



**Peridot Solar**  
GREEN ENERGY SOLUTIONS

Progettazione definitiva finalizzata all'autorizzazione di una centrale di energia rinnovabile e delle relative opere di connessione denominata "Caltagirone 1", costituita da un impianto Agrivoltaico accoppiato ad un sistema di accumulo di energia, di potenza complessiva pari a 127,2164 MW [DC] (di cui 86,904 MW di Agrivoltaico) e potenza in immissione pari a 106,81 MW [AC] (di cui 72,42 MW impianto Agrivoltaico e 34,39 MW sistema di accumulo). La centrale sarà realizzata in c.da Bosco di Mezzo nel comune di Caltagirone (CT) – Sicilia.



**OXY CAPITAL**  
ADVISORS

**Proponente**

**GM AGRIVOLTAICO S.r.l.**  
Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano

**Investitore agricolo superintensivo**

**OXY CAPITAL ADVISORS S.r.l.**  
Via A. Bertani, 6 - 20154 Milano



**Capogruppo Mandataria**

**ITALCONSULT**

ITALCONSULT S.p.A.  
Via di Villa Ricotti 20  
00161 Roma

Resp. integrazione tra le prestazioni specialistiche:  
**Ing. Giovanni Mondello**

Project Manager:  
**Ing. Gabriele De Rulli**

Aspetti Autorizzativi:  
**Ing. Alessandro Artuso**



STUDIO ALTIERI S.p.A.  
Via Colleoni 56-58  
36016 Thiene, Italia

Aspetti Ambientali:  
**Ing. Laura Dalla Valle**

Resp. parte impiantistica:  
**Ing. Umberto Lisa**

Archeologo:  
**Dott.ssa Elisabetta Tramontana**

Committente: Peridot Solar Italy s.r.l.  
**Dott. Andrea Urzi**

Agronomo:  
**Dott. Salvatore Puleri**

Geologo:  
**Dott. Carlo Cibella**

Acustica:  
**Ing. Alessandro Infantino**

**GENERALE**  
**RELAZIONE TECNICA OPERE STRUTTURALI**

**C 4 5 1**  
Codice commessa

**CT 1**  
Sito

**D**  
Fase

**ES**  
Disciplina

**0 0 0 0**  
Numero

**r 0 1**  
Revisione

Revisione	Data	Motivo	Redatto	Controllato	Approvato
00	29/02/2024	Emissione	F.B.	F.D.R.	G.M.
01	21/03/2024	Revisione	A.A.	F.D.R.	G.M.



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL SITO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE IMPIANTO.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>INFORMAZIONI GEOLOGICHE .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>NORMATIVA .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>PROGETTO .....</b>	<b>13</b>
6.1	<b>DATI DI INPUT IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>15</b>
7.1	Azione sismica.....	15
7.2	Calcolo delle azioni della neve e del vento .....	16
7.2.1	Neve .....	16
7.2.2	Vento.....	16
7.2.3	Temperatura aria esterna .....	18
7.3	Peso proprio dei moduli fotovoltaici .....	18
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>19</b>
8.1	Programma di calcolo utilizzato.....	19
8.1.1	Carichi agenti .....	19
8.1.2	Combinazione di carico utilizzata .....	20
8.1.3	Sollecitazioni risultanti.....	20
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>22</b>

## 1 PREMESSA

L'impianto agro-fotovoltaico in oggetto si sviluppa all'interno del comune di Caltagirone (CT), su di una superficie lorda complessiva di circa 145 ha. L'impianto è accoppiato ad un sistema di accumulo di energia e ha una potenza nominale pari a 127,2164 MW [DC] (di cui 86,904 MW di impianto agrivoltaico) e potenza in immissione pari a 106,81 MW [AC] (di cui 72,42 MW di impianto agrivoltaico e 34,39 MW di sistema di accumulo).

Il progetto è impostato in assetto agrivoltaico e con una specifica ed impegnativa attenzione alla tutela della biodiversità, al fine di ridurre al massimo l'impatto sul sistema del suolo. Sono quindi previsti ingenti investimenti ed il coinvolgimento sia di aziende agricole locali che di un'importante azienda agricola nazionale.

L'impianto, denominato "Caltagirone 1", è funzionale per l'equilibrio del territorio e la protezione dal cambiamento climatico e dalle sue conseguenze, in quanto:

- 1) Inserirà elementi di naturalità e protezione della biodiversità con un significativo investimento economico e areale;
- 2) Garantirà la più rigorosa limitazione dell'impatto paesaggistico sia sul campo breve, sia sul campo lungo con riferimento a tutti i punti esterni di introspezione;
- 3) Inserirà attività agricole produttive di notevole importanza per l'equilibrio ecologico, come i prati permanenti e l'olivicultura (in assetto superintensivo). Queste attività saranno affidate a imprese agricole di livello nazionale ed internazionale che avranno la propria remunerazione indipendente e autosufficiente, come attestato da accordi espliciti e formali e da un business plan.

In particolare, l'uliveto superintensivo prevedrà un investimento condotto da un fondo che dispone della proprietà del leader di mercato dell'olio monomarca con il 27% della quota, **Olio Dante**, e che intende sviluppare un'autonoma e competitiva capacità di produzione nazionale. Saranno messi a dimora circa 120.206 olivi ed applicate le più avanzate tecnologie per garantire una produzione di elevata quantità e qualità (stimabile in ca. 10.900 quintali di olive all'anno per un fatturato di ca. 1 milione di euro). Per massimizzare la produzione saranno previste due siepi olivicole per ogni tracker fotovoltaico e le opportune distanze per consentire la piena meccanizzazione del processo.

### Proponente

L'iniziativa è proposta da *GM AGRI PV 1 S.r.l.*, società del gruppo *Peridot Solar* ed è copresentata dall'investitore agricolo, *Oxy Capital*, azionista di maggioranza della notissima società agroindustriale *Olio Dante S.p.A.* che interviene, con piena autonomia societaria e progettuale con propri capitali. Gli accordi formalizzati prevedono impegni di produzione, acquisizione dei prodotti per trent'anni, garanzie gestionali e manutentivi. Il presente progetto, nato per iniziativa della società di scopo *GM AGRI PV 1 S.r.l.*, è stato sviluppato con la collaborazione di *Italconsult S.p.A.*, *Studio Altieri S.p.A.* e altre società specialistiche.

La società *GM AGRI PV 1 S.r.l.* è un operatore internazionale di energie rinnovabili che opera come investitore di lungo termine che sviluppa, costruisce, gestisce le centrali di produzione. Ha un obiettivo di investimento di circa 5 GW di capacità entro la fine del 2026, con un investimento previsto di 1 miliardo di sterline.

Fondata nel 2022 e dotata di uffici a Londra e Milano, ha un team attuale di 30 persone e fa parte del portafoglio di *FitzWalter Capital Limited*. Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito <https://peridotsolar.com/>



**ITALCONSULT**



Partner agricolo



Oxy Capital è la prima investment company italiana dedicata a situazioni di turnaround, fondata da Stefano Visalli ed Enrico Luciano. Essa sta attualmente gestendo il turnaround di Olio Dante e con la consociata Oxy Portugal possiede circa 1.100 ha di coltivazione intensiva di olio di oliva ad alto livello di profittabilità. Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito <https://www.oxycapital.it/>



Olio Dante S.p.A., società controllata dai soci di Oxy Capital, primario operatore del settore a cui fanno capo gli storici marchi Olio Dante, Lupi, Minerva, Topazio, Olita. Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito <https://www.oliodante.com/>



## 2 INQUADRAMENTO DEL SITO

L'impianto agro-fotovoltaico in oggetto si sviluppa su di una superficie lorda complessiva di circa 145 ha. L'area nella quale è prevista la realizzazione dell'impianto ricade nel comune di Caltagirone (CT), nella Sicilia orientale; l'area della SSE di connessione alla Rete Elettrica Nazionale si trova nel territorio di Chiaramonte Gulfi (RG).

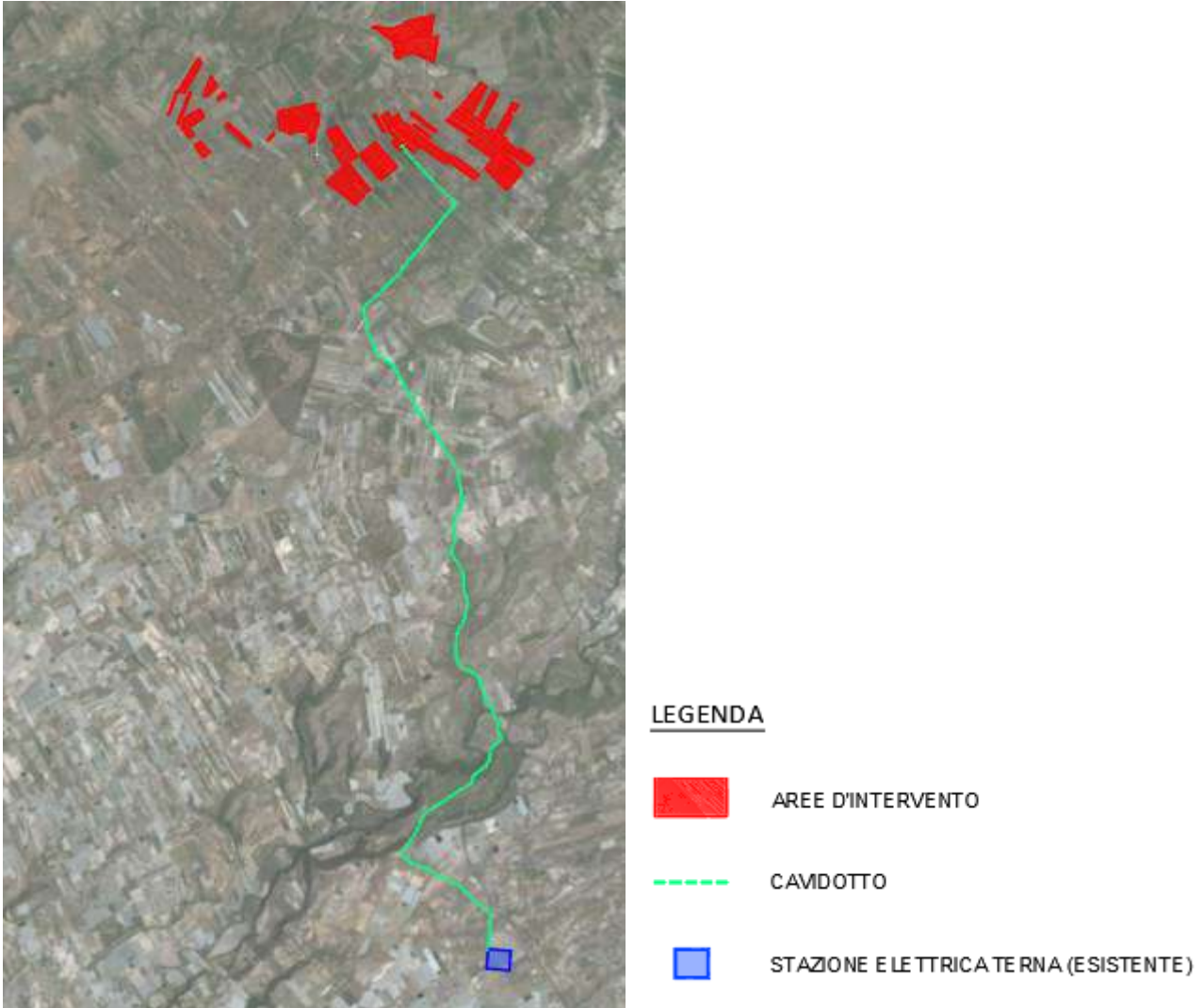


Figura 1. Stralcio C451\_CT1\_D\_GE\_1003\_r00\_INQUADRAMENTO SU ORTOFOTOCARTA

Per quanto riguarda i centri abitati, quelli più prossimi all'area dell'impianto sono i seguenti:

- Caltagirone (CT) posto ad Nord-Ovest rispetto alle aree dell'impianto, a circa 10,3 km;
- Grammichele (CT) posto a Nord, a circa 3,5 km;
- Licodia Eubea (CT) posto ad Est, a circa 5,0 km dall'area Sud;
- Mazzarrone (CT), posto ad Sud rispetto alle aree dell'impianto, a circa 10,4 km.

L'impianto "agrovoltaico", in relazione ai terreni nella disponibilità della società, si svilupperà su una superficie suddivisa in 28 aree, con baricentro in 037°14'26"N, 014°30'47"E.

Nelle seguenti figure, si riportano l'inquadramento su IGM, CTR e mappa catastale.



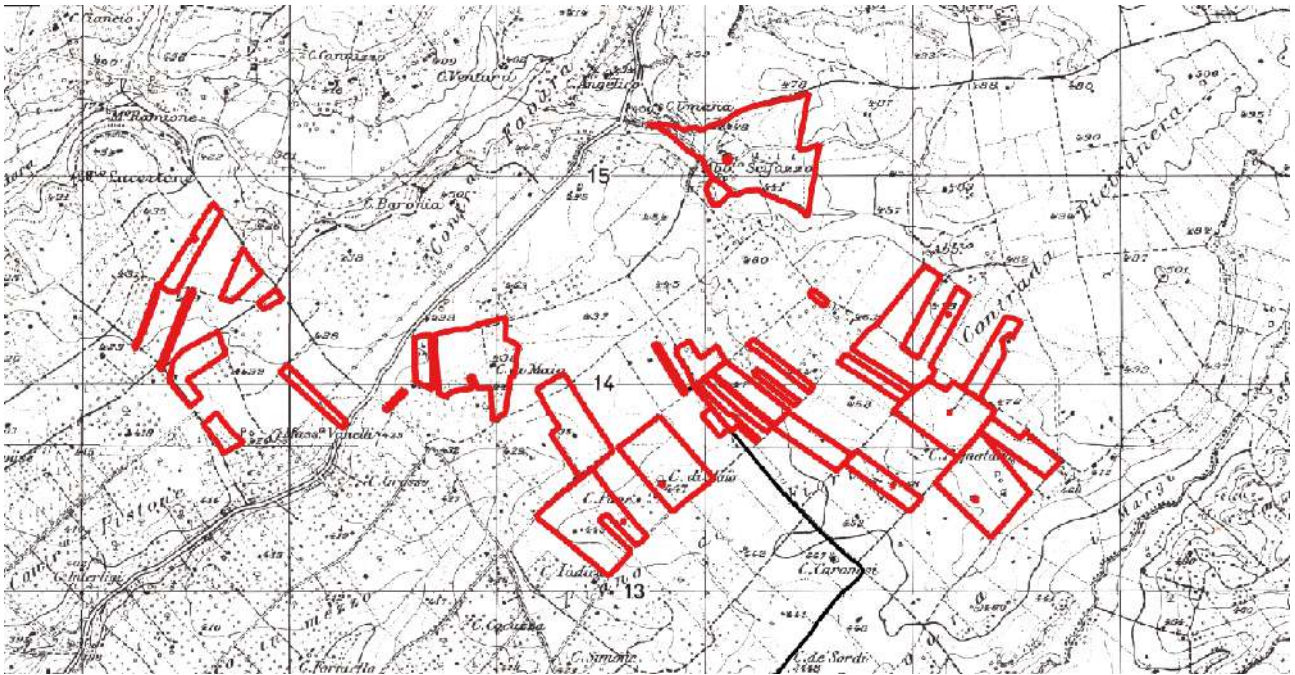


Figura 2. Stralcio C451\_CT1\_D\_GE\_1005\_r00\_INQUADRAMENTO SU IGM

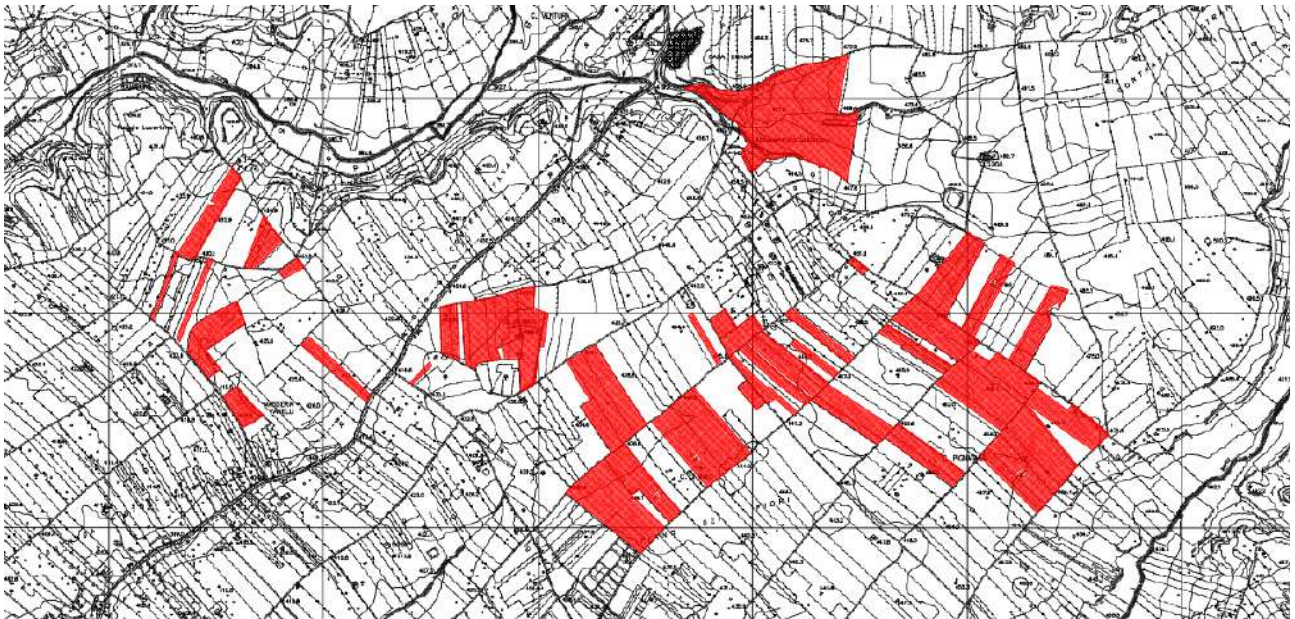
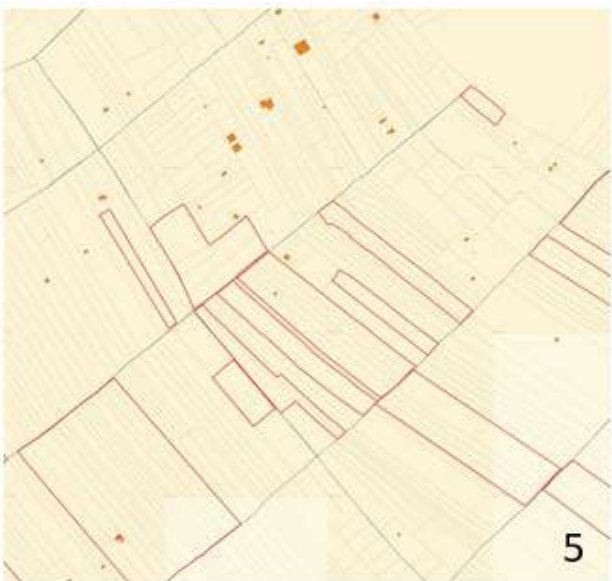
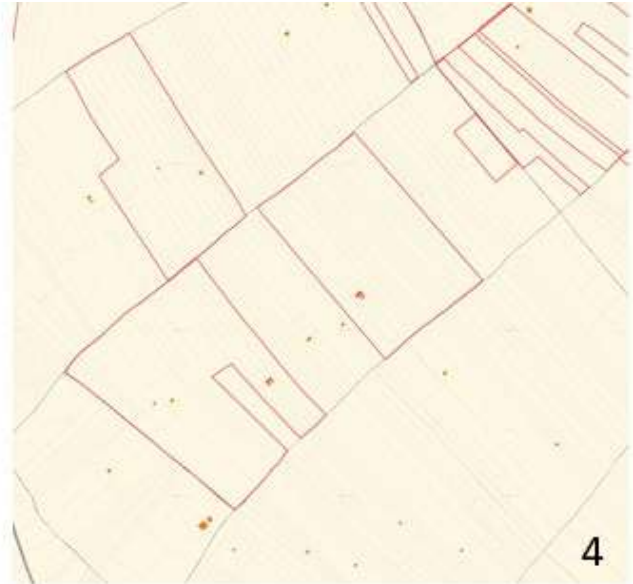
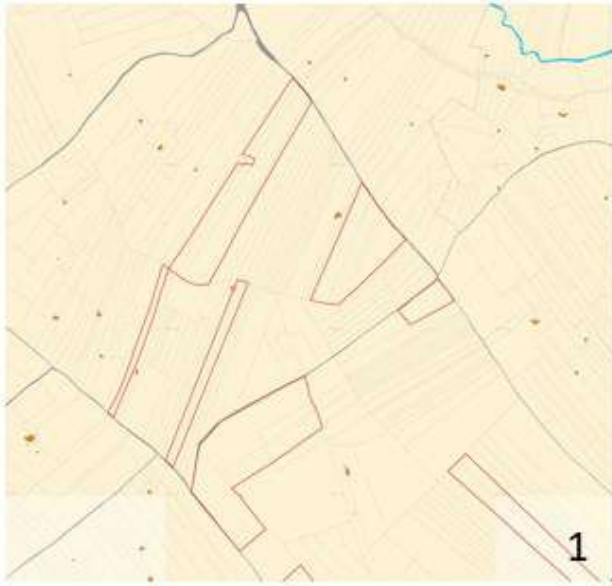


Figura 3. Stralcio C451\_CT1\_D\_GE\_1004\_r00\_INQUADRAMENTO SU CTR 1:10000, su sezione n. 644040





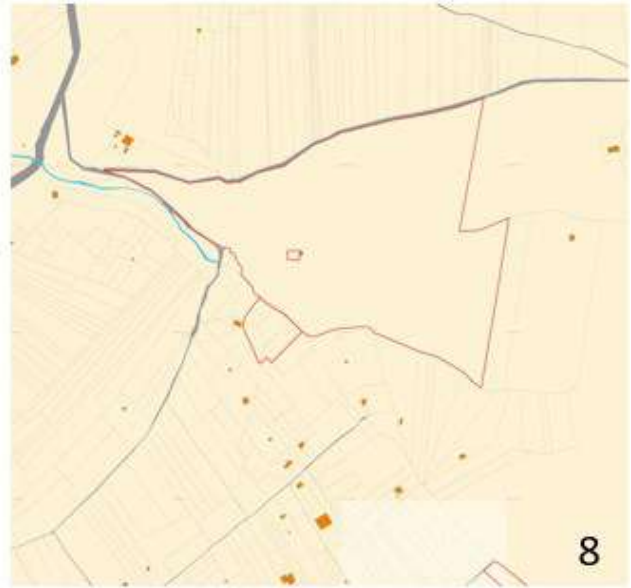


Figura 4. Inquadramento su mappa catastale



### 3 DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto agro-fotovoltaico in progetto prevede un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, combinato con l'attività di coltivazione agricola. L'energia prodotta sarà immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). La Società ha ottenuto una soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG) che prevede che l'impianto agro-fotovoltaico. A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

- campo agro-fotovoltaico, diviso in ventotto aree nel comune di Caltagirone;
- stazione di consegna utente, nel comune di Chiaramonte Gulfi (RG);
- Cavidotto di collegamento, nei territori del comune di Caltagirone (CT), Licodia Eubea (CT) e Chiaramonte Gulfi (RG);

I terreni attualmente sono coltivati a seminativo. La Società, nell'ottica di riqualificare le aree da un punto di vista agronomico e di produttività dei suoli, ha scelto di adottare la soluzione impiantistica ad inseguimento monoassiale.

Con la soluzione impiantistica proposta, si tenga presente che:

- la superficie effettivamente occupata dai pannelli è una frazione di quella disponibile e che sarà utilizzata ai fini agricoli;
- verrà previsto idoneo impianto di fasce di vegetazione, costituite da essenze autoctone o storicamente presenti nel territorio;
- la superficie esclusa dall'intervento sarà utilizzata per la piantumazione di colture da destinare come aree a verde e come barriere arboree perimetrali (per dettagli si rimanda alle dedicate relazioni agronomiche).

La disposizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e delle apparecchiature elettriche all'interno dell'area identificata (layout d'impianto) è stata determinata sulla base di diversi criteri conciliando il massimo sfruttamento dell'energia solare incidente con il rispetto dei vincoli paesaggistici e territoriali e con la continuità delle attività agricole.

In fase di progettazione si è pertanto tenuto conto delle seguenti necessità:

- installare una fascia arborea lungo il perimetro dell'impianto;
- riqualificare l'area impiantando colture di più alto pregio;
- creare nuove fasce verdi con specie arboree e arbustive per favorire la sosta della fauna stanziale e migratoria e formazioni vegetali ripariali autoctone;
- evitare fenomeni di ombreggiamento nelle prime ore del mattino e nelle ore serali, implementando la tecnica del backtracking;
- ridurre la superficie occupata dai moduli fotovoltaici a favore della superficie disponibile per l'attività agricola, utilizzando moduli e tracker ad alta resa.

L'impianto è composto da 418 strutture tracker monoassiali SF7 da 24 moduli fotovoltaici da 750 W ciascuno, da 349 strutture tracker monoassiali SF7 da 48 moduli fotovoltaici da 750 W e da 928 strutture tracker monoassiali SF7 da 96 moduli fotovoltaici da 750 W, per un totale di potenza installata di 86,904 MWp, da n.

41 cabine di trasformazione MT/bt e n.4 cabine di raccolta, da convertitori statici CC/CA installati in campo e connessi alle cabina di trasformazione, da quadri elettrici di distribuzione BT e di protezione dei generatori, da contatore di energia prodotta, da trasformatori MT/BT, da quadri di sezionamento MT.

In sintesi:

Numero di moduli FV da 750Wp	115.872
Numero cabine di trasformazione	41
Numero di convertitori CC/CA da 350KW	243
Superficie complessiva moduli	360.361 m <sup>2</sup>



Figura 5. Planimetria impianto

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter. I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Gli inverter, installati all'esterno nei pressi delle strutture portamoduli ed avranno ciascuno stringhe in ingresso. Essi convogliano l'energia convertita nel quadro di parallelo AC del rispettivo sottocampo, con valore di tensione trifase pari a 400 V in connessione TN-S. A monte del quadro BT sarà installato il trasformatore MT/BT ed il quadro di sezionamento MT. Ciascun sottocampo confluirà l'energia sul quadro generale MT che provvederà alla protezione e sezionamento dei sottocampi ed ospiterà il Dispositivo di Protezione Generale (DG) e Dispositivo di Protezione di Interfaccia (DI) dell'impianto con il relativo Sistema di Protezione Generale (SPG) e Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI). Il quadro generale MT sarà collegato, a monte, al sistema di misura dell'energia immessa in rete, installato in un apposito locale come da specifica e-distribuzione S.p.a., prima di raggiungere il punto di connessione TERNA S.p.a.. Di tutti i vari componenti elettrici costituenti il campo fotovoltaico di cui in oggetto, saranno specificate le caratteristiche tecniche, costruttive e di installazione nei vari paragrafi della presente relazione.



**ITALCONSULT**



E' attivo un sistema di accumulo di energia in configurazione Post produzione AC bidirezionale, con capacità di accumulo pari a 38.528 kWh, per una carica iniziale del 90 % ed efficienza del 80 %.

Sono previsti n°14 moduli batterie ognuno dei quali ha una capacità di 2.752kWh per una capacità totale pari a  $14 \times 2.752 \text{kWh} = 38.528 \text{kWh}$ . La potenza disponibile sarà erogata da n°7 trasformatori da 5.000kVA installati in n°7 moduli dotati di batteria ed elettronica. I sistemi di accumulo di energia altamente integrati per un facile trasporto e O&M. Lunga durata e prestazioni elevate grazie a sistemi di raffreddamento a liquido con controllo intelligente della temperatura a livello di cella che garantisce una maggiore efficienza e una maggiore durata del ciclo della batteria.



## 4 INFORMAZIONI GEOLOGICHE

Il sito in esame ricade nel settore sud orientale siciliano, denominato in letteratura Altopiano Ibleo, a sud del centro abitato di Grammichele. A scala regionale, della struttura geologica della Sicilia si distinguono tre principali elementi tettonico-strutturali: la catena settentrionale appennino-maghrebide, l'avanfossa di Gela-Catania e l'avampaese ibleo (Lentini e Vezzani, 1978). Secondo questo schema l'area in esame ricade sull'avampaese ibleo, costituito dalla piattaforma carbonatica che bordava il margine continentale passivo africano. In particolare, gli affioramenti relativi all'Altipiano calcareo s.s. (substrato) constano di formazioni marine terziarie, appartenenti ad un unico ciclo sedimentario oligo-miocenico, afferenti alla successione calcareo-calcarenitico-marnosa della Formazione Ragusa (Membro Leonardo e Membro Irminio) ed alla successione marnosa della Formazione Tellaro. Nella zona pedemontana dell'Altipiano calcareo e nella piana di Vittoria, la copertura del substrato è formata da un complesso di sedimenti plio-quadernari di ambienti di deposizione che vanno dal marino al continentale (Calcari marnosi Trubacei, Calcarenititi organogene, Calcari e marne - sabbie-silts-argille lacustri, conglomerati e ghiaie alluvionali e brecce detritiche, limi neri palustri). In tale quadro il sito di progetto ricade proprio in questo settore di raccordo tra l'Altipiano ragusano e la piana di Vittoria, in un'area che si configura come una depressione strutturale estesa e delimitata dall'allineamento strutturale Chiaramonte Gulfi - Comiso ad Est e quello degli alti strutturali di Serra Berretta e Serra S. Bartolo ad Ovest. Nell'area in esame affiorano i seguenti terreni:

- Alluvioni recenti ed attuali, ciottoli calcarei eterometrici e di materiale sabbioso-limoso. Affiorano lungo il Fiume Ippari e lungo le altre incisioni torrentizie costituendo l'alveo di piena e di magra.
- Depositi palustri (Pleistocene sup. – Olocene), sabbie e limi bruni, sono costituiti da sedimenti palustri siltoso – sabbiosi di colore bruno. Si ritrovano in locali depressioni, probabilmente di facies retrolitorale.
- Sabbie rossastre (Pleistocene inf.) e sabbie quarzose con intercalazioni di calcareniti organogene massive o stratificate con livelli di ghiaie e di argille. Si rinvengono in affioramento con spessori che superano i trenta metri in C.da Favara e C.da Piano dei Fiori, abbeveratoio Schifazzo. Su tale litotipo ricade la maggior parte dell'impianto fotovoltaico.
- Depositi fluvio-lacustri (Pliocene medio-sup.) biancastri canalizzati ed i depositi travertinosi con livelli torbosi consistono in limi biancastri, croste carbonatiche, depositi travertinosi con livelli torbosi, depositi sabbiosi giallo-avana con lamine calcaree. Affiorano in una piccola area in C.da Favara, ricoprendo varie unità litologiche sottostanti. Gli spessori variano da qualche metro a qualche decina di metri.
- Vulcaniti basiche (Pliocene medio-sup.), potente successione di ambiente sottomarino in alto dato da ialoclastiti e brecce vulcaniche, subaereo nella parte bassa costituito da colate laviche bollose e prodotti piroclastici. Affiorano ad est dell'area di progetto, interessandola marginalmente e poi sono presenti nel sottosuolo costituendo il substrato sul quale si è impostata la successione sedimentaria plio-pleistocenica.
- Marne grigio azzurre (Pliocene medio-inf.) della Valle del Fiume Dirillo e di Licodia Eubea passanti verso l'alto a depositi sabbiosi e a calcareniti organogene a brachiopodi e molluschi. Lo spessore raggiunge i 250 metri. Affiorano a nord dell'area di progetto e non la interessano direttamente.
- Marne e calcari marnosi (Pliocene inf.) a foraminiferi di colore bianco e frattura concoide (Trubi), Lo spessore può raggiungere i 100 m. Affiorano al margine orientale dell'area di progetto e la interessano in piccola parte.

## 5 NORMATIVA

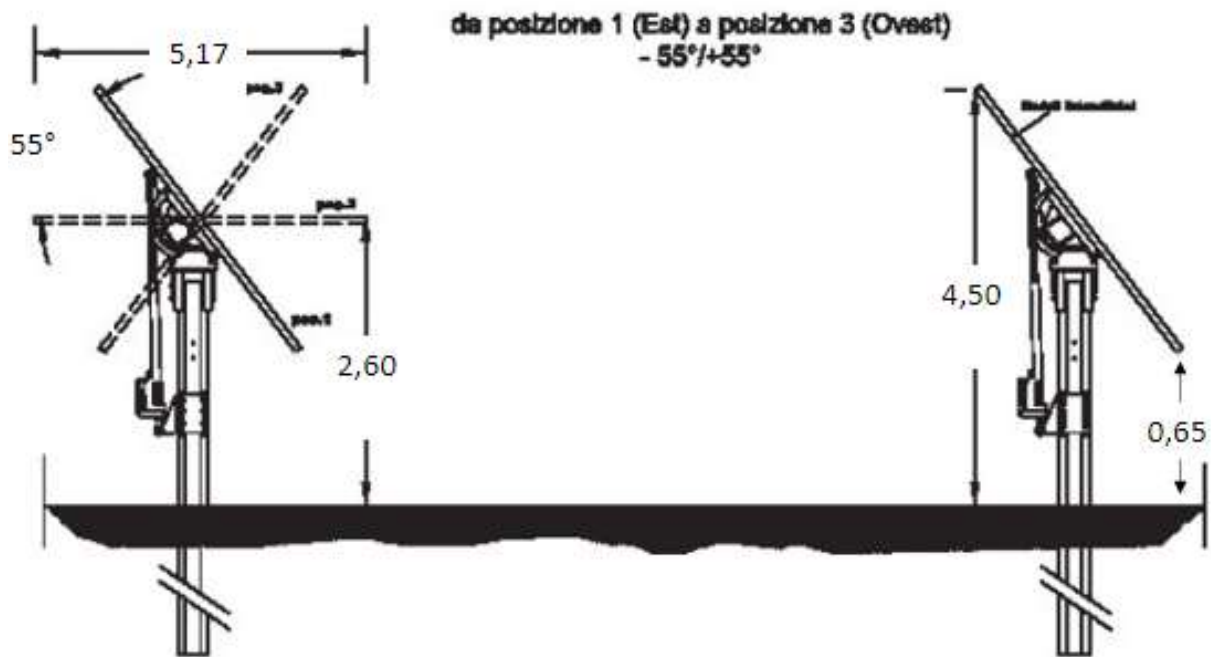
La presente relazione è stata redatta conformemente a quanto previsto dalla normativa vigente in materia di norme sulle costruzioni, ed in dettaglio:

1. D.M. 17.01.2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni 2008
2. Circolare n. 7/C.S.LL.PP. del 12/02/2019
3. Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
4. Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 14 febbraio 1974, n.11951 - “Applicazione delle norme sul cemento armato”.
5. Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 25 gennaio 1975, n.13229 - “L’impiego di materiali con elevate caratteristiche di resistenza per cemento armato normale e precompresso.
6. C.N.R. - UNI 10011-97 - “Costruzioni di acciaio: istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”.
7. OPCM 3274 D.D. 20/03/2003 e s.m.i. – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, e successive modifiche e integrazioni (OPCM 3431 03/05/05).
8. D.M.LL.PP. 20 novembre 1987 – “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”.
9. Circ. Min.LL.PP. n.11951 del 14 febbraio 1992 - Circolare illustrativa della legge n. 1086.
10. D.M. 14 febbraio 1992 - Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.
11. Circ. Min.LL.PP. n.37406 del 24 giugno 1993 – Istruzioni relative alle norme tecniche per l’esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 14 febbraio 1992.
12. D.M. 9 gennaio 1996 – Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
13. Circ. Min. LL.PP. 15.10.1996 n.252 aa.gg./s.t.c. - Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo e l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 09.01.1996.
14. D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
15. Circ. Min.LL.PP. n.156AA.GG./S.T.C. del 4 luglio 1996 – Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al D.M. 16.01.1996.
16. D.M. 16 gennaio 1996 - Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche
17. Circ. Min. LL.PP. 10.04.1997, n. 65 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche" di cui al d.m. 16.01.1996
18. Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture
19. Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
20. Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio
21. Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
22. Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno
23. Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura
24. Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica
25. Eurocodice 8 -Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

## 6 PROGETTO

### 6.1 DATI DI INPUT IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori (tracker) monoassiali, ovvero strutture di sostegno mobili che nell'arco della giornata "inseguono" il movimento del sole orientando i moduli fotovoltaici su di essi installati da est a ovest, con range di rotazione completo del tracker da est a ovest è pari a  $110^\circ$  ( $-55^\circ/+55^\circ$ ), come indicato in figura.



I moduli fotovoltaici, di dimensioni pari a  $2,38 \times 1,30$  m, spessore di 35 mm e peso pari a circa 40 kg, saranno installati sull'inseguitore su una sola fila con configurazione portrait (verticale rispetto l'asse di rotazione del tracker). Il numero dei moduli posizionati su un inseguitore è variabile. Nell'impianto in progetto avremo inseguitori da 12, 24 e 48 moduli.

Pertanto, dal punto di vista dimensionale, saranno realizzate due configurazioni:

- Tracker da 12 moduli
  - o Lunghezza complessiva 15,60 m
  - o N. campi / pali di sostegno 3/4
  - o Interasse pali di sostegno m 5,20
  - o
- Tracker da 24 moduli
  - o Lunghezza complessiva 31,20 m
  - o N. campi / pali di sostegno 6/7
  - o Interasse pali di sostegno 5,20 m



- Tracker da 48 moduli
  - Lunghezza complessiva 62,40 m
  - N. campi / pali di sostegno 12 / 13
  - Interasse pali di sostegno 5,20 m

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in acciaio da costruzione in conformità agli Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. I tracker possono resistere fino a velocità del vento di 55 km/h, ed avviano la procedura di sicurezza (ruotando fin all'angolo di sicurezza) quando le raffiche di vento hanno velocità superiore a 50 km/h. Per quanto attiene le fondazioni i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno. La profondità standard di infissione è di 1,5 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire modifiche che tuttavia si prevede siano non eccessive. La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.



*Figura 6 – Modello tipo dei pannelli solari in progetto*

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 Azione sismica

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE**

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

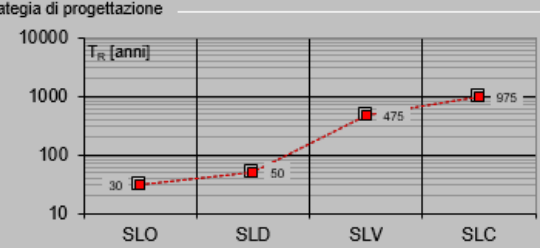
**Elaborazioni**

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



**LEGENDA GRAFICO**

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno $\xi$

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,035	2,480	0,240
SLD	50	0,045	2,515	0,277
SLV	475	0,171	2,329	0,425
SLC	975	0,249	2,380	0,458

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## 7.2 Calcolo delle azioni della neve e del vento

Normativa di riferimento: D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

### 7.2.1 Neve

Zona Neve = III

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_{tr} = 1$  per  $T_r = 50$  anni

$C_e$  (coeff. di esposizione al vento) = 0,90

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e C_{tr} = 134$  daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha = 55,0^\circ$

$\mu_1 = 0,13 \Rightarrow Q_1 = 18$  daN/mq (carico provocato dalla neve sulle coperture)

### 7.2.2 Vento

Zona vento = 4

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 28,00$  m/s (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 500$  m (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 430$  m

Velocità base di riferimento,  $V_b = 28,00$  m/s ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_r = 1$  per  $T_r = 50$  anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 28,00$  m/s



Classe di rugosità del terreno: D

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)]

Esposizione: Categoria di esposizione del sito II

Pressione cinetica di riferimento viene calcolata come:

$$q_r = 0,5 \rho v_r = 490,72 \text{ N/m}^2$$

Con  $\rho$  = densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1,25 \text{ kg/m}^3$

Coefficiente di forma,  $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1,00$

Coefficiente di esposizione per  $z = 6,00 \text{ m}$ ,  $C_e = 2,04$

Altezza struttura,  $h = 6,00 \text{ m}$

Pressione del vento è data dalla seguente formula:

$$p_f = q_r \cdot c_e \cdot c_d = 999,70 \text{ N/m}^2$$

Coefficienti di forza  $C_f$ :

Perpendicolare al colmo positivo:  $+2,03$

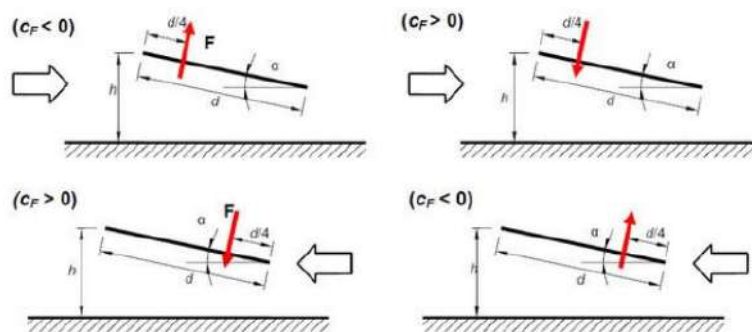
Perpendicolare al colmo negativo:  $-2,88$

La forza risultante  $F_r$  è data:

Perpendicolare al colmo positivo:  $+13661,94 \text{ N}$

Perpendicolare al colmo negativo:  $-19373,08 \text{ N}$

L'azione del vento si applicherà per intero alla prima fila di pannelli fotovoltaici per il dimensionamento dei supporti di fondazione.



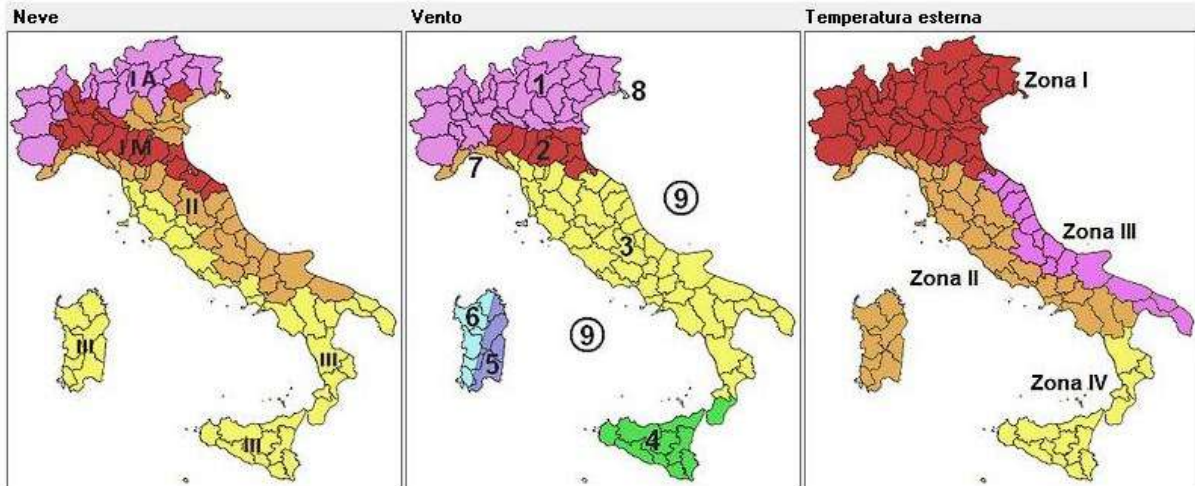
Tettoie a semplice falda

### 7.2.3 Temperatura aria esterna

Zona: IV

T min = -8.01° [NTC 3.5.5]

T max = 40.66° [NTC 3.5.6]



### 7.3 Peso proprio dei moduli fotovoltaici

Nella figura di seguito si riporta stralcio della scheda tecnica dei moduli fotovoltaici, che riporta, il peso degli stessi, pari a 38,70 daN.

**THC module**  
**730W**

G12-66 series THC bifacial module

**Advantages**

- Maximum Power up to 730W
- Silver-free technology, cost-effective & high-efficiency
- Ultra-high output, higher returns
- Ultra-low degradation, higher reliability

Power	Up to <b>730W</b>
Efficiency	Up to <b>23.6%</b>
Dimensions	2384*1303*35 mm
Weight	38.7 kg

Note: There is a tolerance in module dimensions, where the long side is ±2mm and the short side is ±3mm.

## 8 ANALISI DEI CARICHI

Considerata la lunghezza complessiva dell'allineamento di pannelli fotovoltaici che rappresentano la configurazione tipica del tracker, si può assimilare la trave di sostegno ad una trave continua. Vista inoltre la tipologia di connessione tra la trave e il pilastro, tale nodo può essere assimilato ad un appoggio semplice.



Come previsto dalle specifiche tecniche del sistema ad inseguimento solare considerato, le colonne a cui sarà fissata la trave continua rappresenta anche l'elemento di fondazione. Nel caso specifico, visto il tassativo divieto, da parte delle norme vigenti, di utilizzo di qualsiasi tipo di conglomerato cementizio per la realizzazione della fondazione, le colonne saranno infisse nel terreno di fondazione, mediante battitura diretta nel terreno.

### 8.1 Programma di calcolo utilizzato

Il programma utilizzato per l'implementazione del modello e i relativi calcoli è "Telaio 2D – Gelfi" (Programma agli elementi finiti per l'analisi sismica, lineare e non lineare, di telai piani).

#### 8.1.1 Carichi agenti

Si riportano di seguito i carichi agenti:

1. **G1 = Carichi permanenti strutturali**

Peso n. 3 travi tipologia IPE 220 in Acciaio S275;

Peso n. 4 pilastri tipologia HEA 200 in Acciaio S275.



2. **G2 = Carichi permanenti non strutturali [1800 daN/m]**

Peso n. 24 pannelli FV (12 moduli).

3. **Q = Carichi variabili vento e neve**

Carico neve = 93 daN/m;

Carico vento = 1230 daN/m.

### 8.1.2 Combinazione di carico utilizzata

La combinazione di carico utilizzata è la combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) prevista nelle NTC2018:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

Dove:

**Tab. 2.6.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

### 8.1.3 Sollecitazioni risultanti

Si riportano di seguito le estrazioni dei risultati del programma di calcolo.



## 9 CONCLUSIONI

Premettendo che l'azione sismica non è stata considerata nel modello di calcolo – in quanto in questa relazione si è preferito analizzare l'azione del vento ritenuta più rilevante per il dimensionamento strutturale.

Gli elementi trave IPE 220 si possono ritenere verificati in quanto elementi prevalentemente inflessi in quanto il modulo di resistenza a flessione di progetto risulta maggiore di quello richiesto.

Gli elementi colonna HEA 200 sono stati verificati valutando l'effetto del carico di punta, visto che le strutture in acciaio, i cui elementi, per l'elevata resistenza del materiale, sono caratterizzati da sezioni ridotte ed elevata snellezza.

Si ritiene, in ogni caso, che i suddetti calcoli dovranno essere verificati nella successiva fase di progettazione.