. In prossimità di linee elettriche aeree rispettare la distanza di sicurezza dai conduttori, salvo che la linea non sia adeguatamente protetta. La distanza di sicurezza deve essere sempre rispettata, anche durante gli spostamenti del cestello. L'area sottostante la zona operativa del cestello deve essere opportunamente delimitata e segnalata. Avvertire il responsabile o l'addetto alla manutenzione di ogni anomalia riscontrata nel mezzo.

#### d) Movimentazione dei materiali

La movimentazione manuale di un carico può costituire un rischio tra l'altro dorso-lombare nei casi seguenti:

- il carico è troppo pesante (peso complessivo superiore a **25 kg**);
- è ingombrante o difficile da afferrare;
- è in equilibrio instabile o il suo contenuto rischia di spostarsi;
- è collocato in una posizione tale per cui deve essere tenuto o maneggiato ad una certa distanza dal tronco o con una torsione o inclinazione del tronco;
- può, a motivo della struttura esterna e/o della consistenza, comportare lesioni per i lavoratori, in particolare in caso di urto.

Lo sforzo fisico può presentare un rischio dorso-lombare nei seguenti casi se:

- è eccessivo;
- può essere effettuato soltanto con un movimento di torsione del tronco;
- può comportare un movimento brusco del carico;
- è compiuto con il corpo in posizione instabile.

Le manovre per il sollevamento ed il sollevamento-trasporto dei carichi devono essere disposte in modo da evitare il passaggio dei carichi sospesi sopra i lavoratori e sopra i luoghi per i quali l'eventuale caduta del carico può costituire pericolo.

Qualora tale passaggio non si possa evitare, le manovre per il sollevamento-trasporto dei carichi devono essere tempestivamente preannunziate con apposite segnalazioni in modo da consentire, ove sia praticamente possibile, l'allontanamento delle persone che si trovino esposte al pericolo dell'eventuale caduta del carico.

Il campo di azione degli apparecchi di sollevamento e di sollevamento-trasporto, provvisti di elettromagneti per la presa del carico, deve essere delimitato con barriere e ove ciò, per ragioni di spazio, non sia possibile, devono essere utilizzate apposite segnalazioni.

Dalle valutazioni effettuate il costo della sicurezza incide per circa 1.50% dell'importo dei lavori.

## **11. CONCLUSIONI**

### **11.1 Tempi di esecuzione dell'opera**

I tempi di esecuzione delle opere descritte sono riportati nel cronoprogramma allegato alla documentazione tecnica progettuale. Il tempo necessario per la realizzazione e collaudo dell'intervento è stimato in circa 28 settimane a partire dalla data di consegna e d'inizio dei lavori.

### **11.2 Verifica Impatto Ambientale**

Come già detto in premessa, la struttura in oggetto si trova in una zona non soggetta a vincoli ambientali, paesaggistici o storico/artistici di alcun tipo. Considerato, inoltre, la tipologia dell'intervento in oggetto, ed in particolare l'altezza massima compresa all'incirca tra 2 e 4 m, l'impatto relativo all'installazione delle strutture sub verticali fisse e delle strutture edili di servizio, si può considerare minimo.