



**COMUNE DI CANDELA**  
*PROVINCIA DI FOGGIA*

**Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 23,482 MWp e sistema di accumulo di 10 MW sito nel Comune di Candela (FG) in zona industriale e relative opere di connessione**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Calcoli preliminari delle strutture - Strutture portapannelli e cabine di campo

|               |                     |          |  |              |           |       |
|---------------|---------------------|----------|--|--------------|-----------|-------|
| COD. ID.      |                     | COD. AU. |  |              |           |       |
| Livello prog. | Tipo documentazione |          |  | N. elaborato | Data      | Scala |
| PD            | Definitiva          |          |  | 4.2.11.1.1   | 05 / 2021 | -     |

Nome file

| REVISIONI |             |                 |          |            |           |
|-----------|-------------|-----------------|----------|------------|-----------|
| REV.      | DATA        | DESCRIZIONE     | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
| 00        | MAGGIO 2021 | PRIMA EMISSIONE | MAZZEO   | MAGNOTTA   | MAGNOTTA  |
|           |             |                 |          |            |           |
|           |             |                 |          |            |           |

COMMITTENTE:

**BLUSOLAR CASTELFRENTANO SRL**

Via Caravaggio, 125  
65125 Pescara (PE) Italia

Timbro e firma

PROGETTAZIONE:



**MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.**

via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI  
pec: gpsd@pec.it  
P.IVA: 06948690729



CONSULENTI:

**Ing. Donata Sileo**

e-mail: donata.sileo@gmail.com

**Dott. Geol. Antonio Falcone**

e-mail: antonow.falcone@libero.it

**Ing. Laura Giordano**

e-mail: lauragiordano.ing@gmail.com

**Dott. Agronomo Armando Ursitti**

e-mail: a.ursitti@epap.conafpec.it

|  |             |  |                          |
|--|-------------|--|--------------------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |                          |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |                          |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b>             |
|  | 00          |  | Maggio 2021              |
|  |             |  | <b>Foglio</b><br>1 di 20 |

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INFORMAZIONI INTRODUTTIVE.....   | 3  |
| 1.1. PREMESSA.....  | 3  |
| 1.2. RIFERIMENTI TECNICI.....   | 3  |
| 1.3. METODO DI VERIFICA DELLA SICUREZZA.....                              | 3  |
| 1.3.1. Sicurezza strutturale.....   | 3  |
| 1.3.2. Sicurezza geotecnica.....  | 4  |
| 2. DESCRIZIONE E LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA.....                           | 5  |
| 3. CONTESTO GEOLOGICO E MODELLAZIONE GEOTECNICA.....                      | 6  |
| 3.1. CARATTERISTICHE GENERALI.....  | 6  |
| 3.2. CAMPAGNA DI INDAGINE.....  | 7  |
| 3.3. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO.....                              | 12 |
| 4. VERIFICA DELLE STRUTTURE PORTA PANNELLO.....                           | 12 |
| 4.1. VERIFICA A RIBALTAMENTO DEL COMPLESSO STRUTTURA / PANNELLI.....      | 12 |
| 4.2. ULTERIORI ASPETTI STRUTTURALI RELATIVI ALLE OPERE PREFABBRICATE..... | 18 |
| 5. VERIFICHE GEOTECNICHE CABINE DI CAMPO.....                             | 18 |
| 5.1. GENERALITÀ.....  | 18 |
| 5.2. ANALISI DEI CARICHI.....   | 18 |
| 5.3. MODELLO DI CALCOLO.....  | 19 |
| 5.3.1. Metodi agli elementi finiti (F.E.M.).....                          | 19 |
| 5.3.2. Condizioni al contorno.....  | 20 |
| 5.3.3. Soluzione.....   | 20 |
| 5.3.4. Informazioni sul codice di calcolo.....                            | 20 |
| 5.4. VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE.....                                   | 21 |
| 5.5. ULTERIORI ASPETTI STRUTTURALI RELATIVI ALLE OPERE PREFABBRICATE..... | 26 |
| 6. PROGETTO E VERIFICA CABINA DI SMISTAMENTO.....                         | 26 |
| 6.1. GENERALITÀ.....  | 26 |
| 6.2. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....  | 28 |
| 6.3. CONDIZIONI DI CARICO.....  | 30 |
| 6.4. MATERIALI.....   | 36 |
| 6.1.1. Calcestruzzo.....  | 36 |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

*– Progetto definitivo –*

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio  |
|--|------|--|--|--|--|-------------|---------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 2 di 20 |

|  |    |
|--|----|
| 6.1.2. Acciaio armature da c.a. ....               | 39 |
| 6.5. MODELLAZIONE STRUTTURALE .....                | 41 |
| 6.5.1. Criteri di modellazione strutturale .....   | 41 |
| 6.5.2. Definizione del modello .....               | 43 |
| 6.6. RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE.....       | 46 |
| 6.6.1. Risultati analisi sismiche.....             | 46 |
| 6.6.2. Risultati elementi tipo trave .....         | 50 |
| 6.6.3. Risultati elementi tipo pilastro.....       | 52 |
| 6.6.4. Risultati elementi tipo shell .....         | 53 |
| 6.7. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE STRUTTURALI.....  | 54 |
| 6.6.5. Verifiche SLU elementi trave .....          | 54 |
| 6.6.6. Verifiche SLU elementi pilastro .....       | 57 |
| 6.6.7. Verifiche SLU elementi guscio.....          | 61 |
| 6.6.8. Verifiche SLE elementi trave .....          | 65 |
| 6.6.9. Verifiche SLE elementi pilastro.....        | 67 |
| 6.6.10. Verifiche SLE elementi parete/guscio ..... | 68 |
| 6.8. VERIFICHE GEOTECNICHE .....                   | 70 |

|  |             |  |              |               |
|--|-------------|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  | Maggio 2021  | 3 di 20       |

## 1. INFORMAZIONI INTRODUTTIVE

### 1.1. PREMESSA

Il presente documento riporta gli aspetti relativi al calcolo preliminare delle strutture dell'impianto fotovoltaico di potenza nominale complessiva pari a 23,482 MWp (17,154 MW in immissione) integrato ad un sistema di accumulo della potenza di 10 MW, da realizzare in agro del Comune di Candela (FG).

Il presente elaborato illustra e descrive le calcolazioni inerenti le strutture porta pannello e le cabine di campo.

### 1.2. RIFERIMENTI TECNICI

Nel presente progetto strutturale viene fatto esplicito riferimento alla seguente documentazione tecnica e/o normativa:

- Verifiche strutturali e geotecniche:
  - D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” (nel seguito D.M. 17/01/2018);
  - Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21/01/2019 – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018.
- Stratigrafia, parametri geotecnici e geofisici del terreno di fondazione:
  - “Relazione geologica”, a firma del dott. geol. Rosario A. Falcone iscritto all'Ordine dei geologi della Regione Basilicata al n. 201.

### 1.3. METODO DI VERIFICA DELLA SICUREZZA

La sicurezza sarà valutata col metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza (Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 2.3). Tale metodo consiste nello svolgimento dei seguenti passaggi.

#### 1.3.1. Sicurezza strutturale

- Si valutano i parametri descrittivi delle prestazioni attese, della tipologia strutturale e della macrozonazione e microzonazione dell'opera necessari alla definizione dei carichi di progetto da applicare alla stessa;
- Si valutano le resistenze caratteristiche  $X_k$  dei materiali strutturali caratterizzati da  $prob(X < X_k) = 0.05$  e le relative resistenze di calcolo  $X_d$  ottenute riducendo le prime con opportuni coefficienti di sicurezza  $X_d = \eta X_k / \gamma_M$ .
- Si valutano le azioni caratteristiche  $F_k$ , caratterizzate da  $prob(F > F_k) = 0.05$ , in funzione di macrozonazione, microzonazione e tipologia strutturale, per ciascun caso di carico significativo.
- Amplificando le azioni caratteristiche con opportuni coefficienti di sicurezza  $\gamma_F \geq 1$  e  $\psi_F \leq 1$ , si determinano le azioni di calcolo per ciascuna combinazione di carico strutturale significativa:

$$F_d = \gamma_F \psi_F F_k$$

- Utilizzando un modello strutturale (di dimensioni  $a_d$  e materiali  $X_d$ ) validato dai metodi della Scienza delle Costruzioni, si determinano gli effetti  $E_d = E(F_d, a_d)$  delle azioni di calcolo  $F_d$  scegliendo opportunamente metodi di analisi e modellazione strutturale correlati alle tipologie di azione e struttura.

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

| Rev: |  |  |  |  |  | Data:       | Foglio  |
|------|--|--|--|--|--|-------------|---------|
| 00   |  |  |  |  |  | Maggio 2021 | 4 di 20 |

Le dimensioni  $a_d$  e i materiali  $X_d$  della struttura sono accettabili se, per ciascuno stato limite strutturale significativo  $R$ , le relative azioni di calcolo  $F_d$  provochino effetti  $E_d$  inferiori alle resistenze di calcolo  $R_d = R_k / \gamma_R$  ( $\gamma_R \geq 1$ ):

$$E_d = E(\gamma_F \psi_F F_k, a_d) \leq R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left( \eta \frac{X_k}{\gamma_M}, a_d \right).$$

Nella precedente relazione si considerano le combinazioni di carico strutturali relative all'approccio 2 che prevede l'uso dei seguenti coefficienti parziali:

stati limite SLE:  $\gamma_F = 1.00$

stati limite SLU tipo STR:  $\gamma_F = A1$ ;  $\gamma_m = M1$ ;  $\gamma_R = R1$

stati limite SLU tipo EQU (equilibrio):  $\gamma_F = EQU$ ;  $\gamma_m = M2$ ;  $\gamma_R = R1$

stati limite SLU tipo FAT:  $\gamma_F = 1.00$  per i carichi permanenti;  $\gamma_m = 1.00$

### 1.3.2. Sicurezza geotecnica

- Si descrivono i risultati delle indagini in sito e in laboratorio sul terreno di fondazione eseguiti in numero e profondità commisurate, rispettivamente, alla variabilità del terreno e all'estensione dell'opera; si valuta inoltre la stabilità dei versanti anche in funzione della morfologia del suolo e al regime delle acque;
- Dall'elaborato di "Relazione geologica" e dalla modellazione geotecnica si attingono i valori delle resistenze caratteristiche  $X_k$  dei terreni di fondazione, caratterizzate da  $prob(X < X_k) = 0.05$  e le relative resistenze di calcolo  $X_d$  ottenute riducendo le prime con opportuni coefficienti riduttori  $\eta \leq 1$  (letteratura tecnica) e di sicurezza  $\gamma_M \geq 1$ :

$$X_d = \frac{\eta X_k}{\gamma_M}$$

- Si determinano le azioni di calcolo  $F_d = \gamma_F \psi_F F_k$  per ciascuna combinazione di carico geotecnica significativa;
- Utilizzando un modello geotecnico (di dimensioni  $a_d$  e materiali  $X_d$ ) validato dai metodi della Geotecnica, si determinano gli effetti  $E_d = E(F_d, a_d)$  delle azioni di calcolo  $F_d$  scegliendo opportunamente metodi di analisi e modellazione strutturale correlati alle tipologie di azione e di terreno.

Le dimensioni  $a_d$  e i materiali  $X_d$  della struttura sono accettabili se, per ciascuno stato limite geotecnico significativo  $R$ , le relative azioni di calcolo  $F_d$  provochino effetti  $E_d$  inferiori alle resistenze di calcolo  $R_d = R_k / \gamma_R$  ( $\gamma_R \geq 1$ ):

$$E_d = E(\gamma_F \psi_F F_k, a_d) \leq R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left( \eta \frac{X_k}{\gamma_M}, a_d \right).$$

|  |             |  |               |
|--|-------------|--|---------------|
| <b>Progetto:</b>   |             |  |               |
| <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b> |             |  |               |
| <i>– Progetto definitivo –</i>   |             |  |               |
| <b>Elaborato:</b>  |             |  |               |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>   |             |  |               |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b>  |
| 00   |             |  | Maggio 2021   |
|  |             |  | <b>Foglio</b> |
|  |             |  | 5 di 20       |

## 2. DESCRIZIONE E LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA

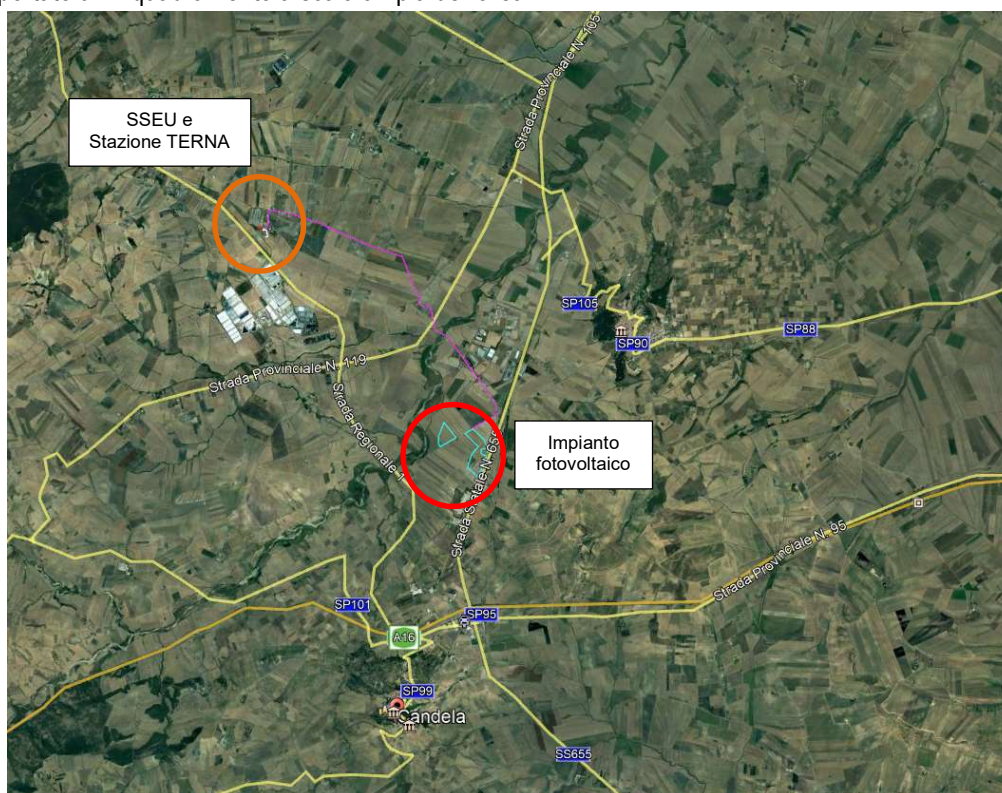
L'impianto agrovoltaico in progetto è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare ed avrà nominale complessiva pari a 23,482 MWp (17,154 MW in immissione) e sarà integrato ad un sistema di accumulo della potenza di 10 MW.

L'impianto fotovoltaico sorgerà in un'area industriale di 28,8 Ha posta a nord del centro abitato di Candela.

Le coordinate baricentriche (UTM 84-33N) dell'area di progetto sono le seguenti: Lat. 41.18238; Long. 15.52552.

Il suddetto campo sarà allacciato alla rete elettrica nazionale tramite una stazione elettrica utente MT/AT, collegata alla stazione di rete Terna, situata nel territorio comunale di Candela (FG).

Di seguito è riportato un inquadramento a scala ampia dell'area.



*Inquadramento dall'area su ortofoto*

Per il campo fotovoltaico si prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con potenza di picco di 560W, alloggiati su strutture ad inseguimento tracker monoassiale posti ad una mutua distanza di 4,70 metri.

Tali strutture porta pannello saranno realizzate in carpenteria metallica. Le palancole saranno infisse nel terreno per mezzo di macchina battipalo. La profondità di infissione dei profili in acciaio nel terreno determinata nel seguito.

Gli inseguitori monoassiali in progetto, quindi, sono strutture in carpenteria metallica configurati per supportare i moduli fotovoltaici e farli ruotare su un asse. L'asse di rotazione è ubicato a m 1,80 di altezza e l'inclinazione massima rispetto all'orizzontale è di 55°, pertanto l'altezza massima del bordo dei moduli sarà di m 2,95, esclusivamente nelle prime ore del mattino e nelle ultime della sera, mentre durante l'arco della giornata l'altezza massima del bordo dei moduli sarà inferiore.

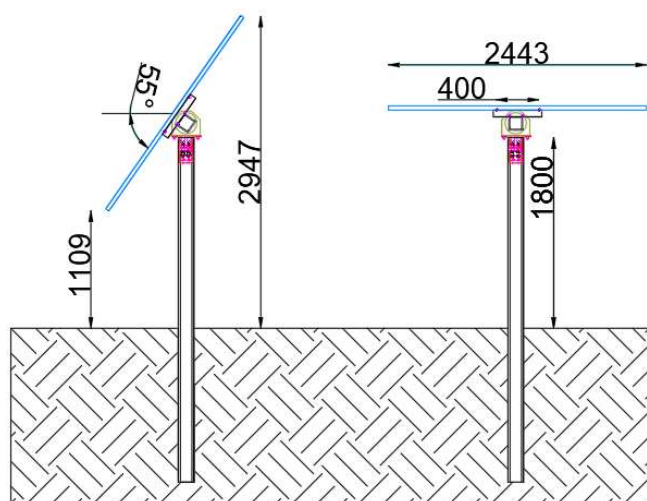
|  |             |              |               |
|--|-------------|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |              |               |
|  | <b>Rev:</b> | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          | Maggio 2021  | 6 di 20       |

Gli inseguitori monoassiali di progetto sono strutture in carpenteria metallica, configurati per supportare, in base alla configurazione, n° 12, 13, o 25 moduli FV e farli ruotare su un asse. L'ingombro del tracker più grande, in pianta, è di m 29,54 x 2,44.

Di seguito si riporta una schematizzazione grafica delle strutture mobili di sostegno dei moduli che saranno impiegate.

INCLINAZIONE 55°  
 Scala 1:50

INCLINAZIONE 0°  
 Scala 1:50



### 3. CONTESTO GEOLOGICO E MODELLAZIONE GEOTECNICA

#### 3.1. CARATTERISTICHE GENERALI

Il territorio interessato dagli interventi in progetto si sviluppa nell'area collinare della Provincia di Foggia, in un settore caratterizzato da depositi Miocenici prevalentemente di origine marina, sulle quali si riscontrano le più recenti formazioni Quaternarie di ambiente continentale.

L'area interessata dalle opere in progetto ricade nella tavoletta III NO "CANDELA" del Fg. 175 della carta d'Italia in località Serra Giardino-Ischia dei Mulini a Nord-Nord-EST dell'abitato di CANDELA; i terreni ivi affioranti sono costituiti essenzialmente da depositi riconducibili all'unità della Fossa Bradanica, sui quali giacciono depositi tardo-quadernari costituiti da coperture conglomeratiche sabbiose continentali, localmente poggianti in disconformità sulle argille subappennine e/o in paraconformità su facies di spiaggia, essi risultano terrazzati in più ordini. Dal baso verso l'alto nell'area di interesse si riscontrano i seguenti litotipi:

UNITA' DELLA FOSSA BRADANICA

- Argille Subappennine

Come descritto nell'elaborato di Relazione geologica, questi depositi sono costituiti da argille marnose più o meno siltose, la stratificazione non sempre è distinguibile. Dal punto di vista litostratigrafico la parte media di questa unità è costituita da banchi e/o strati di silt argillosi e di marne siltose in genere a stratificazione poco evidente, riferita al Pliocene superiore-

|  |  |  |             |              |               |  |
|--|--|--|-------------|--------------|---------------|--|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |  |  |             |              |               |  |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |  |  |             |              |               |  |
|  |  |  | <b>Rev:</b> | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |  |
|  |  |  | 00          | Maggio 2021  | 7 di 20       |  |

Pleistocene inferiore; a luoghi si osservano intercalazioni argilloso-siltose e, verso il tetto, anche orizzonti e/o lenti di sabbie a grana medio-fine. Gli spessori affioranti sono molto modesti (10÷15 m) ad eccezione di quelli visibili in fronti di cave dove avveniva l'estrazione dell'argilla per l'industria dei laterizi.

- Conglomerati Poligenici

Si tratta di depositi conglomerati poligenici, poso selezionati ma regolarmente ben cementati, i clasti, costituiti da rocce provenienti dalle unità della Catena Appenninica hanno dimensioni da medie (2 – 5 cm) fino a grandi (10 – 15 cm). La matrice sabbiosa grossolana, poco abbondante, permette di definire questi depositi come clasto-sostenuti; solo nelle parti più distali la matrice tende ad essere più abbondante.

- Alluvioni terrazzate antiche

Sono depositi alluvionali terrazzati a quote più tosto elevate rispetto all'alveo attuale ed a distanza a volte notevole dell'attuale sistema idrografico. Sono costituiti essenzialmente da terreni sedimentari prevalentemente ciottoloso-sabbiosi.

- Alluvioni terrazzate recenti

Sono formate in prevalenza da sedimenti sabbioso-argillosi, subordinatamente ciottolosi, presentano nella loro compagine terre nere a stratificazione varvata ben evidente, nonché incrostazioni calcaree generate probabilmente dalla risalita per capillarità di acqua di ristagno. Queste alluvioni terrazzate assumono eccezionale vastità lungo il Torrente Carapelle e sono poco superiori all'attuale alveo.

La zona oggetto del progetto è un'area pianeggiante che si identifica con la pianura alluvionale in destra del T. Carapelle e con la sommità di un rilievo prospiciente delimitato da versanti, poco acclivi lungo i fianchi esposti a NO. Le superfici topografiche presentano generalmente un andamento orizzontale nell'area in destra orografica del T. Carapelle mentre, l'inclinazione dei versanti che delimitano il rilievo è caratterizzato da pendenze che oscillano intorno a 7 ÷ 10 %.

Come si evince anche dalla Relazione geologica, i versanti interessati dall'impianto sono intatti per gran parte della loro estensione; il rilevamento effettuato non ha evidenziato allo stato attuale elementi di superficie che possano ricondursi alla presenza di fenomeni dislocativi superficiali e/o profondi.

Nella parte dell'area ubicata a quote più basse è possibile rinvenire la falda a quote esigue.

Dal punto di vista morfologico non sussistono condizioni limitative o ostative alla realizzazione di impianti o di strutture edilizie in quanto non si rilevano morfologie a stabilità precaria.

### 3.2. CAMPAGNA DI INDAGINE

Nel corso dello studio sono state effettuate n. 4 prospezioni indirette del sottosuolo condotte con il metodo della sismica a rifrazione con metodologia M.A.S.W. con il fine di valutare il comportamento elasto-dinamico del sottosuolo in esame, per ricostruire, con l'ausilio delle informazioni bibliografiche, la sequenza litostratigrafica del sito su cui sorgerà il campo fotovoltaico e per individuare la categoria di suolo di fondazione ai sensi della nuova normativa tecnica per le costruzioni in area sismica (NTC 2018).

Di seguito si riportano, in maniera sintetica, i risultati ottenuti dalle prove MASW.

#### MASW1

| Strati*<br>N. | Ricevitori<br>N. | Dist. Ricev.<br>(m) | Modi consid.<br>N. | Modi impiegati<br>N. | Iterazioni<br>N. | Errore<br>(%) |
|---------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|---------------|
| 5             | 24               | 1,0                 | 1,00               | 1,00                 | 25               | 6             |



**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 8 di 20       |

**STRATO 1**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 2.5             | -2.5              | 1720                            | 0,32              | no                | 104.32            | 417.27          | 208         | 404         |

**STRATO 2**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 3.3             | -5.8              | 1850                            | 0,32              | no                | 140.72            | 457,00          | 305         | 593         |

**STRATO 3**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 3.4             | -9.2              | 1900                            | 0,32              | no                | 178.33            | 667,00          | 445         | 865         |

**STRATO 4**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 2,00            | -11.2             | 1920                            | 0,44              | no                | 249.91            | 966,00          | 644         | 1967        |

**STRATO 5**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 0,00            | 0,00              | 2000                            | 0,48              | no                | 650.29            | 1866,00         | 1244        | 6343        |

Valori riferiti al Piano Campagna

$$V_{Seq} = 489 \text{ m/s } \pm 29 \text{ m/s}$$

SOTTOSUOLO TIPO: **B**

**MASW 02**

| Strati*<br>N. | Ricevitori<br>N. | Dist. Ricev.<br>(m) | Modi consid.<br>N. | Modi impiegati<br>N. | Iterazioni<br>N. | Errore<br>(%) |
|---------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|---------------|
| 5             | 24               | 1,0                 | 1,00               | 1,00                 | 25               | 7             |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|    |  |  |  |  |             |              |               |
|----|--|--|--|--|-------------|--------------|---------------|
|    |  |  |  |  | <b>Rev:</b> | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
| 00 |  |  |  |  |             | Maggio 2021  | 9 di 20       |

**STRATO 1**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 2.4             | -2.4              | 1720                            | 0,32              | no                | 108.24            | 307,00          | 205         | 398         |

**STRATO 2**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 6,00            | -8.4              | 1800                            | 0,32              | no                | 138.55            | 414,00          | 276         | 536         |

**STRATO 3**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 13,00           | -21.4             | 1920                            | 0,32              | no                | 145.40            | 564,00          | 376         | 731         |

**STRATO 4**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 5,00            | -26.4             | 1980                            | 0,38              | no                | 161.05            | 732,00          | 488         | 1109        |

**STRATO 5**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 0,00            | 0,00              | 2100                            | 0,40              | no                | 540.49            | 1530,00         | 1020        | 2498        |

Valori riferiti al Piano Campagna

$$V_{Seq} = 338 \text{ m/s } \pm 24 \text{ m/s}$$

**SOTTOSUOLO TIPO: E** Substrato sismico a - 26,40 mt

**MASW 03**

| Strati*<br>N. | Ricevitori<br>N. | Dist. Ricev.<br>(m) | Modi consid.<br>N. | Modi impiegati<br>N. | Iterazioni<br>N. | Errore<br>(%) |
|---------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|---------------|
| 4             | 24               | 1,0                 | 1,00               | 1,00                 | 25               | 8             |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 10 di 20      |

**STRATO 1**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 12,00           | -12,00            | 1900                            | 0,32              | no                | 191.66            | 532,00          | 355         | 690         |

**STRATO 2**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 8,00            | -20,00            | 1930                            | 0,32              | no                | 191.66            | 576,00          | 384         | 746         |

**STRATO 3**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 8,00            | -28,00            | 1950                            | 0,32              | no                | 195.50            | 651,00          | 410         | 797         |

**STRATO 4**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca |                 | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                 |                   |                                 |                   |                   | Vs min<br>(m/s)   | Vs max<br>(m/s) |             |             |
| 0,00            | -∞                | 2100                            | 0,38              | no                | 602.88            | 1800,00         | 1200        | 2728        |

Valori riferiti al Piano Campagna

$$V_{Seq} = 395 \text{ m/s} \quad \pm 32 \text{ m/s}$$

**SOTTOSUOLO TIPO: B**

**MASW 04**

| Strati*<br>N. | Ricevitori<br>N. | Dist. Ricev.<br>(m) | Modi consid.<br>N. | Modi impiegati<br>N. | Iterazioni<br>N. | Errore<br>(%) |
|---------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|---------------|
| 5             | 24               | 1,5                 | 1,00               | 1,00                 | 25               | 5             |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 11 di 20      |

**STRATO 1**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca<br>Vs min Vs max<br>(m/s) (m/s) |        | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|---|--------|-------------|-------------|
| 3,00            | -3,00             | 1600                            | 0,33              | no                | 58.64   | 180,00 | 120         | 238         |

**STRATO 2**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca<br>Vs min Vs max<br>(m/s) (m/s) |        | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|---|--------|-------------|-------------|
| 4,00            | -7,00             | 1720                            | 0,34              | no                | 87.53   | 315,00 | 210         | 427         |

**STRATO 3**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca<br>Vs min Vs max<br>(m/s) (m/s) |        | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|---|--------|-------------|-------------|
| 11,00           | -18,00            | 1880                            | 0,34              | no                | 103.58  | 487,00 | 325         | 660         |

**STRATO 4**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca<br>Vs min Vs max<br>(m/s) (m/s) |        | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|---|--------|-------------|-------------|
| 4,00            | -22,00            | 1980                            | 0,37              | no                | 135.68  | 667,00 | 445         | 980         |

**STRATO 5**

| Spessore<br>(m) | Profondità<br>(m) | Densità<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Modulo<br>Poisson | Presenza<br>falda | Valori di Ricerca<br>Vs min Vs max<br>(m/s) (m/s) |         | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|---|---------|-------------|-------------|
| 0,00            | 0,00              | 2100                            | 0,44              | no                | 412.37  | 1177,00 | 785         | 2398        |

**Valori riferiti al Piano Campagna**

$$V_{Seq} = 309 \text{ m/s } \pm 15 \text{ m/s}$$

**SOTTOSUOLO TIPO: C**

Come si evince dall'elaborato di Relazione geologica, le indagini geognostiche effettuate nell'area interessata dal progetto (MASW) hanno evidenziato valori di Vs che oscillano da 489 m/s per lo stendimento n°1, a 395 m/s per lo stendimento n°3, questi vengono classificati come suoli di tipo B ; lo stendimento n°2 presenta un valore di Vs pari a 338 m/s , in questo caso trovandosi il substrato ad una profondità non superiore a 30 metri viene classificato come suolo di tipo E, infine, lo stendimento n°4 presenta valori di Vs pari a 309 m/s che consente di classificare il terreno come suolo di tipo C.

Data l'orografia del territorio nell'intorno dei siti oggetto di intervento si può definire la categoria topografica T1.

|  |             |  |                           |
|--|-------------|--|---------------------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |                           |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |                           |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b>              |
|  | 00          |  | Maggio 2021               |
|  |             |  | <b>Foglio</b><br>12 di 20 |

### 3.3. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO

Così come si evince dalla Relazione geologica, nonché dalla Relazione Geotecnica, di seguito si riportano i parametri geotecnici delle litologie di superficie. I valori geotecnici relativi alle diverse litologie sono state estrapolate dalle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche disponibili, attraverso l'analisi di relazioni geologiche e geotecniche allegate ai progetti urbanistici ed edilizi realizzate nel territorio in considerazione delle finalità del presente studio.

| LITOLOGIA                         | PARAMETRI GEOTECNICI                 |                              |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                                   | Peso in unità di volume ( $\gamma$ ) | Angolo di attrito ( $\phi$ ) | Coesione non drenata ( $C_u$ ) |
| <i>Conglomerati con sabbie</i>    | 19 kN/mc                             | 29°-31°                      | 0,1 – 0,2 kPa                  |
| <i>Argille e argille sabbiose</i> | 20 kN/mc                             | 27°-28°                      | 90 - 100 kPa                   |
| <i>Sabbie ed arenarie</i>         | 19 kN/mc                             | 28°-30°                      | 0,1 – 0,2 kPa                  |
| <i>Ghiaie e sabbie</i>            | 20 kN/mc                             | 30°-32°                      | 0,0 kPa                        |
| <i>Marne ed argille</i>           | 20 kN/mc                             | 26°-27°                      | 120 - 140 kPa                  |

## 4. VERIFICA DELLE STRUTTURE PORTA PANNELLO

### 4.1. VERIFICA A RIBALTAMENTO DEL COMPLESSO STRUTTURA / PANNELLI

Di seguito si riportano le modalità di conduzione e le risultanze della verifica a ribaltamento del complesso pannelli / struttura porta pannelli.

Date le differenti dimensioni dei blocchi tracker, la verifica è condotta sul blocco di maggiori dimensioni (lunghezza di 29,54 metri) ritenuto più significativo allo scopo.

In via preliminare, la verifica di che trattasi è stata svolta in maniera speditiva in quanto la fase di progettazione strutturale preliminare ha il solo scopo di verificare la fattibilità tecnica delle opere in progetto dal punto di vista strutturale.

Considerando che le palancole sono infisse nel terreno per 2,70 metri dal p.c., si considera come punto di potenziale rotazione il punto "O" definito nella seguente figura e posto a 1/3 della lunghezza di infissione a partire dalla base.

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |    | Rev: | Data:       | Foglio   |
|--|----|------|-------------|----------|
|  | 00 |      | Maggio 2021 | 13 di 20 |



Le azioni orizzontali ribaltanti che agiscono sulle strutture sono l'azione del vento e l'azione sismica. Considerando che l'azione del vento risulta preponderante rispetto all'azione sismica, dato le esigue masse in gioco, e considerando la scarsissima probabilità in cui entrambe le azioni si verificano contemporaneamente e con la loro massima intensità possibile, si assume per la verifica a ribaltamento la sola l'azione del vento.

Il calcolo delle azione del vento è stato condotto come in appresso esplicitato.

Zona vento = 3

Velocità base della zona,  $V_{b,o} = 27 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.1)

Altitudine base della zona,  $A_o = 500 \text{ m}$  (Tab. 3.3.1)

Altitudine del sito,  $A_s = 260 \text{ m}$

Velocità di riferimento,  $V_b = 27,00 \text{ m/s}$  ( $V_b = V_{b,o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 30 \text{ anni}$

$C_r = 0,75 (1 - 0,2 \ln(-\ln(1-1/T_r)))^{1/2} = 0,971$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 26,22 \text{ m/s}$

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,...)]

|   |             |  |              |               |
|---|-------------|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MW<sub>p</sub> SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>   |             |  |              |               |
|   | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|   | 00          |  | Maggio 2021  | 14 di 20      |

Esposizione: Cat. II - Entroterra fino a 500 m di altitudine

(  $K_r = 0,19$ ;  $Z_o = 0,05$  m;  $Z_{min} = 4$  m )

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 43$  daN/mq

Grado di bloccaggio ( $\Phi$ ) = 0,2

Coefficiente di forma,  $C_p = 2,14$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione,  $C_e = 1,80$

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

Altezza dell'edificio,  $h = 2,95$  m

Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 166$  daN/mq

Considerando che l'interasse massimo tra le palancole è pari a 6.70 m, di seguito si riportano le calcolazioni esplicative della verifica a ribaltamento.

#### Palancole infisse in CONGLOMERATI CON SABBIE

|  |           |
|--|-----------|
| Pressione del vento (valore caratteristico)  | 1,7 kN/mq |
| Fattore di sicurezza (da applicare all'azione del vento)   | 1,5       |
| Pressione del vento (valore di progetto)   | 2,5 kN/mq |
| Azione complessiva del vento sul blocco tracker<br>(pressione del vento applicata all'area dei pannelli investita dal vento, al netto delle aperture tra pannelli) | 135 kN    |
| Azione del vento sulle palancole   | 31 kN     |
| Altezza asse di rotazione  | 1,8 m     |
| Momento ribaltante sulle palancole   | 55 kN*m   |
| Peso per unità di volume $\gamma$  | 19 kN/mc  |
| Angolo di attrito interno $\varphi'$   | 29 °      |
| Coefficiente di spinta passiva $k_p$<br>( $1 + \sin\varphi' / 1 - \sin\varphi'$ )  | 2,88      |
| Profondità di infissione dal p.c.  | 2,7 m     |
| Profondità dal p.c. del punto di rotazione   | 1,8 m     |
| Spinta passiva $S_{p,1}$   | 89 kN/m   |
| Spinta passiva $S_{p,2}$   | 111 kN/m  |
| Larghezza palancole  | 0,20 m    |
| Spinta passiva $S_{p,1}$ sulle palancole $S_{p,1,p}$   | 18 kN     |
| Spinta passiva $S_{p,2}$ sulle palancole $S_{p,2,p}$   | 22 kN     |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|--|------|--|--|--|--|-------------|----------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 15 di 20 |

Momento stabilizzante sulle palancole  $M_{stab,p}$  61 kN\*m

Verifica a ribaltamento palancole  $M_{rib,A} / M_{stab,p}$  0,91 <1

Palancole infisse in ARGILLA E ARGILLE SABBIOSE

Pressione del vento (valore caratteristico) 1,7 kN/mq

Fattore di sicurezza (da applicare all'azione del vento) 1,5

Pressione del vento (valore di progetto) 2,5 kN/mq

Azione complessiva del vento sul blocco tracker  
(pressione del vento applicata all'area dei pannelli investita dal vento, al netto delle aperture tra pannelli) 135 kN

Azione del vento sulle palancole 31 kN

Altezza asse di rotazione 1,8 m

Momento ribaltante sulle palancole 55 kN\*m

Peso per unità di volume  $\gamma$  20 kN/mc

Angolo di attrito interno  $\varphi'$  27 °

Coefficiente di spinta passiva  $k_p$   
( $1 + \sin\varphi / 1 - \sin\varphi$ ) 2,66

Profondità di infissione dal p.c. 2,7 m

Profondità dal p.c. del punto di rotazione 1,8 m

Spinta passiva  $S_{p,1}$  86 kN/m

Spinta passiva  $S_{p,2}$  108 kN/m

Larghezza palancole 0,20 m

Spinta passiva  $S_{p,1}$  sulle palancole  $S_{p,1,p}$  17 kN

Spinta passiva  $S_{p,2}$  sulle palancole  $S_{p,2,p}$  22 kN

Momento stabilizzante sulle palancole  $M_{stab,p}$  59 kN\*m

Verifica a ribaltamento palancole  $M_{rib,A} / M_{stab,p}$  0,94 <1

Palancole infisse in SABBIE ED ARENARIE

Pressione del vento (valore caratteristico) 1,7 kN/mq

Fattore di sicurezza (da applicare all'azione del vento) 1,5

Pressione del vento (valore di progetto) 2,5 kN/mq



**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|--|------|--|--|--|--|-------------|----------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 16 di 20 |

|  |          |
|--|----------|
| Azione complessiva del vento sul blocco tracker<br>(pressione del vento applicata all'area dei pannelli investita dal vento, al netto delle aperture tra pannelli) | 135 kN   |
| Azione del vento sulle palancole   | 31 kN    |
| Altezza asse di rotazione  | 1,8 m    |
| Momento ribaltante sulle palancole   | 55 kN*m  |
| Peso per unità di volume $\gamma$  | 19 kN/mc |
| Angolo di attrito interno $\varphi'$   | 28 °     |
| Coefficiente di spinta passiva $k_p$<br>( $1 + \sin\varphi / 1 - \sin\varphi$ )  | 2,77     |
| Profondità di infissione dal p.c.  | 2,7 m    |
| Profondità dal p.c. del punto di rotazione   | 1,8 m    |
| Spinta passiva $S_{p,1}$   | 85 kN/m  |
| Spinta passiva $S_{p,2}$   | 107 kN/m |
| Larghezza palancole  | 0,20 m   |
| Spinta passiva $S_{p,1}$ sulle palancole $S_{p,1,p}$   | 17 kN    |
| Spinta passiva $S_{p,2}$ sulle palancole $S_{p,2,p}$   | 21 kN    |
| Momento stabilizzante sulle palancole $M_{stab,p}$   | 58 kN*m  |
| Verifica a ribaltamento palancole $M_{rib,A} / M_{stab,p}$   | 0,95 < 1 |

Palancole infisse in GHIAIE E SABBIE

|  |           |
|--|-----------|
| Pressione del vento (valore caratteristico)  | 1,7 kN/mq |
| Fattore di sicurezza (da applicare all'azione del vento)   | 1,5       |
| Pressione del vento (valore di progetto)   | 2,5 kN/mq |
| Azione complessiva del vento sul blocco tracker<br>(pressione del vento applicata all'area dei pannelli investita dal vento, al netto delle aperture tra pannelli) | 135 kN    |
| Azione del vento sulle palancole   | 31 kN     |
| Altezza asse di rotazione  | 1,8 m     |
| Momento ribaltante sulle palancole   | 55 kN*m   |
| Peso per unità di volume $\gamma$  | 20 kN/mc  |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MW<sub>p</sub> SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|--|------|--|--|--|--|-------------|----------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 17 di 20 |

|   |          |
|---|----------|
| Angolo di attrito interno $\varphi'$  | 30 °     |
| Coefficiente di spinta passiva $k_p$<br>( $1 + \sin\varphi / 1 - \sin\varphi$ ) | 3,00     |
| Profondità di infissione dal p.c.   | 2,7 m    |
| Profondità dal p.c. del punto di rotazione                                      | 1,8 m    |
| Spinta passiva $S_{p,1}$  | 97 kN/m  |
| Spinta passiva $S_{p,2}$  | 122 kN/m |
| Larghezza palancole   | 0,20 m   |
| Spinta passiva $S_{p,1}$ sulle palancole $S_{p,1,p}$                            | 19 kN    |
| Spinta passiva $S_{p,2}$ sulle palancole $S_{p,2,p}$                            | 24 kN    |
| Momento stabilizzante sulle palancole $M_{stab,p}$                              | 66 kN*m  |
| Verifica a ribaltamento palancole $M_{rib,A} / M_{stab,p}$                      | 0,83 < 1 |

Palancole infisse in MARNE ED ARGILLE

|  |           |
|--|-----------|
| Pressione del vento (valore caratteristico)  | 1,7 kN/mq |
| Fattore di sicurezza (da applicare all'azione del vento)   | 1,5       |
| Pressione del vento (valore di progetto)   | 2,5 kN/mq |
| Azione complessiva del vento sul blocco tracker<br>(pressione del vento applicata all'area dei pannelli investita dal vento, al netto delle aperture tra pannelli) | 135 kN    |
| Azione del vento sulle palancole   | 31 kN     |
| Altezza asse di rotazione  | 1,8 m     |
| Momento ribaltante sulle palancole   | 55 kN*m   |
| Peso per unità di volume $\gamma$  | 20 kN/mc  |
| Angolo di attrito interno $\varphi'$   | 26 °      |
| Coefficiente di spinta passiva $k_p$<br>( $1 + \sin\varphi / 1 - \sin\varphi$ )  | 2,56      |
| Profondità di infissione dal p.c.  | 2,7 m     |
| Profondità dal p.c. del punto di rotazione   | 1,8 m     |
| Spinta passiva $S_{p,1}$   | 83 kN/m   |
| Spinta passiva $S_{p,2}$   | 104 kN/m  |
| Larghezza palancole  | 0,20 m    |

|  |             |  |              |               |
|--|-------------|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  | Maggio 2021  | 18 di 20      |

|  |          |
|--|----------|
| Spinta passiva $S_{p,1}$ sulle palancole $S_{p,1,p}$       | 17 kN    |
| Spinta passiva $S_{p,2}$ sulle palancole $S_{p,2,p}$       | 21 kN    |
| Momento stabilizzante sulle palancole $M_{stab,p}$         | 57 kN*m  |
| Verifica a ribaltamento palancole $M_{rib,A} / M_{stab,p}$ | 0,97 < 1 |

#### 4.2. ULTERIORI ASPETTI STRUTTURALI RELATIVI ALLE OPERE PREFABBRICATE

Con riferimento ai manufatti prefabbricati in acciaio costituenti la struttura dei tracker, gli stessi saranno forniti da produttore che abbia depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici la documentazione inerente il possesso dei requisiti richiesti dal p.to 11.8.4 delle Norme Tecniche di cui al D.M. 17/01/2018 in relazione al processo produttivo ed al controllo di produzione in stabilimento. I manufatti saranno accompagnati da attestato di qualificazione per la produzione di componenti prefabbricati in serie dichiarata.

Per tutto quanto suddetto, quindi, i calcoli strutturali saranno forniti dal produttore dei manufatti prefabbricati e saranno depositati, assieme alla progettazione strutturale esecutiva, presso la struttura tecnica preposta (ex Genio Civile) prima dell'inizio dei lavori.

### 5. VERIFICHE GEOTECNICHE CABINE DI CAMPO

#### 5.1. GENERALITÀ

Di seguito si riportano le verifiche geotecniche relative alle cabine di campo. Il progetto, infatti, prevede l'installazione di n. 5 cabine elettriche costituite da container di involucro contenente apparecchiature elettromeccaniche.

Le cabine hanno dimensioni in pianta pari a 6,06 x 2,44 m e altezza pari a 2,89 m;

Tali cabine saranno posate in opera su piastra di fondazione in c.a.

Per più dettagliate informazioni sulle opere in progetto si faccia utile riferimento agli elaborati grafici allegati.

#### 5.2. ANALISI DEI CARICHI

I carichi permanenti strutturali da utilizzare per le verifiche geotecniche hanno un'incidenza per unità di superficie pari a 40 kN/m<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda i carichi permanenti non strutturali, considerando la tipologia di apparecchiature che saranno allocate all'interno delle cabine, si considera una incidenza pari a 60 kN/m<sup>2</sup>.

Di seguito si riporta il calcolo del carico neve.

Zona Neve = II

Tempo di ritorno,  $T_r = 30$  anni

$C_{tr} = [(1 - \nu (6^{1/2} / \pi) \ln[-\ln(1-1/T_r) + 0.57722]) / (1 + 2.5923\nu)] = 0.91$

$C_e$  (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e = 99$  daN/mq

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

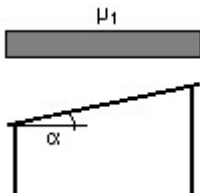
|  |    | Rev: | Data:       | Foglio   |
|--|----|------|-------------|----------|
|  | 00 |      | Maggio 2021 | 19 di 20 |

Copertura ad una falda:

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

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 80 \text{ daN/m}^2$

Schema di carico:



### 5.3. MODELLO DI CALCOLO

#### 5.3.1. Metodi agli elementi finiti (F.E.M.)

L'analisi strutturale viene effettuata con il Metodo degli Elementi Finiti (F.E.M.) in ambiente PRO\_SAP PROfessional Structural Analysis Program della 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Tale metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. Ciascuno degli elementi finiti utilizzati per costruire il modello della struttura è un corpo solido caratterizzato da un materiale definito dai sopra riportati parametri:

|                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| coefficiente di Poisson             | $\nu$ [-]                       |
| modulo di Young tangenziale         | $G$ [daN/cm <sup>2</sup> ]      |
| coefficiente di dilatazione termica | $\alpha$ [°K <sup>-1</sup> ]    |
| peso specifico                      | $\gamma$ [daN/cm <sup>3</sup> ] |
| modulo di Young longitudinale       | $E$ [daN/cm <sup>2</sup> ]      |

e da  $m$  nodi ciascuno dei quali ha  $g \leq 6$  gradi di libertà:

$m = n^\circ$  nodi

$g \leq 6 = n^\circ$  g.d.l. per nodo (3 traslazioni  $u_1, u_2, u_3$  e 3 rotazioni  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ , ovvero 3 forze  $f_1, f_2, f_3$  e 3 momenti

$m_1, m_2, m_3$ )

$n = m * g = n^\circ$  g.d.l. dell'elemento finito.

ed è definito dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.

Per ogni elemento finito esiste una matrice  $n * n$  di rigidità  $[K]_e$  che consente di definire il legame costitutivo dell'elemento

finito tra il vettore delle forze  $\{f\}_e$  e il vettore degli spostamenti  $\{u\}_e$

$$[K]_e \{u\}_e = \{f\}_e \quad (I)$$

$$\{f\}_e = (\dots, f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3, \dots)$$

$$\{u\}_e = (\dots, u_1, u_2, u_3, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots)$$

|   |             |  |  |  |              |               |
|---|-------------|--|--|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br>– Progetto definitivo – |             |  |  |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>   |             |  |  |  |              |               |
|   | <b>Rev:</b> |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|   | 00          |  |  |  | Maggio 2021  | 20 di 20      |

### 5.3.2. Condizioni al contorno

Ogni elemento finito è sede di un sistema di spostamenti-deformazioni-tensioni indotto da tutte le azioni esterne (carichi), le azioni interne (trasmesse dagli altri elementi finiti) e le condizioni di vincolo.

Le 6 componenti di forza  $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , nei nodi comuni a più elementi sono pari alla somma delle componenti relative a tali elementi (equilibrio).

Le 6 componenti di spostamento nodale  $u_x, u_y, u_z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ , nei nodi comuni a più elementi sono identiche (congruenza).

### 5.3.3. Soluzione

Dopo aver operato per ciascun elemento finito una trasformazione di spostamenti nodali, forze nodali e matrice di rigidità, dalle coordinate locali (1,2,3) alle coordinate globali (x,y,z):

$$\begin{aligned} \{u\}_e &\rightarrow \{u\}_e^* = \{...u_x, u_y, u_z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z, \} \\ \{f\}_e &\rightarrow \{f\}_e^* = \{...f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z, \dots\} \\ [K]_e &\rightarrow [K]_e^* \end{aligned}$$

le relazioni (I) diventano:

$$[K]_e^* \{u\}_e^* = \{f\}_e^*$$

e possono essere assemblate in un'unica equazione matriciale del tipo:

$$[K] \{u\} = \{f\} \Rightarrow \{u\} = [K]^{-1} \{f\} \quad \text{(II)}$$

che definisce il legame costitutivo della struttura forze nodali  $\{f\}$  – spostamenti nodali  $\{u\}$  nel riferimento globale (x,y,z).

Secondo il Metodo degli Spostamenti, le incognite del problema sono le componenti di spostamento dei nodi del vettore  $\{u\}$  nel sistema di riferimento globale. La soluzione del problema si ottiene risolvendo il sistema di equazioni algebriche lineari (II) i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura  $\{f\}$  opportunamente concentrati ai nodi:

- 1) determinazione degli spostamenti nodali  $\{u\}$  della struttura risolvendo la relazione (II), ovvero degli spostamenti  $u_x, u_y, u_z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$  di ogni nodo;
- 2) per trasformazione di coordinate, si risale alle componenti di spostamento locale  $(u_1, u_2, u_3, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$  dei nodi e quindi al vettore  $\{u\}_e$  di ciascun elemento finito;
- 3) dagli spostamenti  $\{u\}_e$ , utilizzando il legame costitutivo dell'elemento finito (I) si risale alle forze nodali  $\{f\}_e$ , da cui è possibile dedurre sollecitazioni, deformazioni e tensioni dell'elemento, riferite alla terna locale (1, 2, 3) dell'elemento stesso.

### 5.3.4. Informazioni sul codice di calcolo

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo:

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

| Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|------|--|--|--|--|-------------|----------|
| 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 21 di 20 |

produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l., Ferrara  
 nome: PRO\_SAP PROfessional Structural Analysis Program  
 versione: PROFESSIONAL  
 codice utente: 001757/cli  
 nome utente: Massimo Magnotta  
 codice licenza: dsi3641  
 numero seriale: H622163X84664H4

Affidabilità dei codici utilizzati:

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:  
<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati:

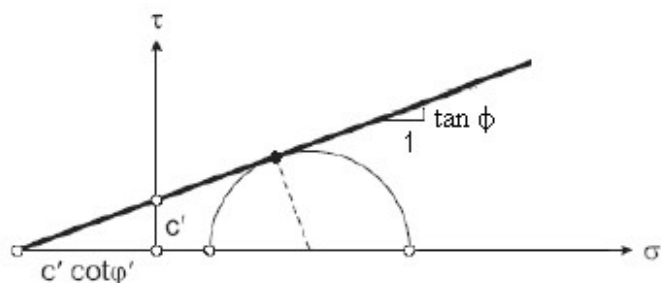
Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

**5.4. VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE**

Per la modellazione agli elementi finiti, si è adottato per il terreno il modello alla Winkler.

Le verifiche di ciascuno stato limite ultimo (SLU) geotecnico consistono nel controllare che la sollecitazione di calcolo  $E_d$  sia inferiore alla sollecitazione resistente  $R_d$  in corrispondenza della quale si forma una superficie di rottura nei cui punti le tensioni tangenziali  $\tau$  e perpendicolari efficaci  $\sigma'$  sono legate dalla relazione (Criterio di Mohr Coulomb):

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi$$



*Criterio di rottura di Mohr-Coulomb*

Per ogni tipo di SLU geotecnico, la teoria di calcolo adottata per determinare la sollecitazione resistente, fa un'ipotesi più o meno verosimile sulla forma della superficie di rottura in questione. Per il teorema cinematico dell'analisi limite, la differenza esistente tra la superficie di rottura ipotizzata e quella effettiva introduce un errore a vantaggio di sicurezza.

|  |             |  |              |               |
|--|-------------|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  | Maggio 2021  | 22 di 20      |

Inoltre, per ciascuno SLU geotecnico, la verifica deve essere eseguita in entrambe le condizioni:

- non drenate (a breve termine dall'applicazione del carico):

$$c = c_u \quad \phi = 0 \quad \gamma = \gamma$$

- drenate (a lungo termine dall'applicazione del carico):

$$c = c' \quad \phi = \phi' \quad \gamma = \gamma'$$

Per la stima dei cedimenti, occorre definire la profondità  $H$  dello strato deformabile al di sotto del quale si può considerare il terreno infinitamente rigido. Tale profondità è tale che al di sotto di essa si possano trascurare gli incrementi di tensione efficace  $\Delta\sigma'$ , perché inferiori ad una certa aliquota (ad esempio il 15%) della tensione geostatica  $\sigma_0 = \gamma \cdot z$ .

La verifica a carico limite verticale è soddisfatta se:

$$N_d \leq N_{\text{lim}} = \frac{1}{\gamma_R} BLq_{\text{lim}}$$

dove:

- $q_{\text{lim}}$  carico limite unitario;
- $B$  e  $L$  dimensioni della fondazione;
- $\gamma_R$  coefficiente di sicurezza R2.

Il calcolo del carico limite avviene modellando il terreno come mezzo rigido perfettamente plastico. L'espressione del carico limite è la seguente:

$$q_{\text{lim}} = \gamma_1 DN_q s_q d_q i_q b_q g_q + c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + \frac{1}{2} \gamma_2 BN_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

dove:

- $D$  profondità del piano di posa;
- $\gamma_0$  peso di volume del terreno a profondità  $< D$ ;
- $c$  coesione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno a profondità  $> D$ ;
- $N_q, N_c, N_\gamma$  fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno  $\phi$  del terreno;
- $s_q, s_c, s_\gamma$  fattori di forma;
- $d_q, d_c, d_\gamma$  fattori di approfondimento;
- $i_q, i_c, i_\gamma$  fattori di inclinazione carico;
- $b_q, b_c, b_\gamma$  fattori di inclinazione piano di posa;
- $g_q, g_c, g_\gamma$  fattori di inclinazione piano campagna.

Nel caso di carico eccentrico, secondo il Meyerhof, si riducono le dimensioni della superficie di contatto tra fondazione e terreno ( $B, L$ ) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 23 di 20      |

$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B$        $L_{rid} = L - 2 \cdot e_L$       dove  $e_B, e_L$  sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni. Nel caso in esame si è adottata la formulazione di Vesic (1975) di seguito riportata:

$$N_q = tg^2\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se  $\varphi \neq 0$  si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \text{arctg}\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se  $\varphi = 0$  si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

nel caso in cui  $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0, N_\gamma = 1.0$  e  $N_c = 2 + \pi$

nelle precedenti relazioni:

V      componente verticale del carico agente sulla fondazione;

H      componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L);

$c_a$       adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione).

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa, si effettua anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti, la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale oltre alle due componenti ora citate può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione, questa però fino ad un massimo del 30%. In forma analitica il procedimento su esposto può essere formulato nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot tg(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

$T_{Sd}$       componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L);



|  |             |  |              |               |
|--|-------------|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  | Maggio 2021  | 24 di 20      |

- $N_{sd}$  componente verticale del carico agente sulla fondazione;  
 $C_a$  adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);  
 $\delta$  angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);  
 $S_p$  spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione;  
 $f_{sp}$  percentuale di partecipazione della spinta passiva;  
 $A_f$  superficie di contatto del piano di posa della fondazione.

Va da se che tale tipo di verifica deve essere effettuata per entrambe le direzioni.

Di seguito si riportano le modalità di conduzione e le risultanze delle verifiche. Date le caratteristiche prevalentemente non coesive dei litotipi di fondazione, la verifica è condotta in condizioni drenate (lungo termine).

## PARAMETRI DI CALCOLO

### Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Vesic
- Per terreni lapidei: Terzaghi

### Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si
- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20,0 %
- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20,0 %

### Effetti inerziali (Paolucci-Pecker):

- Coeff. sismico orizzontale  $K_h = 0,000$
- Angolo d'attrito alla quota di fond.= 20,0
- Fattore correttivo  $Z_c = 1,000$
- Fattore correttivo  $Z_q = 1,000$

### Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE e SLD nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (sismico): 3,00

### Combinazioni di carico:

|  |  |             |  |  |              |          |               |
|--|--|-------------|--|--|--------------|----------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |  |             |  |  |              |          |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |  |             |  |  |              |          |               |
|  |  | <b>Rev:</b> |  |  | <b>Data:</b> |          | <b>Foglio</b> |
|  |  | 00          |  |  | Maggio 2021  | 25 di 20 |               |

### APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per Tan(fi) (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan(fi) (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu sismico): 1
- Coeff. R3 capacità portante: 2,30
- Coeff. R3 scorrimento: 1,10

#### Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:

- Fattore per l'adesione ( $6 < Ca < 10$ ): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ( $5 < Delta < 10$ ): 7
- Frazione di spinta passiva fSp: 30,00 %

### ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 1

| Strato n. | Quota di riferimento | Spessore  | Indice / Descrizione terreno |
|-----------|----------------------|-----------|------------------------------|
| 1         | da 0,0 a -2000,0 cm  | 2000,0 cm | 001 / -                      |

### ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **001 / Depositi di natura sabbioso-ghiaiosa**

Comportamento del terreno: condizione drenata

| Peso Spec. | Angolo Res. | Coesione | Mod.Elast. | Dens.Rel. | Poisson |
|------------|-------------|----------|------------|-----------|---------|
| kN/mc      | Gradi°      | daN/cmq  | daN/cmq    | %         | %       |
| 19         | 26          | 0,000    | 650        | 65        | 0,350   |

I tabulati che seguono riportano, per le combinazioni di carico agli SLU, i valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali e la relativa verifica. La simbologia adoperata è la seguente:

- Qlim q: valore del termine relativo al sovraccarico nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim g: valore del termine relativo alla larghezza della base di fondazione nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim c: valore del termine relativo alla coesione nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);

|  |             |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  | Maggio 2021  | 26 di 20      |

- Qres T: valore della capacità portante relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Tale valore risulta non nullo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim: valore della capacità portante totale quale somma di Qlim q, Qlim g, Qlim c e di Qres T;
- Qmax / Qlim: rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale e il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è < 1.0).
- Cmb: numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- TBlim: valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- T.B / TBlim: rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0);
- TLlim: valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- T.L / TLlim: rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0);

#### Elemento: Platea n. 1

| Cmb. | Qmax                | Qlim                | Qmax/Qlim | TB  | TBlim   | TB/TBlim | TL  | TLlim   | TL/TLlim | Stato |
|------|---------------------|---------------------|-----------|-----|---------|----------|-----|---------|----------|-------|
| n.   | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |           | daN | daN     |          | daN | daN     |          |       |
| 1    | 1.0770              | 1.2898              | 0.835     | 0.0 | 19336.4 | 0.000    | 0.0 | 19362.3 | 0.000    | Ok    |

Risultati più gravosi:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.1203 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.6872 + 0.3845 + 0.2181 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.0770 / 1.2898 = 0,835 Ok (Cmb 01 SLU)

La verifica di capacità portante risulta verificata.

## 5.5. ULTERIORI ASPETTI STRUTTURALI RELATIVI ALLE OPERE PREFABBRICATE

Con riferimento ai manufatti prefabbricati in c.a. o in acciaio costituenti le cabine elettriche, gli stessi saranno forniti da produttore che abbia depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici la documentazione inerente il possesso dei requisiti richiesti dal p.to 11.8.4 delle Norme Tecniche di cui al D.M. 17/01/2018 in relazione al processo produttivo ed al controllo di produzione in stabilimento. I manufatti saranno accompagnati da attestato di qualificazione per la produzione di componenti prefabbricati in serie dichiarata.

Per tutto quanto suddetto, quindi, i calcoli strutturali saranno forniti dal produttore dei manufatti prefabbricati e saranno depositati, assieme alla progettazione strutturale esecutiva, presso la struttura tecnica preposta (ex Genio Civile) prima dell'inizio dei lavori.

## 6. PROGETTO E VERIFICA CABINA DI SMISTAMENTO

### 6.1. GENERALITÀ

Nel presente progetto strutturale viene fatto esplicito riferimento alla seguente documentazione tecnica e/o normativa:

- Verifiche strutturali e geotecniche:

|   |             |  |                             |
|---|-------------|--|-----------------------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br>– Progetto definitivo – |             |  |                             |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>   |             |  |                             |
|   | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b><br>Maggio 2021 |
|   | 00          |  | <b>Foglio</b><br>27 di 20   |

- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” (nel seguito D.M. 17/01/2018);
- Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21/01/2019 – Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018.

● Durabilità materiali:

- UNI EN 206-1, 2006 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI EN 197-1, 2001 - Cemento - Composizione, specifiche e criteri di conformità;
- UNI EN 11104, 2004 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1;
- UNI EN 1992-1-1 - Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

La sicurezza sarà valutata col metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull’impiego dei coefficienti parziali di sicurezza (Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 2.3). Tale metodo consiste nello svolgimento dei seguenti passaggi.

Sicurezza strutturale

- Si valutano i parametri descrittivi delle prestazioni attese, della tipologia strutturale e della macrozonazione e microzonazione dell’opera necessari alla definizione dei carichi di progetto da applicare alla stessa;
- Si valutano le resistenze caratteristiche  $X_k$  dei materiali strutturali caratterizzati da  $prob(X < X_k) = 0.05$  e le relative resistenze di calcolo  $X_d$  ottenute riducendo le prime con opportuni coefficienti di sicurezza  $X_d = \eta X_k / \gamma_M$ .
- Si valutano le azioni caratteristiche  $F_k$ , caratterizzate da  $prob(F > F_k) = 0.05$ , in funzione di macrozonazione, microzonazione e tipologia strutturale, per ciascun caso di carico significativo.
- Amplificando le azioni caratteristiche con opportuni coefficienti di sicurezza  $\gamma_F \geq 1$  e  $\psi_F \leq 1$ , si determinano le azioni di calcolo per ciascuna combinazione di carico strutturale significativa:

$$F_d = \gamma_F \psi_F F_k$$

- Utilizzando un modello strutturale (di dimensioni  $a_d$  e materiali  $X_d$ ) validato dai metodi della Scienza delle Costruzioni, si determinano gli effetti  $E_d = E(F_d, a_d)$  delle azioni di calcolo  $F_d$  scegliendo opportunamente metodi di analisi e modellazione strutturale correlati alle tipologie di azione e struttura.

Le dimensioni  $a_d$  e i materiali  $X_d$  della struttura sono accettabili se, per ciascuno stato limite strutturale significativo  $R$ , le relative azioni di calcolo  $F_d$  provochino effetti  $E_d$  inferiori alle resistenze di calcolo  $R_d = R / \gamma_R$  ( $\gamma_R \geq 1$ ):

$$E_d = E(\gamma_F \psi_F F_k, a_d) \leq R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left( \eta \frac{X_k}{\gamma_M}, a_d \right).$$

Nella precedente relazione si considerano le combinazioni di carico strutturali relative all’approccio 2 che prevede l’uso dei seguenti coefficienti parziali:

stati limite SLE:  $\gamma_F = 1.00$

stati limite SLU tipo STR:  $\gamma_F = A1$ ;  $\gamma_m = M1$ ;  $\gamma_R = R1$

|  |             |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b>   |             |  |  |              |               |
| <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b> |             |  |  |              |               |
| – Progetto definitivo –  |             |  |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b>  |             |  |  |              |               |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>   |             |  |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  | Maggio 2021  | 28 di 20      |

stati limite SLU tipo EQU (equilibrio):  $\gamma_F = EQU$  ;  $\gamma_m = M2$  ;  $\gamma_R = R1$

stati limite SLU tipo FAT:  $\gamma_F = 1.00$  per i carichi permanenti ;  $\gamma_m = 1.00$

#### Sicurezza geotecnica

- Si descrivono i risultati delle indagini in sito e in laboratorio sul terreno di fondazione eseguiti in numero e profondità commisurate, rispettivamente, alla variabilità del terreno e all'estensione dell'opera; si valuta inoltre la stabilità dei versanti anche in funzione della morfologia del suolo e al regime delle acque;
- Dall'elaborato di "Relazione geologica" e dalla modellazione geotecnica si attingono i valori delle resistenze caratteristiche  $X_k$  dei terreni di fondazione, caratterizzate da  $prob(X < X_k) = 0.05$  e le relative resistenze di calcolo  $X_d$  ottenute riducendo le prime con opportuni coefficienti riduttori  $\eta \leq 1$  (letteratura tecnica) e di sicurezza  $\gamma_M \geq 1$ :

$$X_d = \frac{\eta X_k}{\gamma_M}$$

- Si determinano le azioni di calcolo  $F_d = \gamma_F \psi_F F_k$  per ciascuna combinazione di carico geotecnica significativa;
  - Utilizzando un modello geotecnico (di dimensioni  $a_d$  e materiali  $X_d$ ) validato dai metodi della Geotecnica, si determinano gli effetti  $E_d = E(F_d, a_d)$  delle azioni di calcolo  $F_d$  scegliendo opportunamente metodi di analisi e modellazione strutturale correlati alle tipologie di azione e di terreno.
- Le dimensioni  $a_d$  e i materiali  $X_d$  della struttura sono accettabili se, per ciascuno stato limite geotecnico significativo  $R$ , le relative azioni di calcolo  $F_d$  provochino effetti  $E_d$  inferiori alle resistenze di calcolo  $R_d = R_k / \gamma_R$  ( $\gamma_R \geq 1$ ):

$$E_d = E(\gamma_F \psi_F F_k, a_d) \leq R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left( \eta \frac{X_k}{\gamma_M}, a_d \right).$$

## 6.2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Come meglio e più esaurientemente illustrato negli elaborati grafici di progetto, l'edificio sarà costituito da un unico livello fuori terra ed avrà una sagoma rettangolare per un ingombro massimo in pianta pari a circa 24,10 x 5,15 m.

Per più dettagliate informazioni sull'organizzazione dell'organismo architettonico si rimanda agli elaborati grafici.

La costruzione presenta le seguenti caratteristiche.

Geometria corpi di fabbrica

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Forma in pianta         | rettangolare |
| Lunghezza max in pianta | 24.10 m      |
| Larghezza max in pianta | 5.15 m       |
| Altezza max fuori terra | 3.55 m       |

Proprietà della costruzione - Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 2.4

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Tipo di costruzione | 2               |
| Vita nominale       | $V_N = 50$ anni |

|  |             |  |                           |
|--|-------------|--|---------------------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |                           |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |                           |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b>              |
|  | 00          |  | Maggio 2021               |
|  |             |  | <b>Foglio</b><br>29 di 20 |

Classe d'uso IV  
 Coefficiente d'uso  $C_U = 2.0$   
 Periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R = V_N * C_U = 100$  anni

Destinazioni d'uso e sovraccarichi - *Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 3.1.4*

|             |                             |         |
|-------------|-----------------------------|---------|
| Piano terra | Ambienti ad uso industriale | Cat. E2 |
| Copertura   | Coperture non praticabili   | Cat. H  |

Le strutture portanti del fabbricato in progetto saranno costituite da intelaiature in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La struttura fondale sarà costituita da platea realizzata in conglomerato cementizio armato ed avente spessore pari a 45 cm. Essa sarà irrigidita per mezzo di travi anch'esse in c.a. ed aventi altezza della sezione pari a 45 cm. La quota del piano di calpestio sarà raggiunta mediante vespaio aerato realizzato per mezzo di casseri a perdere tipo igloo e getto di completamento in calcestruzzo armato per mezzo di rete elettrosaldata.

La struttura in elevazione, realizzata anch'essa in conglomerato cementizio armato gettato in opera, sarà costituita da telai orditi in entrambi le direzioni principali. Tali telai saranno costituiti, a loro volta, da travi calate aventi dimensioni in sezione pari a 30x50 cm, da travi a spessore aventi dimensioni in sezione pari a 60x25 cm e da pilastri aventi sezione di 30x50 cm e 30x40 cm.

Gli orizzontamenti saranno costituiti da solai in latero-cemento aventi spessore di 25 cm (20+5) realizzati con travetti prefabbricati in c.a.p. 9x12 cm e getto di completamento in c.a.o. di spessore pari a 5 cm.

La struttura è progettata in classe di duttilità media (CD"B") e possiede le seguenti caratteristiche utili a determinare l'azione sismica cui è destinata:

- Struttura in elevazione

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| Materiale:             | calcestruzzo armato  |
| Tipologia strutturale: | a telaio di un piano |
| Regolarità in pianta:  | si                   |
| Regolarità in altezza: | si                   |

- Struttura di fondazione

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| Tipologia geotecnica:      | superficiale    |
| Tipologia strutturale:     | platea          |
| Comportamento strutturale: | non dissipativo |

### **Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018**

La costruzione, nuova, è caratterizzata da regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata in classe di duttilità media (CD"B").

Parametri fattore in direzione x e y:

|   |  |
|---|--|
| Sistema costruttivo:                        | calcestruzzo                                   |
| Tipologia strutturale:                      | strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste |
| Definizione rapporto $\alpha_u/\alpha_1$ :  | valore come da normativa                       |
| Riferimento normativo $\alpha_u/\alpha_1$ : | strutture a telaio di un piano                 |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 30 di 20      |

|                       |                                   |       |
|-----------------------|-----------------------------------|-------|
| Valore rapporto       | $\alpha_w/\alpha_1 =$             | 1.100 |
| Valore base fattore   | $q_0 = 3.000 \cdot I_w/I_1 =$     | 3.300 |
| Fattore pareti        | $k_w =$                           | 1.000 |
| Fattore di regolarità | $K_R =$                           | 1.0   |
| Fattore dissipativo   | $q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R =$ | 3.300 |

Fattori di comportamento utilizzati:

|         |             |
|---------|-------------|
|         | Dissipativi |
| q SLU x | 3.300       |
| q SLU y | 3.300       |
| q SLU z | 1.500       |

### 6.3. CONDIZIONI DI CARICO

Ai fini dell'analisi dei carichi, si considerano i seguenti pesi per unità di volume/superficie dei materiali adoperati:

|  |       |                   |
|--|-------|-------------------|
| Calcestruzzo armato (e/o precompresso) | 25.00 | kN/m <sup>3</sup> |
| Calcestruzzo non armato                | 24.00 | kN/m <sup>3</sup> |
| Malta bastarda                         | 19.50 | kN/m <sup>3</sup> |
| Laterizio forato                       | 8.00  | kN/m <sup>3</sup> |
| Pignatte in laterizio forato           | 5.10  | kN/m <sup>3</sup> |
| Blocchi forati per compagnature        | 11.00 | kN/m <sup>3</sup> |
| Pavimenti e rivestimenti in gres       | 0.25  | kN/m <sup>2</sup> |
| Cls a raso igloo in polipropilene      | 2.40  | kN/m <sup>2</sup> |
| Strato di isolamento termico           | 0.35  | kN/m <sup>3</sup> |
| Barriera al vapore                     | 0.05  | kN/m <sup>2</sup> |
| Guaina di impermeabilizzazione         | 0.05  | kN/m <sup>2</sup> |

Il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato automaticamente dal software di calcolo adoperato, considerando il sopra riportato peso per unità di volume di calcestruzzo armato.

Di seguito si riporta il valore dell'incidenza per unità di superficie del carico permanente strutturale relativo ai solai.

|           | n    | b    | h    | $\gamma$   | $n \cdot b \cdot h \cdot \gamma$ |
|-----------|------|------|------|--|----------------------------------|
|           | [-]  | [m]  | [m]  | [kN/m <sup>3</sup> ]                                     | [kN/m <sup>2</sup> ]             |
| nervature | 2.00 | 0.12 | 0.20 | 25.00  | 1.20                             |
| caldana   | 1.00 | 1.00 | 0.05 | 25.00  | 1.25                             |
| pignatte  | 2.00 | 0.38 | 0.20 | 5.10   | 0.78                             |
|           |      |      |      | carico permanente strutturale solai [kN/m <sup>2</sup> ] | <u>3.23</u>                      |

Le pignatte si configurano come carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti, pertanto si possono adottare gli stessi coefficienti validi per i carichi permanenti strutturali. (Rif.: D.M. 17/01/2018 - nota della tabella 2.6.1).

Di seguito si riportano i valori dell'incidenza per unità di superficie dei carichi permanenti non strutturali per i vari elementi costruttivi.

|  |             |  |                           |
|--|-------------|--|---------------------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>- Progetto definitivo -</i> |             |  |                           |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |                           |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b>              |
|  | 00          |  | Maggio 2021               |
|  |             |  | <b>Foglio</b><br>31 di 20 |

- Carico permanente non strutturale relativo al piano terra:

|  | h    | $\gamma$             | $h \cdot \gamma$     |
|--|------|----------------------|----------------------|
|  | [m]  | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| cls di ricoprimento igloo in polipropilene                         | -    | -                    | 2.40                 |
| soletta in c.a.  | 0.10 | 25.00                | 2.50                 |
| massetto di sottofondo   | 0.07 | 19.50                | 1.37                 |
| pavimento  | -    | -                    | 0.25                 |
| carico permanente non strutturale piano terra [kN/m <sup>2</sup> ] |      |                      | <u>6.52</u>          |

- Carico permanente non strutturale relativo al solaio di copertura:

|   | h    | $\gamma$             | $h \cdot \gamma$     |
|---|------|----------------------|----------------------|
|   | [m]  | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| intonaco intradosso   | 0.02 | 19.50                | 0.39                 |
| massetto a pendio   | 0.10 | 19.50                | 1.95                 |
| barriera al vapore  | -    | -                    | 0.05                 |
| strato di isolamento termico  | 0.06 | 0.35                 | 0.02                 |
| guaina di impermeabilizzazione  | -    | -                    | 0.05                 |
| carico perm. non strutturale solaio di copertura [kN/m <sup>2</sup> ] |      |                      | <u>2.46</u>          |

- Carico permanente non strutturale relativo alle tamponature:

|  | s    | $\gamma$             | $s \cdot \gamma$     | H temp. 4,55 m      |
|--|------|----------------------|----------------------|---------------------|
|  | [m]  | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m]              |
| intonaco esterno   | 0.02 | 19.50                | 0.39                 | 1.77                |
| blocchi forati per tamponature                                     | 0.26 | 11.00                | 2.86                 | 13.01               |
| intonaco interno   | 0.02 | 19.50                | 0.39                 | 1.77                |
| carico permanente non strutturale tamponature [kN/m <sup>2</sup> ] |      |                      | <u>3.64</u>          | [kN/m] <u>16.55</u> |

Incidenza delle aperture trascurata a vantaggio di sicurezza.

Di seguito si riportano i valori dell'incidenza per unità di superficie dei carichi variabili di esercizio adoperati per le calcolazioni.

- Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 3.1.4.

|             |                             |         |                             |
|-------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|
| Piano terra | Ambienti ad uso industriale | Cat. E2 | $q_k = 6.00 \text{ kN/m}^2$ |
| Copertura   | Coperture non praticabili   | Cat. H  | $q_k = 0.50 \text{ kN/m}^2$ |

Il calcolo dell'azione della neve è stato condotto come in appresso esplicitato. - Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 3.4.

Zona Neve = II

Tempo di ritorno,  $T_r = 30$  anni

$C_e$  (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e = 99 \text{ daN/mq}$

Copertura a una falda:

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



|  |  |             |  |  |                           |  |
|--|--|-------------|--|--|---------------------------|--|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |  |             |  |  |                           |  |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |  |             |  |  |                           |  |
|  |  | <b>Rev:</b> |  |  | <b>Data:</b>              |  |
| 00   |  |             |  |  | Maggio 2021               |  |
|  |  |             |  |  | <b>Foglio</b><br>32 di 20 |  |

$$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 80 \text{ daN/mq}$$

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base" definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  dipendenti dallo stato limite considerato.

L'accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  dipende dalla sola posizione geografica (longitudine e latitudine) essendo valutata in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Gli stati limite per condizioni sismiche sono di 4 tipi come definiti al punto 3.2.1 del D.M. 17/01/2018:

Stati limite di esercizio:

- Stato limite di operatività (SLO)
- Stato limite di danno (SLD)

Stai limite ultimi:

- Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)
- Stato limite di collasso (SLC)

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC 2018 (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Fissato il periodo di riferimento e la probabilità di superamento associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_R$  e i relativi parametri di pericolosità sismica:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'opera sarà ubicata nella seguente località:

Regione: Puglia  
 Provincia: Foggia  
 Comune: Candela  
 Longitudine: 15.52552°  
 Latitudine: 41.18238°

Proprietà della costruzione - *Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 2.4*

|   |   |
|---|---|
| Tipo di costruzione                         | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari |
| Vita nominale                               | $V_N = 50$ anni                                 |
| Classe d'uso                                | IV  |
| Coefficiente d'uso                          | $C_U = 2.0$                                     |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | $V_R = V_N * C_U = 100$ anni                    |

Calcolo dei fattori di comportamento - *Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 7.4.3.2*

La costruzione, nuova, è caratterizzata da regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata in classe di duttilità media (CD"B").

Parametri fattore in direzione x e y:

Sistema costruttivo: calcestruzzo  
 Tipologia strutturale: strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste  
 Definizione rapporto  $\alpha_x/\alpha_y$ : valore come da normativa

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 33 di 20      |

Riferimento normativo  $\alpha_u/\alpha_1$ : strutture a telaio di un piano

Valore rapporto  $\alpha_u/\alpha_1 = 1.100$

Valore base fattore  $q_0 = 3.000$   $\alpha_u/\alpha_1 = 3.300$

Fattore pareti  $k_w = 1.000$

Fattore di regolarità  $K_R = 1.0$

Fattore dissipativo  $q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R = 3.300$

Fattori di comportamento utilizzati:

Dissipativi

q SLU x 3.300

q SLU y 3.300

q SLU z 1.500

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Parametri di pericolosità sismica:

| stato limite | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T_C^*$ [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| SLO          | 60           | 0.069     | 2.504     | 0.323       |
| SLD          | 101          | 0.092     | 2.450     | 0.340       |
| SLV          | 949          | 0.270     | 2.400     | 0.418       |
| SLC          | 1950         | 0.375     | 2.341     | 0.434       |

Ai fini delle verifiche degli stati limite, le azioni precedentemente illustrate sono state combinate tra loro secondo l'approccio di progetto 2 – Combinazione unica, ottenendo i seguenti coefficienti di combinazione  $\gamma F_{\psi F}$ . - Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 2.5.3.

Poiché il numero delle combinazioni è cospicuo, la tabella è divisa in più parti.

|                    | G1 permanenti strutt. | G1 perm. strutt. solai | G2 perm. non strutt. solai | G2 perm. non strutt. P.T. | G2 perm. non strutt. tomp. | Qe variabile esercizio P.T. | Qn variabile neve | Ed SLU alfa 0.0 ecc + | Ed SLU alfa 0.0 ecc - | Ed SLU alfa 90.0 ecc + | Ed SLU alfa 90.0 ecc - | Ed SLD alfa 0.0 ecc + | Ed SLD alfa 0.0 ecc - | Ed SLD alfa 90.0 ecc + | Ed SLD alfa 90.0 ecc - |
|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Comb. SLU 1        | 1.30                  | 1.30                   | 1.50                       | 1.50                      | 1.50                       | 1.50                        | 0.75              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU 2        | 1.30                  | 1.30                   | 1.50                       | 1.50                      | 1.50                       | 1.50                        | 1.50              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE(rara) 3  | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 1.00                        | 0.50              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE(rara) 4  | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 1.00                        | 1.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE(freq.) 5 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.90                        | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE(freq.) 6 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.80                        | 0.20              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE(perm.) 7 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.80                        | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 34 di 20      |

|                          | G1 permanenti strutt. | G1 perm. strutt. solai | G2 perm. non strutt. solai | G2 perm. non strutt. P.T. | G2 perm. non strutt. tomp. | Qe variabile esercizio P.T. | Qn variabile neve | Ed SLU alfa 0.0 ecc + | Ed SLU alfa 0.0 ecc - | Ed SLU alfa 90.0 ecc + | Ed SLU alfa 90.0 ecc - | Ed SLD alfa 0.0 ecc + | Ed SLD alfa 0.0 ecc - | Ed SLD alfa 90.0 ecc + | Ed SLD alfa 90.0 ecc - |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Comb. SLU (SLV sism.) 8  | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -1.00                 | 0.00                  | -0.30                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 9  | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -1.00                 | 0.00                  | 0.30                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 10 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 1.00                  | 0.00                  | -0.30                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 11 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 1.00                  | 0.00                  | 0.30                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 12 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -1.00                 | 0.00                  | 0.00                   | -0.30                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 13 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -1.00                 | 0.00                  | 0.00                   | 0.30                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 14 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 1.00                  | 0.00                  | 0.00                   | -0.30                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 15 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 1.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.30                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 16 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -1.00                 | -0.30                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 17 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -1.00                 | 0.30                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 18 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 1.00                  | -0.30                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 19 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 1.00                  | 0.30                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 20 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -1.00                 | 0.00                   | -0.30                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 21 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -1.00                 | 0.00                   | 0.30                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 22 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 1.00                  | 0.00                   | -0.30                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 23 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 1.00                  | 0.00                   | 0.30                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 24 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -0.30                 | 0.00                  | -1.00                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 25 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -0.30                 | 0.00                  | 1.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 26 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.30                  | 0.00                  | -1.00                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 27 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.30                  | 0.00                  | 1.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 28 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -0.30                 | -1.00                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 29 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -0.30                 | 1.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 30 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 0.30                  | -1.00                  | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 31 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 0.30                  | 1.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 32 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -0.30                 | 0.00                  | 0.00                   | -1.00                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 33 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | -0.30                 | 0.00                  | 0.00                   | 1.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 34 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.30                  | 0.00                  | 0.00                   | -1.00                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 35 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.30                  | 0.00                  | 0.00                   | 1.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 36 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -0.30                 | 0.00                   | -1.00                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 37 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | -0.30                 | 0.00                   | 1.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 38 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 0.30                  | 0.00                   | -1.00                  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLU (SLV sism.) 39 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                      | 1.00                       | 0.40                        | 0.00              | 0.00                  | 0.30                  | 0.00                   | 1.00                   | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 35 di 20      |

|                                | G1 permanenti strutt. | G1 perm. strutt. solai | G2 perm. non strutt. solai | G2 perm. non strutt. P. T. | G2 perm. non strutt. tomp. | Qe variabile esercizio P. T. | Qn variabile neve | Ed SLU alfa 0.0 ecc + | Ed SLU alfa 0.0 ecc - | Ed SLU alfa 90.0 ecc + | Ed SLU alfa 90.0 ecc - | Ed SLD alfa 0.0 ecc + | Ed SLD alfa 0.0 ecc - | Ed SLD alfa 90.0 ecc + | Ed SLD alfa 90.0 ecc - |
|--------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -1.00                 | 0.00                  | -0.30                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -1.00                 | 0.00                  | 0.30                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 1.00                  | 0.00                  | -0.30                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 1.00                  | 0.00                  | 0.30                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -1.00                 | 0.00                  | 0.00                   | -0.30                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -1.00                 | 0.00                  | 0.00                   | 0.30                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 1.00                  | 0.00                  | 0.00                   | -0.30                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 1.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.30                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -1.00                 | -0.30                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -1.00                 | 0.30                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 1.00                  | -0.30                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 1.00                  | 0.30                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -1.00                 | 0.00                   | -0.30                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -1.00                 | 0.00                   | 0.30                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 1.00                  | 0.00                   | -0.30                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 1.00                  | 0.00                   | 0.30                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -0.30                 | 0.00                  | -1.00                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -0.30                 | 0.00                  | 1.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.30                  | 0.00                  | -1.00                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.30                  | 0.00                  | 1.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -0.30                 | -1.00                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -0.30                 | 1.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.30                  | -1.00                  | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.30                  | 1.00                   | 0.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -0.30                 | 0.00                  | 0.00                   | -1.00                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | -0.30                 | 0.00                  | 0.00                   | 1.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.30                  | 0.00                  | 0.00                   | -1.00                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.30                  | 0.00                  | 0.00                   | 1.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -0.30                 | 0.00                   | -1.00                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | -0.30                 | 0.00                   | 1.00                   |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.30                  | 0.00                   | -1.00                  |
| Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71 | 1.00                  | 1.00                   | 1.00                       | 1.00                       | 1.00                       | 0.40                         | 0.00              | 0.00                  | 0.00                  | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                  | 0.30                  | 0.00                   | 1.00                   |

|  |             |  |              |               |
|--|-------------|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  | Maggio 2021  | 36 di 20      |

## 6.4. MATERIALI

### 6.1.1. Calcestruzzo

In questa fase vengono determinati i seguenti parametri prestazionali di base che costituiscono la prescrizione del calcestruzzo a prestazione garantita:

- Classe di esposizione;
- Classe di resistenza;
- Classe di consistenza;
- Diametro massimo dell'aggregato.

Essi sono riportati in maniera evidente sugli elaborati grafici allegati.

Al fine di garantire le previste caratteristiche prestazionali e di durabilità della costruzione in progetto durante l'intera vita d'uso della struttura stessa, di seguito si procede alla definizione, oltre che delle idonee prescrizioni sui materiali da impiegare, anche dei valori dei copriferro idonei a fronteggiare le aggressioni ambientali.

A quanto suddetto sarà dato seguito in aderenza ai seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 17/01/2018 - punto 4.1 - punto 11.2.11;
- Circolare n. 7 C.S.LL.PP. Del 21/01/2019 - punto C.4.1.6.1.3;
- UNI EN 206-1:2006 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI 11104:2004 – “Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 206-1”;

Determinata la classe di appartenenza e la vita nominale dell'opera, si procederà di seguito alla definizione della tipologia di degrado che può verificarsi nei confronti del calcestruzzo armato. In questa fase saranno definiti l'ambiente di progetto, le sostanze aggressive presenti (nei confronti del calcestruzzo e dell'acciaio), e le misure progettuali per attenuare tali effetti. La UNI EN 11104:2004 associa le tipologie di degrado (degrado del calcestruzzo per cicli gelo-disgelo, corrosione delle barre di armatura innescato dai fenomeni di carbonatazione, ecc.) ai contesti ambientali (urbano, prossimità della costa, ecc.) e tramuta tutto in codificazioni standard definite “classi di esposizione ambientale”. In funzione delle classi di esposizione si possono ricavare le misure progettuali minime per garantire un materiale resistente al contesto d'uso. Ogni classe di esposizione può appartenere a tre possibili categorie (D.M. 17/01/2018 – punto 4.1.2.2.4.2, tab. 4.1.III): Condizioni ambientali ordinarie, aggressive, molto aggressive.

In definitiva, le norme UNI EN 11104:2004 e D.M. 17/01/2018 - punto 4.1, associano, rispettivamente, alla classe di esposizione e al tipo di struttura, la classe di resistenza minima da adoperare. Sarà adottata la maggiore delle due.

La lavorabilità dell'impasto viene garantita fornendo l'indicazione della classe di consistenza definita in funzione delle caratteristiche di ciascun getto (in verticale, inclinato, orizzontale, per spessori piccoli, medi, grossi, con finitura superficiale faccia a vista o grezza, etc.), e della conoscenza delle modalità di messa in opera del calcestruzzo adottate in fase esecutiva. Ciò è dovuto al fine di garantire una adeguata lavorabilità del calcestruzzo evitando qualsiasi aggiunta d'acqua in cantiere deleteria per la durabilità.

Le dimensioni massime dell'aggregato sono definibili in funzione dello spessore del copriferro, dell'interferro minimo delle armature metalliche e della dimensione minima dell'elemento strutturale.

La dimensione massima dell'aggregato deve essere scelta in modo che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre d'armatura senza pericolo di segregazione del calcestruzzo.

Secondo quanto stabilito dal D.M. 17/01/2018 e dalla relativa Circolare esplicativa, in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici, il diametro massimo dell'inerte deve essere tale che:

|  |             |  |                           |
|--|-------------|--|---------------------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |                           |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |                           |
|  | <b>Rev:</b> |  | <b>Data:</b>              |
|  | 00          |  | Maggio 2021               |
|  |             |  | <b>Foglio</b><br>37 di 20 |

- $D_{max} < 1/4$  della dimensione minima dell'elemento strutturale, per evitare di aumentare la eterogeneità del materiale;
- $D_{max} < \text{dell'interferro (in mm)} - 5 \text{ mm}$ , per evitare che l'aggregato più grosso ostruisca il flusso del calcestruzzo attraverso i ferri di armatura;
- $D_{max} < 1,3$  dello spessore del copriferro, per evitare che tra i casseri e l'armatura sia ostruito il passaggio del calcestruzzo.

Il punto C.4.1.6.1.3 della Circolare n. 7 del 21/01/2019 definisce il valore minimo del copriferro inteso come distanza minima tra la superficie dell'armatura più esterna e la faccia del calcestruzzo più prossima. Tale valore è funzione della classe di resistenza del calcestruzzo, dell'ambiente in cui è inserito, del tipo di elemento strutturale e barre di armatura e della tolleranza di posa. Il copriferro di seguito prescritto dovrà essere realizzato per mezzo di distanziatori in pasta di cemento fibrorinforzata.

### STRUTTURA DI FONDAZIONE

*Classe di resistenza (D.M. 17/01/2018 - punto 4.1)*

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| Strutture                   | Semplicemente armate |
| Classe di resistenza minima | C16/20               |

*Classe di esposizione (UNI EN 206-1:2006 - UNI 11104:2004)*

|                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Denominazione della classe  | XC2                         |
| Descrizione dell'ambiente   | Bagnato, raramente asciutto |
| Classe di resistenza minima | C25/30                      |

Classe di resistenza adottata C28/35

*Classe di consistenza*

|   |    |
|---|----|
| Mediante abbassamento al cono di Abrams | S4 |
|---|----|

*Copriferro (Circolare n. 7 del 21/01/2019 - punto C.4.1.6.1.3)*

|   |               |
|---|---------------|
| Elemento strutturale  | Piastre       |
| Ambiente  | Aggressivo    |
| Tipo di armatura  | Barre da c.a. |
| Copriferro minimo   | 30 mm         |
| Tolleranza di esecuzione                                    | 10 mm         |
| Increment. per classe di resist. $< C_{min}$ (Tab. C4.1.IV) | 5 mm          |
| Copriferro minimo adottabile                                | 45 mm         |

Copriferro adottato C = 50 mm

Il copriferro sarà realizzato con distanziatori in fibrocemento.

Diametro massimo degli inerti  $D_{max} = 25 \text{ mm}$

dove:  $D_{max} = \min ( \frac{1}{4} L ; i - 5 ; 1.3 C )$  con "L" dimensione minima dell'elemento strutturale [mm], "i" interferro minimo [mm], "C" copriferro [mm].

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|--|------|--|--|--|--|-------------|----------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 38 di 20 |

**STRUTTURA DI ELEVAZIONE**

*Classe di resistenza (D.M. 17/01/2018 - punto 4.1)*

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| Strutture                   | Semplicemente armate |
| Classe di resistenza minima | C16/20               |

*Classe di esposizione (UNI EN 206-1:2006 - UNI 11104:2004)*

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Denominazione della classe  | XC1                                |
| Descrizione dell'ambiente   | Asciutto o permanentemente bagnato |
| Classe di resistenza minima | C25/30                             |

Classe di resistenza adottata C28/35

*Classe di consistenza*

|   |    |
|---|----|
| Mediante abbassamento al cono di Abrams | S4 |
|---|----|

*Copriferro (Circolare n. 7 del 21/01/2019 - punto C.4.1.6.1.3)*

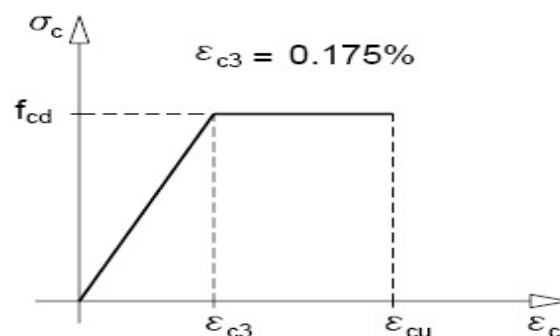
|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| Elemento strutturale         | Pilastrini / Travi |
| Ambiente                     | Ordinario          |
| Tipo di armatura             | Barre da c.a.      |
| Copriferro minimo            | 25 mm              |
| Tolleranza di esecuzione     | 5 mm               |
| Copriferro minimo adottabile | 30 mm              |

Copriferro adottato C = 30 mm

Il copriferro sarà realizzato con distanziatori in fibrocemento.

Diametro massimo degli inerti Dmax = 25 mm

dove:  $D_{max} = \min ( \frac{1}{4} L ; i - 5 ; 1.3 C )$  con "L" dimensione minima dell'elemento strutturale [mm], "i" interferro minimo [mm], "C" copriferro [mm].



Legame costitutivo calcestruzzo

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

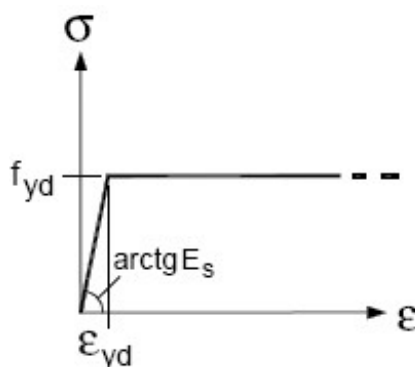
– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|--|------|--|--|--|--|-------------|----------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 39 di 20 |

|   |   |                      |               |
|---|---|----------------------|---------------|
| Classe di resistenza                                    |   |                      | <u>C28/35</u> |
| Resistenza caratteristica a compressione cubica         | $R_{ck}$  | [N/mm <sup>2</sup> ] | 35.00         |
| Resistenza caratteristica a compressione cilindrica     | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$                          | [N/mm <sup>2</sup> ] | 29.05         |
| Resistenza media a compressione cilindrica              | $f_{cm} = f_{ck} + 8$                           | [N/mm <sup>2</sup> ] | 37.05         |
| Coefficiente effetti di lungo termine                   | $\alpha_{cc}$                                   | [-]                  | 0,85          |
| Coeff. di sicurezza parziale                            | $\gamma_c$                                      | [-]                  | 1,50          |
| Resistenza di calcolo a compressione                    | $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$        | [N/mm <sup>2</sup> ] | 16.46         |
| Resist. di calcolo a compr. elementi piani $s < 5$ cm   | $f_{cd}^* = 0.80 \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ | [N/mm <sup>2</sup> ] | 13.17         |
| Resistenza media a trazione semplice                    | $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$                   | [N/mm <sup>2</sup> ] | 2,83          |
| Resistenza caratteristica a trazione                    | $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm}$                        | [N/mm <sup>2</sup> ] | 1,98          |
| Resistenza di calcolo a trazione                        | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$                  | [N/mm <sup>2</sup> ] | 1,32          |
| Resist. di calcolo a trazione elementi piani $s < 5$ cm | $f_{ctd}^* = 0.80 f_{ctd}$                      | [N/mm <sup>2</sup> ] | 1,06          |
| Resistenza media a trazione per flessione               | $f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$                         | [N/mm <sup>2</sup> ] | 3,40          |
| Modulo elastico   | $E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$               | [N/mm <sup>2</sup> ] | 32588         |
| Coefficiente di Poisson                                 | $\nu$   | [-]                  | 0,2           |
| Coefficiente di dilatazione termica                     | $\alpha_T$                                      | [°C <sup>-1</sup> ]  | 0,00001       |
| Coefficiente di viscosità                               | $\phi$  | [-]                  | 1,70          |
| Accorciamento $\epsilon_{c2}$                           | $\epsilon_{c2}$                                 | [-]                  | 0,00200       |
| Accorciamento $\epsilon_{c3}$                           | $\epsilon_{c3}$                                 | [-]                  | 0,00175       |
| Accorciamento $\epsilon_{c4}$                           | $\epsilon_{c4}$                                 | [-]                  | 0,00070       |
| Accorciamento $\epsilon_{cu}$                           | $\epsilon_{cu}$                                 | [-]                  | 0,00350       |
| Densità di massa  | $\rho$  | [kg/m <sup>3</sup> ] | 240           |
| Densità di peso   | $\gamma$  | [kN/m <sup>3</sup> ] | 24            |

**6.1.2. Acciaio armature da c.a.**

Legame costitutivo acciaio armature

|   |          |                      |              |
|---|----------|----------------------|--------------|
| Classe di resistenza                    |          |                      | <u>B450C</u> |
| Resistenza caratteristica a trazione    | $f_{tk}$ | [N/mm <sup>2</sup> ] | 540.00       |
| Resistenza caratteristica a snervamento | $f_{yk}$ | [N/mm <sup>2</sup> ] | 450.00       |



**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –


**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 40 di 20      |

|   |                                     |                      |         |
|---|-------------------------------------|----------------------|---------|
| Rapporto di sovreresistenza             | $k = f_{tk} / f_{yk}$               | [-]                  | 1.20    |
| Allungamento uniforme al carico massimo | $\epsilon_{uk}$                     | [-]                  | 0.07500 |
| Modulo elastico                         | $E_s$                               | [N/mm <sup>2</sup> ] | 200000  |
| Coefficiente di sicurezza parziale      | $\gamma_s$                          | [-]                  | 1.15    |
| Resistenza di calcolo a snervamento     | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$        | [N/mm <sup>2</sup> ] | 391.30  |
| Resistenza di calcolo a rottura         | $k f_{yd}$                          | [N/mm <sup>2</sup> ] | 469.57  |
| Allungamento di calcolo a snervamento   | $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$      | [-]                  | 0.00196 |
| Allungamento di calcolo a rottura       | $\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk}$ | [-]                  | 0.06750 |
| Densità di massa                        | $\rho$                              | [kg/m <sup>3</sup> ] | 785.00  |
| Densità di peso                         | $\gamma$                            | [kN/m <sup>3</sup> ] | 78.50   |

Il diametro minimo di piegatura di una barra deve essere tale da evitare fessure nella barra e rottura del calcestruzzo all'interno della piegatura. A tale scopo, il diametro con cui piegare la barra (diametro del mandrino) non dovrà essere minore di un diametro minimo ammissibile pari a  $4\phi$  per  $\phi \leq 16$  mm e a  $7\phi$  per  $\phi > 16$  mm (UNI EN 1992-1-1:2005 - Eurocodice 2).



| valori <i>m</i>       |                | valori <i>M</i>   |                           |                                 |
|-----------------------|----------------|---|---------------------------|---------------------------------|
| Diametro barra $\phi$ |                | Valore del ricoprimento minimo <i>c</i> , normale al piano di piegatura |                           |                                 |
| $\phi \leq 16$ mm     | $\phi > 16$ mm | $c > 100$ mm e $c > 7\phi$  | $c > 50$ mm e $c > 3\phi$ | $c \leq 50$ mm e $c \leq 3\phi$ |
| 4 $\phi$              | 7 $\phi$       | 10 $\phi$   | 15 $\phi$                 | 20 $\phi$                       |

Di seguito si riportano i diametri dei mandrini da adoperare per la piegatura delle barre di armatura previste in progetto.

Si farà riferimento al mandrino piccolo "m" per le piegature a realizzare gomiti e uncini e mandrino grande "M" per le piegature a realizzare deviazioni e ancoraggi.

|                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Diametro barra $\Phi$ [mm]     | 8   | 10  | 12  | 14  | 16  | 18  | 20  | 22  | 24  | 26  | 28  | 30  | 32  |
| Mandrino piccolo <i>m</i> [mm] | 32  | 40  | 48  | 56  | 64  | 126 | 140 | 154 | 168 | 182 | 196 | 210 | 224 |
| Mandrino grande <i>M</i> [mm]  | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 360 | 400 | 440 | 480 | 520 | 560 | 600 | 640 |

La singola barra deve essere prolungata oltre l'estremità limite per la copertura dell'area minima necessaria ad assorbire le sollecitazioni, per un tratto pari alla lunghezza di ancoraggio. La lunghezza di ancoraggio deve essere non minore di  $20\phi$  con un minimo di 150 mm (D.M. 17/01/2018 - punto 4.1.2.3.10).

Per il caso in esame, la lunghezza di ancoraggio  $l_b$ , che deve essere tale da consentire il trasferimento della forza normale  $P = f_{yd}(\pi\phi^2/4)$ , è calcolata come segue:

**Progetto:**

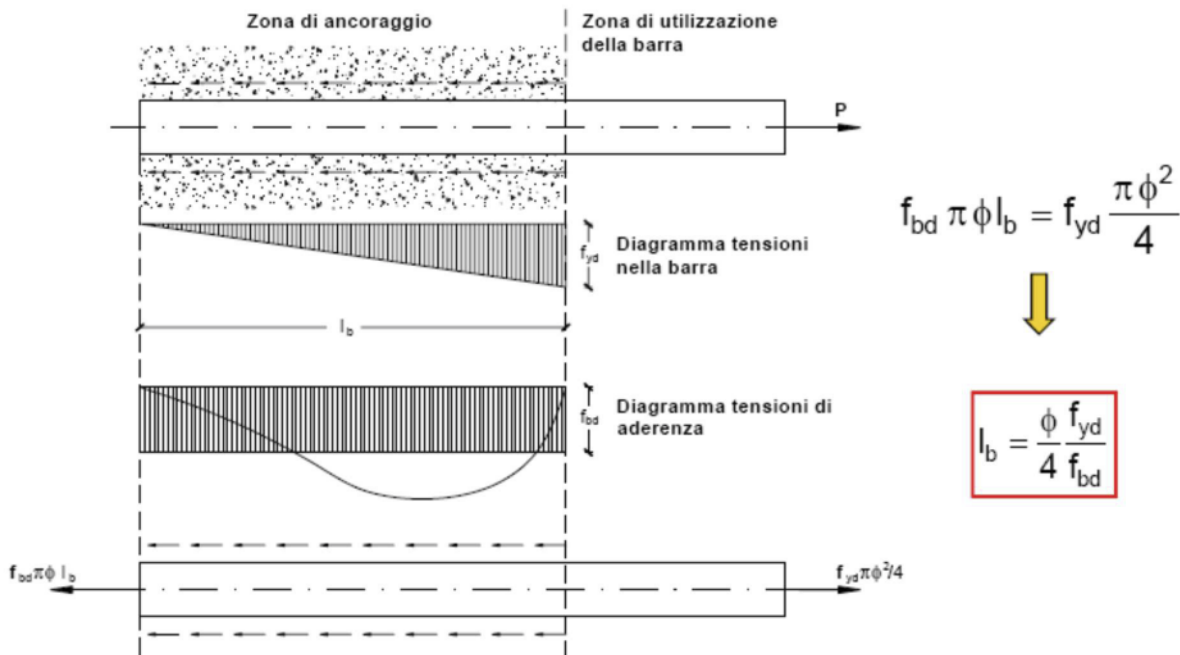
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento

|  |             |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  | Maggio 2021  | 41 di 20      |



dove  $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$  è la tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo e  $f_{bk} = 2.25 f_{ctk}$  è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza ( $\gamma = 1$  per  $\phi \leq 32$  mm).

Dal procedimento sopra esposto si deduce la lunghezza di ancoraggio  $l_b = 33 \phi$ .

La continuità tra le barre sarà effettuata mediante sovrapposizione. La sovrapposizione deve avere una lunghezza almeno tale da garantire l'ancoraggio di ciascuna barra. Tale lunghezza di sovrapposizione la si assume, in questa sede, almeno pari a 2 volte la lunghezza di ancoraggio  $l_b$ . La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione sarà minore o uguale a 4 volte il diametro delle barre sovrapposte.

## 6.5. MODELLAZIONE STRUTTURALE

### 6.5.1. Criteri di modellazione strutturale

L'analisi strutturale viene effettuata con il Metodo degli Elementi Finiti (F.E.M.) in ambiente PRO\_SAP PROfessional Structural Analysis Program della 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Tale metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. Ciascuno degli elementi finiti utilizzati per costruire il modello della struttura è un corpo solido caratterizzato da un materiale definito dai sopra riportati parametri:

|                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| coefficiente di Poisson             | $\nu$ [-]                       |
| modulo di Young tangenziale         | $G$ [daN/cm <sup>2</sup> ]      |
| coefficiente di dilatazione termica | $\alpha$ [°K <sup>-1</sup> ]    |
| peso specifico                      | $\gamma$ [daN/cm <sup>3</sup> ] |
| modulo di Young longitudinale       | $E$ [daN/cm <sup>2</sup> ]      |

e da  $m$  nodi ciascuno dei quali ha  $g \leq 6$  gradi di libertà:

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

| Rev: |  |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|------|--|--|--|--|--|-------------|----------|
| 00   |  |  |  |  |  | Maggio 2021 | 42 di 20 |

$m = n^\circ$  nodi

$g \leq 6 = n^\circ$  g.d.l. per nodo (3 traslazioni  $u_1, u_2, u_3$  e 3 rotazioni  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ , ovvero 3 forze  $f_1, f_2, f_3$  e 3 momenti  $m_1, m_2, m_3$ )

$n = m * g = n^\circ$  g.d.l. dell'elemento finito.

ed è definito dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.

Per ogni elemento finito esiste una matrice  $n * n$  di rigidità  $[K]_e$  che consente di definire il legame costitutivo dell'elemento finito tra il vettore delle forze  $\{f\}_e$  e il vettore degli spostamenti  $\{u\}_e$

$$[K]_e \{u\}_e = \{f\}_e \quad (I)$$

$$\{f\}_e = (\dots, f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3, \dots)$$

$$\{u\}_e = (\dots, u_1, u_2, u_3, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots)$$

Ogni elemento finito è sede di un sistema di spostamenti-deformazioni-tensioni indotto da tutte le azioni esterne (carichi), le azioni interne (trasmesse dagli altri elementi finiti) e le condizioni di vincolo.

Le 6 componenti di forza  $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , nei nodi comuni a più elementi sono pari alla somma delle componenti relative a tali elementi (equilibrio).

Le 6 componenti di spostamento nodale  $u_x, u_y, u_z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ , nei nodi comuni a più elementi sono identiche (congruenza).

Dopo aver operato per ciascun elemento finito una trasformazione di spostamenti nodali, forze nodali e matrice di rigidità, dalle coordinate locali (1,2,3) alle coordinate globali (x,y,z):

$$\{u\}_e \rightarrow \{u\}_e^* = \{\dots, u_x, u_y, u_z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z, \dots\}$$

$$\{f\}_e \rightarrow \{f\}_e^* = \{\dots, f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z, \dots\}$$

$$[K]_e \rightarrow [K]_e^*$$

le relazioni (I) diventano:

$$[K]_e^* \{u\}_e^* = \{f\}_e^*$$

e possono essere assemblate in un'unica equazione matriciale del tipo:

$$[K] \{u\} = \{f\} \Rightarrow \{u\} = [K]^{-1} \{f\} \quad (II)$$

che definisce il legame costitutivo della struttura forze nodali  $\{f\}$  – spostamenti nodali  $\{u\}$  nel riferimento globale (x,y,z).

Secondo il Metodo degli Spostamenti, le incognite del problema sono le componenti di spostamento dei nodi del vettore  $\{u\}$  nel sistema di riferimento globale. La soluzione del problema si ottiene risolvendo il sistema di equazioni algebriche lineari (II) i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura  $\{f\}$  opportunamente concentrati ai nodi:

|  |             |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |             |  |  |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |             |  |  |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  | Maggio 2021  | 43 di 20      |

- 1) determinazione degli spostamenti nodali  $\{u\}$  della struttura risolvendo la relazione (II), ovvero degli spostamenti  $u_x, u_y, u_z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$  di ogni nodo;
- 2) per trasformazione di coordinate, si risale alle componenti di spostamento locale  $(u_1, u_2, u_3, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$  dei nodi e quindi al vettore  $\{u\}_e$  di ciascun elemento finito;
- 3) dagli spostamenti  $\{u\}_e$ , utilizzando il legame costitutivo dell'elemento finito (I) si risale alle forze nodali  $\{f\}_e$ , da cui è possibile dedurre sollecitazioni, deformazioni e tensioni dell'elemento, riferite alla terna locale (1, 2, 3) dell'elemento stesso.

#### Informazioni sul codice di calcolo:

##### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo:

produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l., Ferrara  
 nome: PRO\_SAP PROfessional Structural Analysis Program  
 versione: PROFESSIONAL  
 codice utente: 001757/cli  
 nome utente: Massimo Magnotta  
 codice licenza: dsi3641  
 numero seriale: H622163X84664H4

##### Affidabilità dei codici utilizzati:

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:  
<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

##### Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati:

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

#### 6.5.2. Definizione del modello

Il modello strutturale agli elementi finiti, di cui di seguito si riportano delle immagini, è stato concepito mirando ad ottenere per quanto più possibile l'aderenza alla realtà.

Le strutture portanti del fabbricato in progetto saranno costituite da intelaiature in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La struttura fondale sarà costituita da platea realizzata in conglomerato cementizio armato ed avente spessore pari a 45 cm. La quota del piano di calpestio sarà raggiunta mediante vespaio aerato realizzato per mezzo di casseri a perdere tipo igloo

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MW<sub>p</sub> SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

*– Progetto definitivo –*

**Elaborato:**

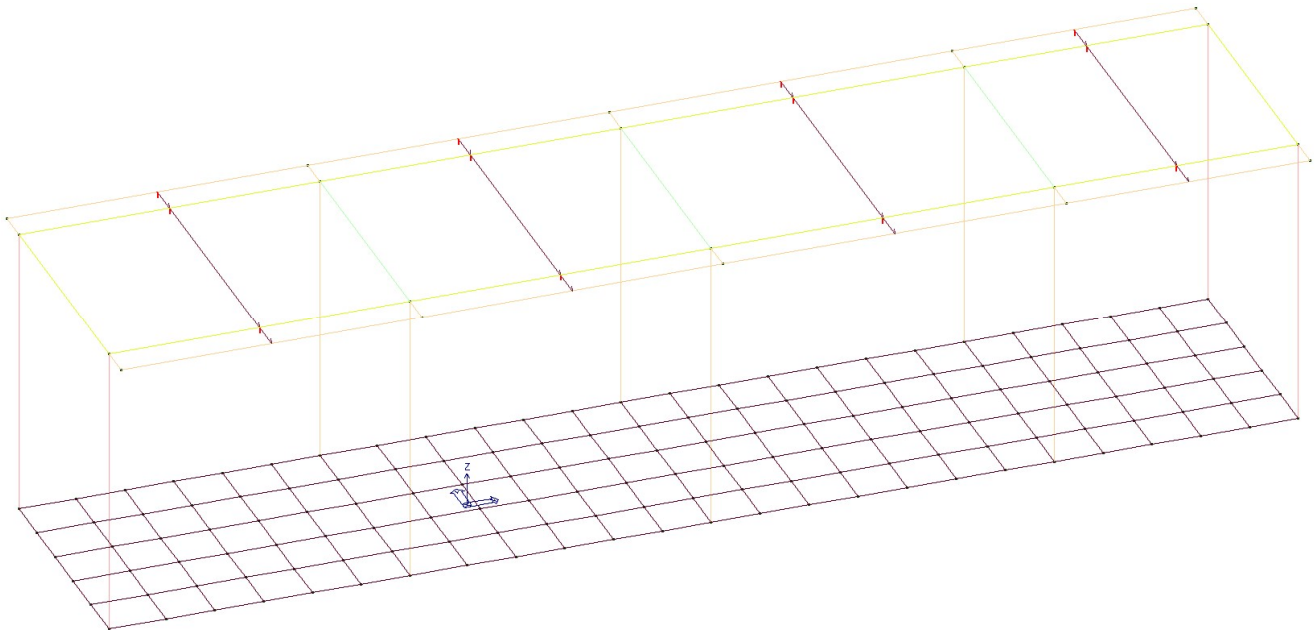
**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

| Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|------|--|--|--|--|-------------|----------|
| 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 44 di 20 |

e getto di completamento. La struttura in elevazione, realizzata in conglomerato cementizio armato gettato in opera, sarà costituita da telai orditi in entrambi le direzioni principali. Tali telai saranno costituiti, a loro volta, da travi calate aventi dimensioni in sezione pari a 30x50 cm, da travi a spessore di solaio aventi dimensioni in sezione pari a 60x25 cm e da pilastri aventi sezione di 30x50 cm e 30x40 cm.

Gli orizzontamenti saranno costituiti da solai in latero-cemento aventi spessore di 25 cm (20+5) realizzati con travetti prefabbricati in c.a.p. 9x12 cm e getto di completamento in c.a.o. di spessore pari a 5 cm.

Di seguito si riportano delle illustrazioni grafiche rappresentative del modello strutturale agli elementi finiti.



*Modello F.E.M. – Vista assometrica*

**Progetto:**

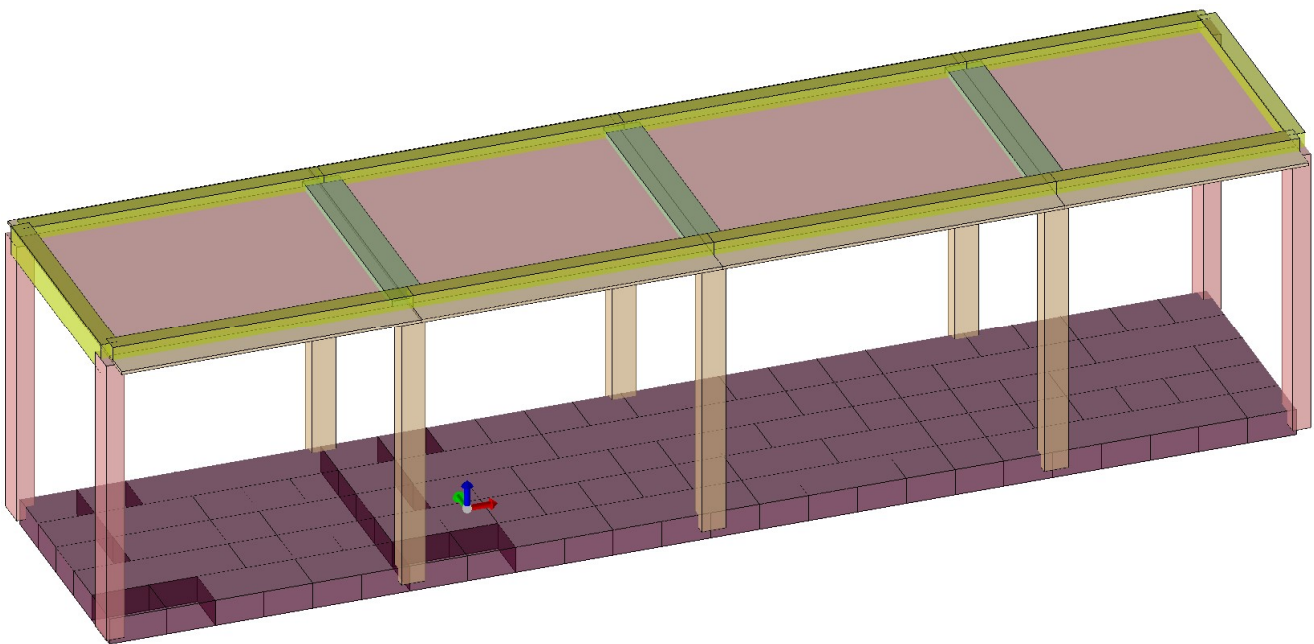
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

| Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|------|--|--|--|--|-------------|----------|
| 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 45 di 20 |



Modello F.E.M. – Vista assometrica 3D

Di seguito alcune informazioni sul modello agli elementi finiti.

| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: |     |
|--|-----|
| nodi   | 170 |
| elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)           | 67  |
| elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)           | 120 |
| elementi solaio                                      | 12  |
| elementi solidi                                      | 0   |
| Strutture verticali:                                 |     |
| Elementi di tipo asta                                | NO  |
| Pilastri   | SI  |
| Pareti   | NO  |
| Setti (a comportamento membranale)                   | NO  |
| Strutture non verticali:                             |     |
| Elementi di tipo asta                                | NO  |
| Travi  | SI  |
| Gusci  | NO  |
| Membrane   | NO  |
| Orizzontamenti:                                      |     |
| Solai con la proprietà piano rigido                  | SI  |
| Solai senza la proprietà piano rigido                | NO  |
| Tipo di vincoli:                                     |     |
| Nodi vincolati rigidamente                           | NO  |
| Nodi vincolati elasticamente                         | NO  |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 46 di 20      |

|   |    |
|---|----|
| Nodi con isolatori sismici                  | NO |
| Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo) | NO |
| Fondazioni di tipo trave                    | NO |
| Fondazioni di tipo platea                   | SI |
| Fondazioni con elementi solidi              | NO |

## 6.6. RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

### 6.6.1. Risultati analisi sismiche

L'analisi sismica effettuata è del tipo dinamica con spettro di risposta.

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva. Sono stati considerati 9 modi di vibrare in maniera tale da avere una sufficiente massa eccitata.

I dati caratterizzanti ciascun caso di carico sismico sono riportati di seguito.

| CDC | Tipo | Sigla Id                                 | Note                                      |
|-----|------|--|---|
| 8   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.00 (ecc. +) |   |
|     |      |  | categoria suolo: B                        |
|     |      |  | fattore di sito S = 1.342                 |
|     |      |  | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.242 g |
|     |      |  | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |  | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |  | periodo proprio T1: 0.340 sec.            |
|     |      |  | fattore q: 3.300                          |
|     |      |  | fattore per spost. mu d: 4.562            |
|     |      |  | classe di duttilità CD: B                 |
|     |      |  | numero di modi considerati: 9             |
|     |      |  | combinaz. modale: CQC                     |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | -170.00    | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | -170.00    | 0.0        | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X % | M efficace Y % | M efficace Z % | Energia | Energia x v |          |     |     |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|-------------|----------|-----|-----|
|                | Hz        | sec     | g              | x g            | Y %            | Z %            |         |             |          |     |     |
|                |           |         |                | daN            | daN            | daN            |         |             |          |     |     |
| 1              | 2.944     | 0.340   | 0.242          | 0.0            | 0.0            | 2.179e+05      | 97.1    | 0.0         | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 2              | 3.853     | 0.260   | 0.242          | 0.73           | 3.25e-04       | 0.0            | 0.0     | 1.013e+05   | 45.1     | 0.0 | 0.0 |
| 3              | 4.349     | 0.230   | 0.242          | 0.0            | 0.0            | 3577.63        | 1.6     | 0.0         | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 4              | 4.504     | 0.222   | 0.242          | 2.002e+05      | 89.2           | 0.0            | 0.0     | 2.15        | 9.59e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5              | 5.282     | 0.189   | 0.242          | 2.282e+04      | 10.2           | 0.0            | 0.0     | 6.20        | 2.76e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 6              | 7.192     | 0.139   | 0.259          | 0.04           | 1.96e-05       | 0.0            | 0.0     | 1.930e+04   | 8.6      | 0.0 | 0.0 |
| 7              | 9.281     | 0.108   | 0.273          | 1168.53        | 0.5            | 0.0            | 0.0     | 0.07        | 2.99e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.281          | 0.04           | 1.70e-05       | 5.80e-06       | 0.0     | 5289.13     | 2.4      | 0.0 | 0.0 |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.285          | 72.89          | 3.25e-02       | 3.62e-04       | 0.0     | 6.38e-03    | 2.84e-06 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |                | 2.214e+05      |         | 1.259e+05   |          |     |     |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |                | 98.65          |         | 56.08       |          |     |     |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 9   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -) |   |
|     |      |   | categoria suolo: B                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.342                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.242 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:0.0                    |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 47 di 20      |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note                              |
|-----|------|----------|-----------------------------------|
|     |      |          | eccentricità aggiuntiva: negativa |
|     |      |          | periodo proprio T1: 0.222 sec.    |
|     |      |          | fattore q: 3.300                  |
|     |      |          | fattore per spost. mu d: 6.457    |
|     |      |          | classe di duttilità CD: B         |
|     |      |          | numero di modi considerati: 9     |
|     |      |          | combinaz. modale: CQC             |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | 0.0        | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | 0.0        | 40.00      | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X % | M efficace Y % | M efficace Z % | Energia | Energia x v |          |     |     |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|-------------|----------|-----|-----|
|                | Hz        | sec     | g              | x g            | x g            | x g            |         |             |          |     |     |
|                |           |         |                | daN            | daN            | daN            |         |             |          |     |     |
| 1              | 2.976     | 0.336   | 0.242          | 0.0            | 0.0            | 2.214e+05      | 98.7    | 1.65e-04    | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 2              | 3.853     | 0.260   | 0.242          | 0.0            | 0.0            | 1.41e-03       | 0.0     | 1.013e+05   | 45.1     | 0.0 | 0.0 |
| 3              | 4.250     | 0.235   | 0.242          | 6055.77        | 2.7            | 0.0            | 0.0     | 0.0         | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 4              | 4.511     | 0.222   | 0.242          | 1.940e+05      | 86.4           | 0.0            | 0.0     | 0.0         | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 5              | 5.282     | 0.189   | 0.242          | 2.294e+04      | 10.2           | 0.0            | 0.0     | 0.0         | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 6              | 7.192     | 0.139   | 0.259          | 0.0            | 0.0            | 1.63e-03       | 0.0     | 1.930e+04   | 8.6      | 0.0 | 0.0 |
| 7              | 9.282     | 0.108   | 0.273          | 1168.93        | 0.5            | 0.0            | 0.0     | 0.0         | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.281          | 4.75e-06       | 0.0            | 9.15e-04       | 0.0     | 5291.06     | 2.4      | 0.0 | 0.0 |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.285          | 72.89          | 3.25e-02       | 1.35e-04       | 0.0     | 0.02        | 7.16e-06 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |                | 2.214e+05      |         | 1.259e+05   |          |     |     |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |                | 98.65          |         | 56.08       |          |     |     |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                  | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 10  | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +) |   |
|     |      |   | categoria suolo: B                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.342                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.242 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.340 sec.            |
|     |      |   | fattore q: 3.300                          |
|     |      |   | fattore per spost. mu d: 4.562            |
|     |      |   | classe di duttilità CD: B                 |
|     |      |   | numero di modi considerati: 9             |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | 170.00     | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | 170.00     | 0.0        | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X % | M efficace Y % | M efficace Z % | Energia | Energia x v |          |     |     |
|------|-----------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|-------------|----------|-----|-----|
|      | Hz        | sec     | g              | x g            | x g            | x g            |         |             |          |     |     |
|      |           |         |                | daN            | daN            | daN            |         |             |          |     |     |
| 1    | 2.944     | 0.340   | 0.242          | 0.0            | 0.0            | 2.179e+05      | 97.1    | 0.0         | 0.0      | 0.0 |     |
| 2    | 3.853     | 0.260   | 0.242          | 0.73           | 3.25e-04       | 0.0            | 0.0     | 1.013e+05   | 45.1     | 0.0 | 0.0 |
| 3    | 4.349     | 0.230   | 0.242          | 0.0            | 0.0            | 3577.63        | 1.6     | 0.0         | 0.0      | 0.0 | 0.0 |
| 4    | 4.504     | 0.222   | 0.242          | 2.002e+05      | 89.2           | 0.0            | 0.0     | 2.15        | 9.59e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5    | 5.282     | 0.189   | 0.242          | 2.282e+04      | 10.2           | 0.0            | 0.0     | 6.20        | 2.76e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 6    | 7.192     | 0.139   | 0.259          | 0.04           | 1.96e-05       | 0.0            | 0.0     | 1.930e+04   | 8.6      | 0.0 | 0.0 |
| 7    | 9.281     | 0.108   | 0.273          | 1168.49        | 0.5            | 0.0            | 0.0     | 0.07        | 3.07e-05 | 0.0 | 0.0 |



**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 48 di 20      |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace x g | X %      | M efficace x g | Y % | M efficace x g | Z %      | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------|----------------|-----|----------------|----------|---------|-------------|
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.281          | 0.04           | 1.66e-05 | 0.0            | 0.0 | 5292.14        | 2.4      | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.285          | 72.73          | 3.24e-02 | 2.28e-05       | 0.0 | 0.05           | 2.10e-05 | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |          | 2.214e+05      |     | 1.259e+05      |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |          | 98.65          |     | 56.08          |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                  | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 11  | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -) |   |
|     |      |   | categoria suolo: B                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.342                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.242 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.340 sec.            |
|     |      |   | fattore q: 3.300                          |
|     |      |   | fattore per spost. mu d: 4.562            |
|     |      |   | classe di duttilità CD: B                 |
|     |      |   | numero di modi considerati: 9             |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | -170.00    | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | -170.00    | 0.0        | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace x g | X %      | M efficace x g | Y %  | M efficace x g | Z %      | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------|----------------|------|----------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN            |          | daN            |      | daN            |          |         |             |
| 1              | 2.944     | 0.340   | 0.242          | 0.0            | 0.0      | 2.179e+05      | 97.1 | 0.0            | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 3.853     | 0.260   | 0.242          | 0.73           | 3.25e-04 | 0.0            | 0.0  | 1.013e+05      | 45.1     | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 4.349     | 0.230   | 0.242          | 0.0            | 0.0      | 3577.63        | 1.6  | 0.0            | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 4.504     | 0.222   | 0.242          | 2.002e+05      | 89.2     | 0.0            | 0.0  | 2.15           | 9.59e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 5.282     | 0.189   | 0.242          | 2.282e+04      | 10.2     | 0.0            | 0.0  | 6.20           | 2.76e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 7.192     | 0.139   | 0.259          | 0.04           | 1.96e-05 | 0.0            | 0.0  | 1.930e+04      | 8.6      | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 9.281     | 0.108   | 0.273          | 1168.53        | 0.5      | 0.0            | 0.0  | 0.07           | 2.99e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.281          | 0.04           | 1.70e-05 | 5.80e-06       | 0.0  | 5289.13        | 2.4      | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.285          | 72.89          | 3.25e-02 | 3.62e-04       | 0.0  | 6.38e-03       | 2.84e-06 | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |          | 2.214e+05      |      | 1.259e+05      |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |          | 98.65          |      | 56.08          |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 12  | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +) |   |
|     |      |   | categoria suolo: B                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.365 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.222 sec.            |
|     |      |   | numero di modi considerati: 9             |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | 0.0        | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | 0.0        | -40.00     | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 49 di 20      |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace x g | X %      | M efficace Y % | M efficace Z % | Energia   | Energia x v |     |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|-----------|-------------|-----|
|                | Hz        | sec     | g              | daN            |          | daN            | daN            |           |             |     |
| 1              | 2.976     | 0.336   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 2.214e+05      | 98.7           | 1.65e-04  | 0.0         | 0.0 |
| 2              | 3.853     | 0.260   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 1.41e-03       | 0.0            | 1.013e+05 | 45.1        | 0.0 |
| 3              | 4.250     | 0.235   | 0.365          | 6055.77        | 2.7      | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0         | 0.0 |
| 4              | 4.511     | 0.222   | 0.365          | 1.940e+05      | 86.4     | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0         | 0.0 |
| 5              | 5.282     | 0.189   | 0.365          | 2.294e+04      | 10.2     | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0         | 0.0 |
| 6              | 7.192     | 0.139   | 0.330          | 0.0            | 0.0      | 1.61e-03       | 0.0            | 1.930e+04 | 8.6         | 0.0 |
| 7              | 9.282     | 0.108   | 0.289          | 1168.93        | 0.5      | 0.0            | 0.0            | 2.69e-06  | 0.0         | 0.0 |
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.266          | 3.76e-06       | 0.0      | 1.15e-03       | 0.0            | 5290.91   | 2.4         | 0.0 |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.253          | 72.97          | 3.25e-02 | 3.02e-04       | 0.0            | 0.03      | 1.17e-05    | 0.0 |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |          | 2.214e+05      |                | 1.259e+05 |             |     |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |          | 98.65          |                | 56.08     |             |     |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 13  | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -) |   |
|     |      |   | categoria suolo: B                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.365 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.222 sec.            |
|     |      |   | numero di modi considerati: 9             |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | 0.0        | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | 0.0        | 40.00      | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace x g | X %      | M efficace Y % | M efficace Z % | Energia   | Energia x v |     |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|-----------|-------------|-----|
|                | Hz        | sec     | g              | daN            |          | daN            | daN            |           |             |     |
| 1              | 2.976     | 0.336   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 2.214e+05      | 98.7           | 1.65e-04  | 0.0         | 0.0 |
| 2              | 3.853     | 0.260   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 1.41e-03       | 0.0            | 1.013e+05 | 45.1        | 0.0 |
| 3              | 4.250     | 0.235   | 0.365          | 6055.77        | 2.7      | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0         | 0.0 |
| 4              | 4.511     | 0.222   | 0.365          | 1.940e+05      | 86.4     | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0         | 0.0 |
| 5              | 5.282     | 0.189   | 0.365          | 2.294e+04      | 10.2     | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0         | 0.0 |
| 6              | 7.192     | 0.139   | 0.330          | 0.0            | 0.0      | 1.63e-03       | 0.0            | 1.930e+04 | 8.6         | 0.0 |
| 7              | 9.282     | 0.108   | 0.289          | 1168.93        | 0.5      | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0         | 0.0 |
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.266          | 4.75e-06       | 0.0      | 9.15e-04       | 0.0            | 5291.06   | 2.4         | 0.0 |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.253          | 72.89          | 3.25e-02 | 1.35e-04       | 0.0            | 0.02      | 7.16e-06    | 0.0 |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |          | 2.214e+05      |                | 1.259e+05 |             |     |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |          | 98.65          |                | 56.08     |             |     |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                  | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 14  | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +) |   |
|     |      |   | categoria suolo: B                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.365 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.340 sec.            |
|     |      |   | numero di modi considerati: 9             |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 50 di 20      |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | 170.00     | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | 170.00     | 0.0        | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace x g | X %      | M efficace Y % | Y %  | M efficace Z % | Z %      | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------|----------------|------|----------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN            |          | daN            |      | daN            |          |         |             |
| 1              | 2.944     | 0.340   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 2.179e+05      | 97.1 | 0.0            | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 3.853     | 0.260   | 0.365          | 0.73           | 3.25e-04 | 0.0            | 0.0  | 1.013e+05      | 45.1     | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 4.349     | 0.230   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 3577.63        | 1.6  | 0.0            | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 4.504     | 0.222   | 0.365          | 2.002e+05      | 89.2     | 0.0            | 0.0  | 2.15           | 9.59e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 5.282     | 0.189   | 0.365          | 2.282e+04      | 10.2     | 0.0            | 0.0  | 6.20           | 2.76e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 7.192     | 0.139   | 0.330          | 0.04           | 1.96e-05 | 0.0            | 0.0  | 1.930e+04      | 8.6      | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 9.281     | 0.108   | 0.289          | 1168.49        | 0.5      | 0.0            | 0.0  | 0.07           | 3.07e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.266          | 0.04           | 1.66e-05 | 0.0            | 0.0  | 5292.14        | 2.4      | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.253          | 72.73          | 3.24e-02 | 2.28e-05       | 0.0  | 0.05           | 2.10e-05 | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |          | 2.214e+05      |      | 1.259e+05      |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |          | 98.65          |      | 56.08          |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                  | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 15  | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -) |   |
|     |      |   | categoria suolo: B                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.365 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.340 sec.            |
|     |      |   | numero di modi considerati: 9             |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 327.50  | 1.038e+05     | 1700.00 | 400.00  | -170.00    | 0.0        | 0.0     | 0.0     | 0.0        | 0.0         | 0.0         |
| 242.50  | 1.207e+05     | 1700.00 | 400.00  | -170.00    | 0.0        | 1700.00 | 400.00  | 1.244      | 0.0         | 0.0         |
| Risulta | 2.245e+05     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace x g | X %      | M efficace Y % | Y %  | M efficace Z % | Z %      | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------|----------------|------|----------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN            |          | daN            |      | daN            |          |         |             |
| 1              | 2.944     | 0.340   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 2.179e+05      | 97.1 | 0.0            | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 3.853     | 0.260   | 0.365          | 0.73           | 3.25e-04 | 0.0            | 0.0  | 1.013e+05      | 45.1     | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 4.349     | 0.230   | 0.365          | 0.0            | 0.0      | 3577.63        | 1.6  | 0.0            | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 4.504     | 0.222   | 0.365          | 2.002e+05      | 89.2     | 0.0            | 0.0  | 2.15           | 9.59e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 5.282     | 0.189   | 0.365          | 2.282e+04      | 10.2     | 0.0            | 0.0  | 6.20           | 2.76e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 7.192     | 0.139   | 0.330          | 0.04           | 1.96e-05 | 0.0            | 0.0  | 1.930e+04      | 8.6      | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 9.281     | 0.108   | 0.289          | 1168.53        | 0.5      | 0.0            | 0.0  | 0.07           | 2.99e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 10.993    | 0.091   | 0.266          | 0.04           | 1.70e-05 | 5.80e-06       | 0.0  | 5289.13        | 2.4      | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 12.320    | 0.081   | 0.253          | 72.89          | 3.25e-02 | 3.62e-04       | 0.0  | 6.38e-03       | 2.84e-06 | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.242e+05      |          | 2.214e+05      |      | 1.259e+05      |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 99.90          |          | 98.65          |      | 56.08          |          |         |             |

### 6.6.2. Risultati elementi tipo trave

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi monodimensionali di tipo trave, è possibile in relazione alle sottoriportate mappe di colore.

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

*– Progetto definitivo –*

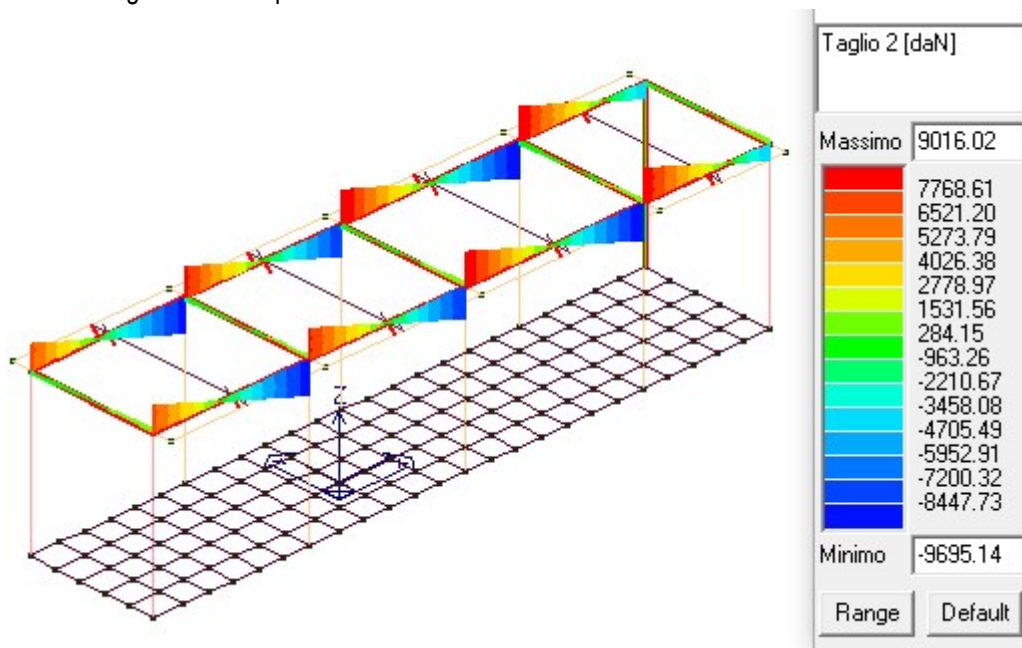
**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

| Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|------|--|--|--|--|-------------|----------|
| 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 51 di 20 |

Per il controllo dei risultati relativi alle tensioni negli elementi trave mediante diagrammi e mappe di colore, ad ogni trave corrisponde un diagramma con una rappresentazione cromatica a cui è associata una legenda che riporta i valori numerici delle sollecitazioni.

Di seguito si riportano alcune mappe di colore rappresentative delle sollecitazioni di taglio e momento flettente per combinazioni di carico peggiorative in condizioni statiche. Tali diagrammi sono utili ad una interpretazione qualitativa dello stato di sollecitazione degli elementi e permette la valutazione dell'affidabilità del modello di calcolo.



*Travi: Diagramma del taglio agente in direzione dell'asse locale 2-2*

**Progetto:**

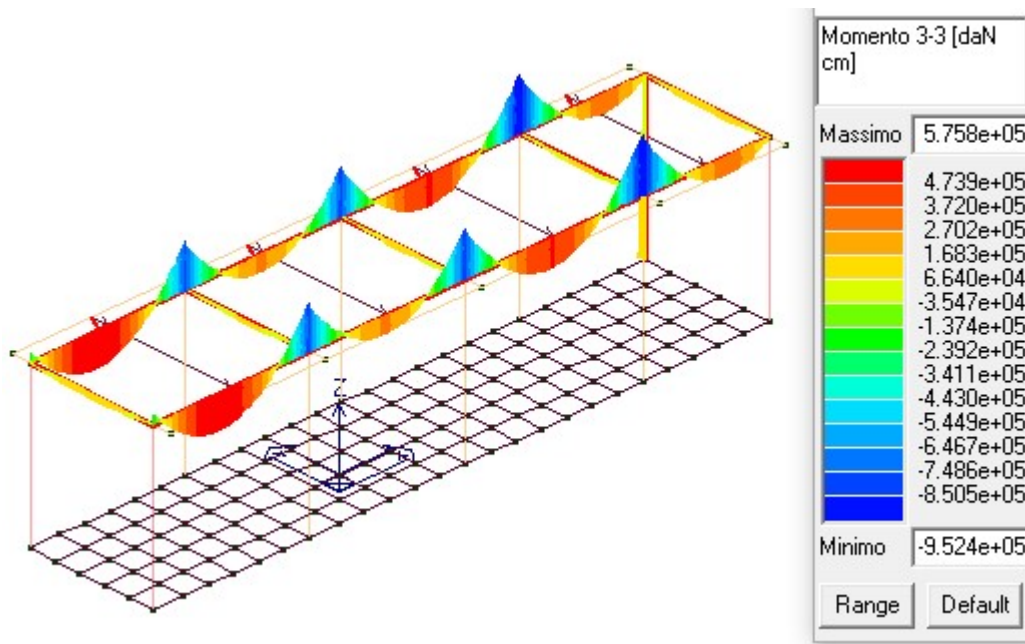
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento

|    |             |              |               |
|----|-------------|--------------|---------------|
|    | <b>Rev:</b> | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
| 00 |             | Maggio 2021  | 52 di 20      |



Travi: Diagramma del momento flettente agente attorno all'asse locale 3-3

### 6.6.3. Risultati elementi tipo pilastro

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi monodimensionali di tipo pilastro, è possibile in relazione alle sottoriportate mappe di colore.

Per il controllo dei risultati relativi alle tensioni negli elementi pilastro mediante diagrammi e mappe di colore, ad ogni pilastro corrisponde un diagramma con una rappresentazione cromatica a cui è associata una legenda che riporta i valori numerici delle sollecitazioni.

Di seguito si riporta una mappa di colore rappresentativa delle sollecitazioni di sforzo normale per la combinazione di carico peggiorativa in condizioni statiche. Tali diagrammi sono utili ad una interpretazione qualitativa dello stato di sollecitazione degli elementi e permette la valutazione dell'affidabilità del modello di calcolo.

**Progetto:**

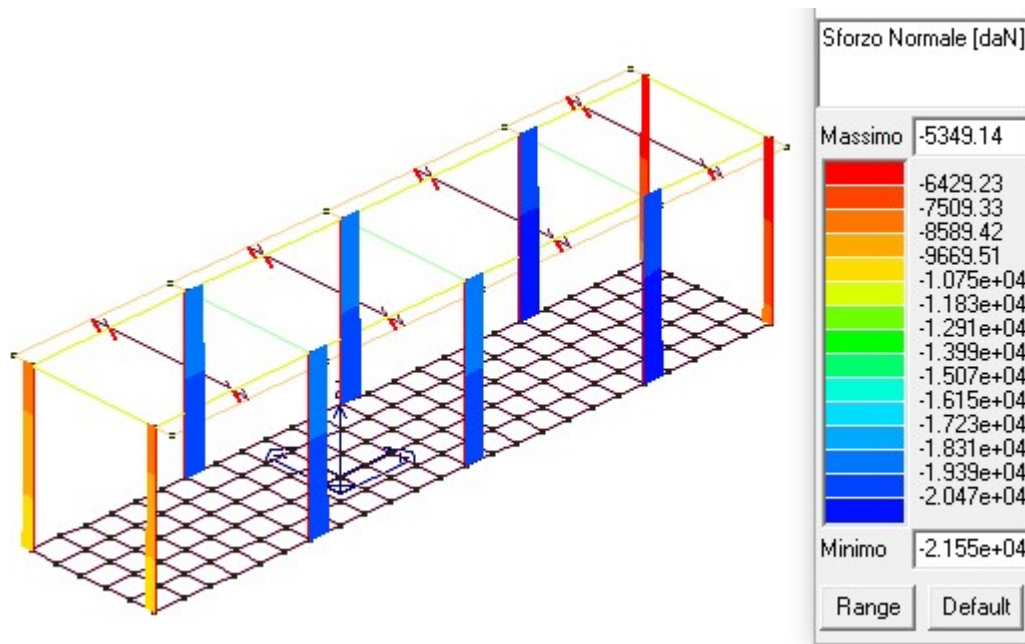
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento

|  |             |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  | Maggio 2021  | 53 di 20      |



*Pilastri: Diagramma dello sforzo normale*

#### 6.6.4. Risultati elementi tipo shell

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo shell, è possibile in relazione alle sottoriportate mappe di colore rappresentative degli stati tensionali.

Il controllo dei risultati relativi alle tensioni negli elementi D3 può avvenire anche mediante rappresentazione cromatica. Ad ogni elemento corrisponde la rappresentazione cromatica a cui è associata una legenda che riporta i valori numerici delle tensioni.

Di seguito si riporta una mappa di colore rappresentativa delle tensioni totali (membrana + flessione) ottenute mediante la formulazione di Von Mises per le combinazioni di carico peggiorative in condizioni statiche. Tali diagrammi sono utili ad una interpretazione qualitativa dello stato di sollecitazione degli elementi e permette la valutazione dell'affidabilità del modello di calcolo.

**Progetto:**

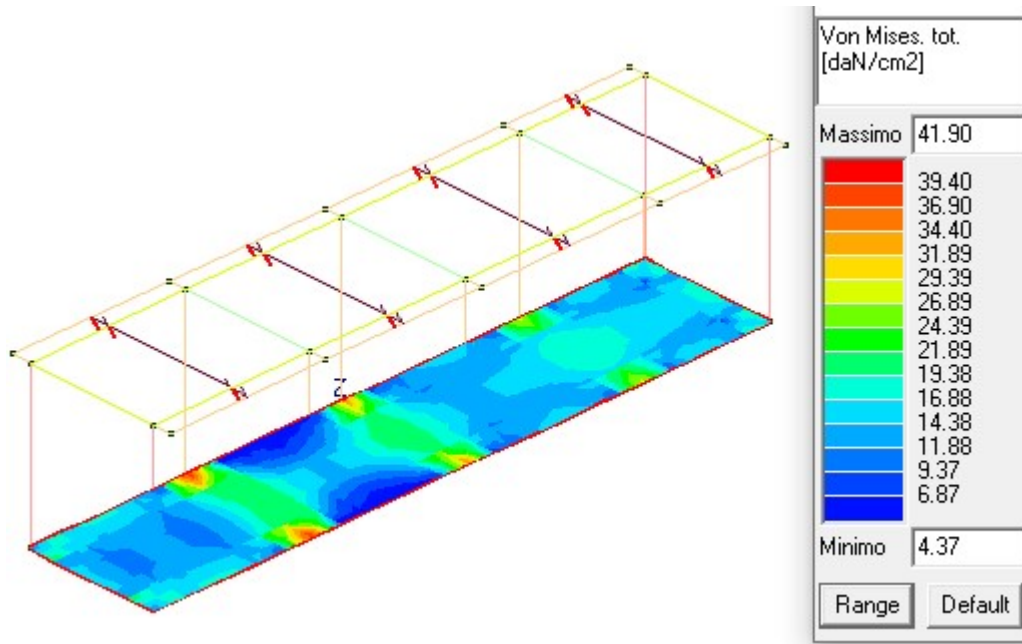
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 54 di 20      |



Mapa cromatica delle tensioni totali (membrana + flessione) ottenute mediante la formulazione di Von Mises

## 6.7. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE STRUTTURALI

### 6.6.5. Verifiche SLU elementi trave

Di seguito si riportano dei tabulati indicativi dei valori di verifica e delle armature previste in progetto.

#### Travi calate 30x50 cm.

| Trave    | Note             | Pos.<br>cm | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | <b>M<sub>T</sub> = 7</b> |       | <b>Z = 382.5</b> |           | <b>P = 1</b>         |           | <b>P = 5</b> |  | Staffe Rif. cmb<br>L=cm |
|----------|------------------|------------|------|---------|---------|----------|--------------------------|-------|------------------|-----------|----------------------|-----------|--------------|--|-------------------------|
|          |                  |            |      |         |         |          | x/d                      | V N/M | V V/T cls        | V V/T acc | V N/M                | V V/T cls | V V/T acc    |  |                         |
| 65       | ok,ok<br>s=3,m=3 | 0.0        | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.35  | 0.33             | 0.23      | 2d8/10 L=50 22,15,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 250.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.54  | 0.19             | 0.22      | 2d8/20 L=365 2,15,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 500.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.61  | 0.33             | 0.23      | 2d8/10 L=50 21,15,39 |           |              |  |                         |
| 53       | ok,ok<br>s=3,m=3 | 0.0        | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.66  | 0.32             | 0.23      | 2d8/10 L=50 19,15,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 250.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.28  | 0.18             | 0.22      | 2d8/20 L=360 2,15,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 500.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.69  | 0.32             | 0.23      | 2d8/10 L=50 21,15,39 |           |              |  |                         |
| 54       | ok,ok<br>s=3,m=3 | 0.0        | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.65  | 0.32             | 0.24      | 2d8/10 L=50 19,25,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 285.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.47  | 0.15             | 0.19      | 2d8/20 L=430 2,25,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 570.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.80  | 0.32             | 0.24      | 2d8/10 L=50 21,25,39 |           |              |  |                         |
| 55       | ok,ok<br>s=3,m=3 | 0.0        | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.73  | 0.33             | 0.24      | 2d8/10 L=50 2,25,39  |           |              |  |                         |
|          |                  | 202.5      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.23  | 0.22             | 0.27      | 2d8/20 L=270 2,25,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 405.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.37  | 0.33             | 0.24      | 2d8/10 L=50 19,25,39 |           |              |  |                         |
| Trave 59 | ok,ok<br>s=3,m=3 | 0.0        | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.84  | 0.25             | 0.16      | 2d8/10 L=50 24,24,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 205.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.10  | 0.23             | 0.28      | 2d8/20 L=260 2,24,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 410.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.84  | 0.25             | 0.16      | 2d8/10 L=50 27,24,39 |           |              |  |                         |
| Trave 67 | ok,ok<br>s=3,m=3 | 0.0        | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.37  | 0.33             | 0.23      | 2d8/10 L=50 23,12,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 250.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.54  | 0.19             | 0.22      | 2d8/20 L=365 2,12,39 |           |              |  |                         |
|          |                  | 500.0      | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11                     | 0.63  | 0.33             | 0.23      | 2d8/10 L=50 20,12,39 |           |              |  |                         |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 55 di 20      |

|                                |         |       |      |         |         |          |      |       |           |           |                      |
|--------------------------------|---------|-------|------|---------|---------|----------|------|-------|-----------|-----------|----------------------|
| 60                             | ok,ok   | 0.0   | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.68  | 0.32      | 0.23      | 2d8/10 L=50 18,12,39 |
|                                | s=3,m=3 | 250.0 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.28  | 0.18      | 0.22      | 2d8/20 L=360 2,12,39 |
|                                |         | 500.0 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.71  | 0.32      | 0.23      | 2d8/10 L=50 20,12,39 |
| 61                             | ok,ok   | 0.0   | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.67  | 0.32      | 0.24      | 2d8/10 L=50 18,26,39 |
|                                | s=3,m=3 | 285.0 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.47  | 0.15      | 0.19      | 2d8/20 L=430 2,26,39 |
|                                |         | 570.0 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.82  | 0.32      | 0.24      | 2d8/10 L=50 20,26,39 |
| 62                             | ok,ok   | 0.0   | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.73  | 0.33      | 0.24      | 2d8/10 L=50 2,26,39  |
|                                | s=3,m=3 | 202.5 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.23  | 0.22      | 0.27      | 2d8/20 L=270 2,26,39 |
|                                |         | 405.0 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.40  | 0.33      | 0.24      | 2d8/10 L=50 18,26,39 |
| <b>M_T= 13 Z=382.5 P=1 P=6</b> |         |       |      |         |         |          |      |       |           |           |                      |
| Trave                          | Note    | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d  | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe Rif. cmb      |
| 66                             | ok,ok   | 0.0   | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.93  | 0.24      | 0.16      | 2d8/10 L=50 12,12,39 |
|                                | s=3,m=3 | 205.0 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.10  | 0.22      | 0.28      | 2d8/20 L=260 2,12,39 |
|                                |         | 410.0 | 0.40 | 6.0     | 6.0     | 0.0      | 0.11 | 0.93  | 0.24      | 0.16      | 2d8/10 L=50 15,12,39 |

| Trave    | M negativo i | M positivo i | M negativo f | M positivo f | Luce per V | V M-i   | M+fV    | M+i | M-      |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------|---------|-----|---------|
| fVEd,min | VEd,max      | Vr1          | As           | As           | cm2        |         |         |     |         |
| cm daN   | daN cm       | daN cm       | daN cm       | daN cm       |            |         |         |     |         |
| 53       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 460.00     | 4404.57 | 4404.57 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 54       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 530.00     | 3822.84 | 3822.84 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 55       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 370.00     | 5475.95 | 5475.95 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 59       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 360.00     | 5628.06 | 5628.06 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 60       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 460.00     | 4404.57 | 4404.57 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 61       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 530.00     | 3822.84 | 3822.84 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 62       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 370.00     | 5475.95 | 5475.95 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 65       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 465.00     | 4357.21 | 4357.21 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 66       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 360.00     | 5628.06 | 5628.06 | 0.0 | 0.0 0.0 |
| 67       | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 1.013e+06    | 465.00     | 4357.21 | 4357.21 | 0.0 | 0.0 0.0 |

**Travi a spessore 60x25 cm**

|                                |         |       |      |         |         |          |      |       |           |           |                      |
|--------------------------------|---------|-------|------|---------|---------|----------|------|-------|-----------|-----------|----------------------|
| <b>M_T= 8 Z=382.5 P=2 P=7</b>  |         |       |      |         |         |          |      |       |           |           |                      |
| Trave                          | Note    | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d  | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe Rif. cmb      |
| 56                             | ok,ok   | 0.0   | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.68  | 0.17      | 0.05      | 4d8/5 L=50 15,12,39  |
|                                | s=4,m=3 | 205.0 | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.12  | 0.15      | 0.13      | 4d8/15 L=280 2,12,39 |
|                                |         | 410.0 | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.68  | 0.17      | 0.05      | 4d8/5 L=50 12,12,39  |
| <b>M_T= 9 Z=382.5 P=3 P=8</b>  |         |       |      |         |         |          |      |       |           |           |                      |
| Trave                          | Note    | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d  | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe Rif. cmb      |
| 57                             | ok,ok   | 0.0   | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.68  | 0.13      | 0.05      | 4d8/5 L=50 27,29,39  |
|                                | s=4,m=3 | 205.0 | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.13  | 0.11      | 0.13      | 4d8/15 L=280 2,29,39 |
|                                |         | 410.0 | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.68  | 0.13      | 0.05      | 4d8/5 L=50 24,29,39  |
| <b>M_T= 10 Z=382.5 P=4 P=9</b> |         |       |      |         |         |          |      |       |           |           |                      |
| Trave                          | Note    | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d  | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe Rif. cmb      |
| 58                             | ok,ok   | 0.0   | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.63  | 0.18      | 0.05      | 4d8/5 L=50 27,24,39  |
|                                | s=4,m=3 | 205.0 | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.12  | 0.15      | 0.13      | 4d8/15 L=280 2,24,39 |
|                                |         | 410.0 | 0.54 | 8.0     | 8.0     | 0.0      | 0.21 | 0.63  | 0.18      | 0.05      | 4d8/5 L=50 24,24,39  |

| Trave    | M negativo i | M positivo i | M negativo f | M positivo f | Luce per V | V M-i | M+fV | M+i | M- |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|------|-----|----|
| fVEd,min | VEd,max      | Vr1          | As           | As           | cm2        |       |      |     |    |
| cm daN   | daN cm       | daN cm       | daN cm       | daN cm       |            |       |      |     |    |



**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

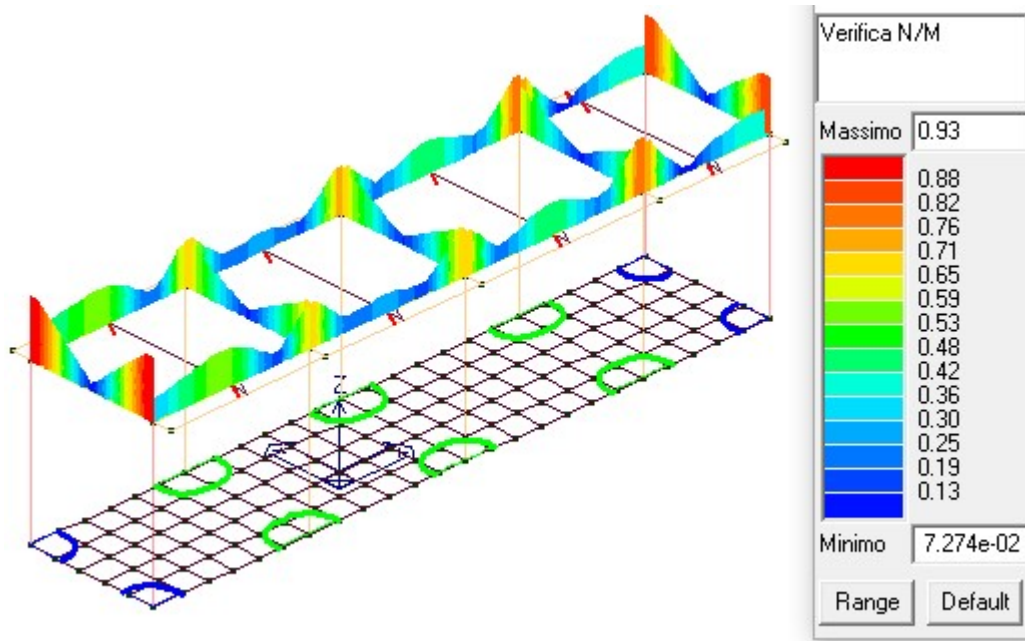
**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |  | Rev: |  |  |  |  | Data:       |  | Foglio   |  |  |
|--|--|------|--|--|--|--|-------------|--|----------|--|--|
|  |  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 |  | 56 di 20 |  |  |

| cm  | daN       | daN       | daN       | daN       | daN       | cm <sup>2</sup> |         |         |     |     |     |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|---------|---------|-----|-----|-----|
| 56  | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 380.00          | 3127.06 | 3127.06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.0 |           |           |           |           |           |                 |         |         |     |     |     |
| 57  | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 380.00          | 3127.06 | 3127.06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.0 |           |           |           |           |           |                 |         |         |     |     |     |
| 58  | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 5.941e+05 | 380.00          | 3127.06 | 3127.06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.0 |           |           |           |           |           |                 |         |         |     |     |     |

Di seguito si riporta una mappa di colore rappresentativa dei valori massimi della verifica a pressoflessione come rapporto  $E_d/R_d$  con  $E_d$  sollecitazione di progetto derivante da N e M33 e  $R_d$  sollecitazione ultima (Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 4.1.2.3.4); Verifica positiva se  $\leq 1$ .



La mappa di colore che segue illustra i risultati della verifica a taglio lato calcestruzzo (verifica della biella compressa di calcestruzzo), mediante l'espressione  $(T_d/T_u) + (V_d/V_u) \leq 1$  con T sollecitazione torcente e V sollecitazione tagliante (Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 4.1.2.3.5 – formula 4.1.28); Verifica positiva se  $\leq 1$ .

**Progetto:**

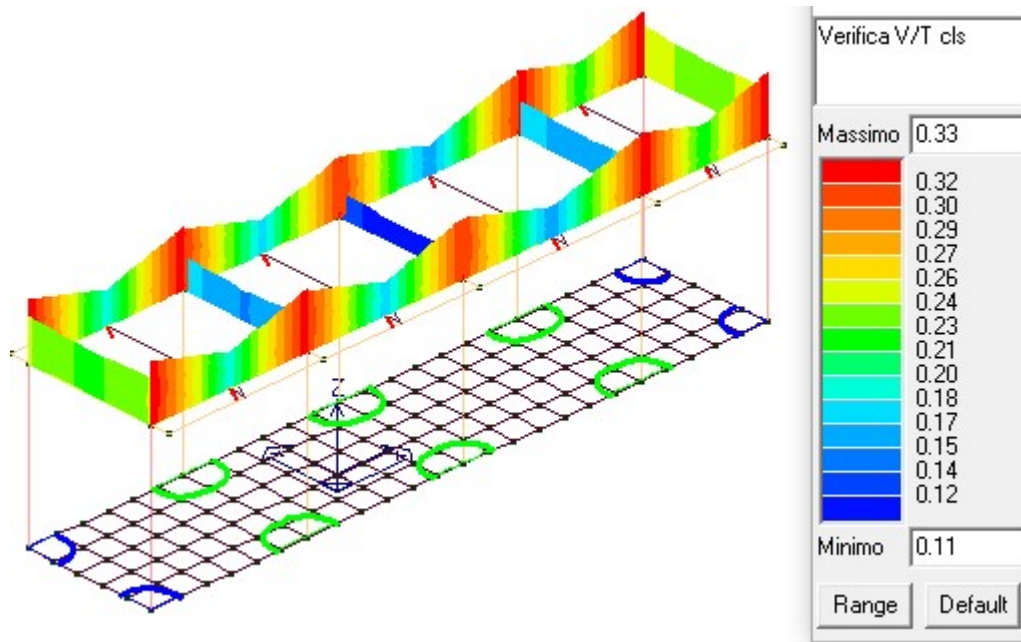
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

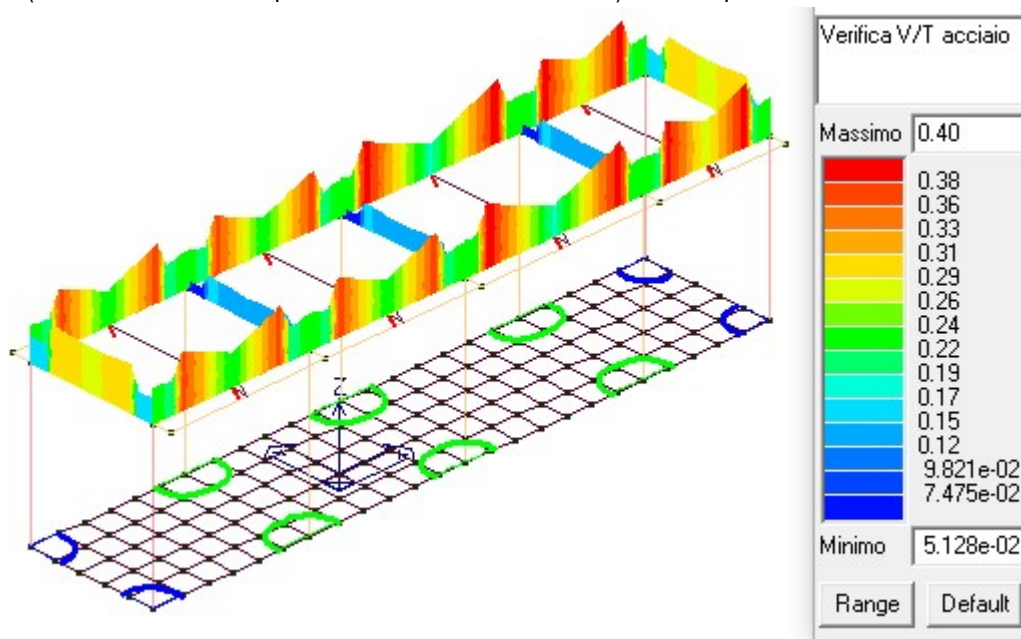
**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|    |             |              |               |
|----|-------------|--------------|---------------|
|    | <b>Rev:</b> | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
| 00 |             | Maggio 2021  | 57 di 20      |



La mappa di colore che segue illustra i risultati della verifica a taglio lato acciaio, ottenuta come rapporto tra la sollecitazione e la resistenza (Rif.: D.M. 17/01/2018, punto 4.1.2.3.5 – formula 4.1.27); Verifica positiva se  $\leq 1$ .



### 6.6.6. Verifiche SLU elementi pilastro

Di seguito si riportano dei tabulati indicativi dei valori di verifica e delle armature previste in progetto.

M\_P= 1 X=-595.0 Y=0.0

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|--|------|--|--|--|--|-------------|----------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 58 di 20 |

| Pilas.                         | Note            | Stato | Quota  | %Af  | r. snell. | Armat. long. | V N/M | V N sis | Staffe V V/T clsV V/T acc | Rif. |
|--------------------------------|-----------------|-------|--------|------|-----------|--------------|-------|---------|---------------------------|------|
| cmb                            |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | cm     |      |           |              |       |         | L=cm                      |      |
| 63                             | s=1,m=3         | ok,ok | -107.5 | 1.34 | 0.65      | 4d16 2+4 d16 | 0.69  | 0.07    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.33                       | 0.1332,35,30,26 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | 137.5  | 1.34 | 0.65      | 4d16 2+4 d16 | 0.11  | 0.07    | 2+2d8/15                  |      |
| L=3200.33                      | 0.3822,35,30,26 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                | [b=1.0;1.0]     |       | 382.5  | 1.34 | 0.65      | 4d16 2+4 d16 | 0.63  | 0.06    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.33                       | 0.1312,35,30,26 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| <b>M_P= 2 X=-95.0 Y=0.0</b>    |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| Pilas.                         | Note            | Stato | Quota  | %Af  | r. snell. | Armat. long. | V N/M | V N sis | Staffe V V/T clsV V/T acc | Rif. |
| cmb                            |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| 45                             | s=2,m=3         | ok,ok | -107.5 | 1.01 | 0.87      | 4d16 0+2 d16 | 0.82  | 0.12    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.0912,35,20,25 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | 137.5  | 1.01 | 0.87      | 4d16 0+2 d16 | 0.14  | 0.12    | 2+2d8/15                  |      |
| L=3200.23                      | 0.2812,35,20,25 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                | [b=1.0;1.0]     |       | 382.5  | 1.01 | 0.87      | 4d16 0+2 d16 | 0.64  | 0.11    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.0921,35,20,25 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| <b>M_P= 3 X=405.0 Y=0.0</b>    |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| Pilas.                         | Note            | Stato | Quota  | %Af  | r. snell. | Armat. long. | V N/M | V N sis | Staffe V V/T clsV V/T acc | Rif. |
| cmb                            |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| 46                             | s=2,m=3         | ok,ok | -107.5 | 1.01 | 0.88      | 4d16 0+2 d16 | 0.81  | 0.12    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.0924,35,20,12 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | 137.5  | 1.01 | 0.88      | 4d16 0+2 d16 | 0.14  | 0.11    | 2+2d8/15                  |      |
| L=3200.23                      | 0.2824,35,20,12 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                | [b=1.0;1.0]     |       | 382.5  | 1.01 | 0.88      | 4d16 0+2 d16 | 0.63  | 0.11    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.0916,35,20,12 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| <b>M_P= 4 X=975.0 Y=0.0</b>    |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| Pilas.                         | Note            | Stato | Quota  | %Af  | r. snell. | Armat. long. | V N/M | V N sis | Staffe V V/T clsV V/T acc | Rif. |
| cmb                            |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| 47                             | s=2,m=3         | ok,ok | -107.5 | 1.01 | 0.98      | 4d16 0+2 d16 | 0.75  | 0.13    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.1024,27,18,12 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | 137.5  | 1.01 | 0.98      | 4d16 0+2 d16 | 0.13  | 0.12    | 2+2d8/15                  |      |
| L=3200.23                      | 0.2924,27,18,12 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                | [b=1.0;1.0]     |       | 382.5  | 1.01 | 0.98      | 4d16 0+2 d16 | 0.58  | 0.12    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.1016,27,18,12 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| <b>M_P= 5 X=1380.0 Y=0.0</b>   |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| Pilas.                         | Note            | Stato | Quota  | %Af  | r. snell. | Armat. long. | V N/M | V N sis | Staffe V V/T clsV V/T acc | Rif. |
| cmb                            |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| 48                             | s=1,m=3         | ok,ok | -107.5 | 1.34 | 0.52      | 4d16 2+4 d16 | 0.61  | 0.06    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.32                       | 0.1324,27,39,15 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | 137.5  | 1.34 | 0.52      | 4d16 2+4 d16 | 0.11  | 0.05    | 2+2d8/15                  |      |
| L=3200.32                      | 0.3816,27,39,15 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                | [b=1.0;1.0]     |       | 382.5  | 1.34 | 0.52      | 4d16 2+4 d16 | 0.53  | 0.05    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.32                       | 0.1324,27,39,15 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| <b>M_P= 6 X=-595.0 Y=410.0</b> |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| Pilas.                         | Note            | Stato | Quota  | %Af  | r. snell. | Armat. long. | V N/M | V N sis | Staffe V V/T clsV V/T acc | Rif. |
| cmb                            |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| 64                             | s=1,m=3         | ok,ok | -107.5 | 1.34 | 0.65      | 4d16 2+4 d16 | 0.69  | 0.07    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.33                       | 0.1315,32,39,25 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | 137.5  | 1.34 | 0.65      | 4d16 2+4 d16 | 0.10  | 0.07    | 2+2d8/15                  |      |
| L=3200.33                      | 0.382,32,39,25  |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                | [b=1.0;1.0]     |       | 382.5  | 1.34 | 0.65      | 4d16 2+4 d16 | 0.63  | 0.06    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.33                       | 0.1315,32,39,25 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| <b>M_P= 7 X=-95.0 Y=410.0</b>  |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| Pilas.                         | Note            | Stato | Quota  | %Af  | r. snell. | Armat. long. | V N/M | V N sis | Staffe V V/T clsV V/T acc | Rif. |
| cmb                            |                 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
| 49                             | s=2,m=3         | ok,ok | -107.5 | 1.01 | 0.87      | 4d16 0+2 d16 | 0.82  | 0.12    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.0915,32,23,26 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                |                 |       | 137.5  | 1.01 | 0.87      | 4d16 0+2 d16 | 0.14  | 0.12    | 2+2d8/15                  |      |
| L=3200.23                      | 0.2815,32,23,26 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |
|                                | [b=1.0;1.0]     |       | 382.5  | 1.01 | 0.87      | 4d16 0+2 d16 | 0.69  | 0.11    | 2+2d8/5                   |      |
| L=850.23                       | 0.0920,32,23,26 |       |        |      |           |              |       |         |                           |      |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 59 di 20      |

| Pilas.    | Note                           | Stato | Quota  | %Af  | <b>M_P= 8</b><br>r. snell.  | <b>X=405.0</b><br>Armat. long.  | <b>Y=410.0</b><br>V N/M | V N sis | Staffe V V/T cls V V/T acc | Rif. |
|-----------|--------------------------------|-------|--------|------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------|----------------------------|------|
| cmb       |                                |       |        |      |                             |                                 |                         |         |                            |      |
| 50        | s=2,m=3                        | ok,ok | -107.5 | 1.01 | 0.88                        | 4d16 0+2 d16                    | 0.81                    | 0.12    | 2+2d8/5                    |      |
| L=850.23  | 0.0927,32,23,15                |       | 137.5  | 1.01 | 0.88                        | 4d16 0+2 d16                    | 0.14                    | 0.11    | 2+2d8/15                   |      |
| L=3200.23 | 0.2827,32,23,15                |       | 382.5  | 1.01 | 0.88                        | 4d16 0+2 d16                    | 0.67                    | 0.11    | 2+2d8/5                    |      |
| L=850.23  | [b=1.0;1.0]<br>0.0917,32,23,15 |       |        |      |                             |                                 |                         |         |                            |      |
| Pilas.    |                                |       |        |      | <b>M_P= 9</b><br>r. snell.  | <b>X=975.0</b><br>Armat. long.  | <b>Y=410.0</b><br>V N/M | V N sis | Staffe V V/T cls V V/T acc | Rif. |
| cmb       |                                |       |        |      |                             |                                 |                         |         |                            |      |
| 51        | s=2,m=3                        | ok,ok | -107.5 | 1.01 | 0.98                        | 4d16 0+2 d16                    | 0.75                    | 0.13    | 2+2d8/5                    |      |
| L=850.23  | 0.1027,24,17,15                |       | 137.5  | 1.01 | 0.98                        | 4d16 0+2 d16                    | 0.13                    | 0.12    | 2+2d8/15                   |      |
| L=3200.23 | 0.2927,24,17,15                |       | 382.5  | 1.01 | 0.98                        | 4d16 0+2 d16                    | 0.62                    | 0.12    | 2+2d8/5                    |      |
| L=850.23  | [b=1.0;1.0]<br>0.1017,24,17,15 |       |        |      |                             |                                 |                         |         |                            |      |
| Pilas.    |                                |       |        |      | <b>M_P= 10</b><br>r. snell. | <b>X=1380.0</b><br>Armat. long. | <b>Y=410.0</b><br>V N/M | V N sis | Staffe V V/T cls V V/T acc | Rif. |
| cmb       |                                |       |        |      |                             |                                 |                         |         |                            |      |
| 52        | s=1,m=3                        | ok,ok | -107.5 | 1.34 | 0.45                        | 4d16 2+4 d16                    | 0.61                    | 0.06    | 2+2d8/5                    |      |
| L=850.32  | 0.1327,24,39,12                |       | 137.5  | 1.34 | 0.45                        | 4d16 2+4 d16                    | 0.07                    | 0.05    | 2+2d8/15                   |      |
| L=3200.32 | 0.382,24,39,12                 |       | 382.5  | 1.34 | 0.45                        | 4d16 2+4 d16                    | 0.53                    | 0.05    | 2+2d8/5                    |      |
| L=850.32  | [b=1.0;1.0]<br>0.1327,24,39,12 |       |        |      |                             |                                 |                         |         |                            |      |

| Pilas. | sovr. Xi | sovr. Xf | sovr. Yi | sovr. Yf | M 2-2 i<br>daN cm | M 2-2 f<br>daN cm | M 3-3 i<br>daN cm | M 3-3 f<br>daN cm | Luce per V<br>cm | V M2-2V M3-3<br>daN daN |                |
|--------|----------|----------|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------------|----------------|
| 9      | 45       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 7.249e+05         | 7.098e+05         | 1.008e+06         | 9.883e+05        | 442.50                  | 3604.14 5013.8 |
| 0      | 46       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 7.197e+05         | 7.045e+05         | 1.002e+06         | 9.813e+05        | 442.50                  | 3578.27 4979.6 |
| 0      | 47       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 7.327e+05         | 7.176e+05         | 1.019e+06         | 9.987e+05        | 442.50                  | 3642.78 5064.9 |
| 7      | 48       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 1.001e+06         | 9.821e+05         | 1.812e+06         | 1.780e+06        | 442.50                  | 4975.26 9011.1 |
| 9      | 49       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 7.249e+05         | 7.098e+05         | 1.008e+06         | 9.883e+05        | 442.50                  | 3604.14 5013.8 |
| 0      | 50       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 7.197e+05         | 7.045e+05         | 1.002e+06         | 9.813e+05        | 442.50                  | 3578.27 4979.6 |
| 0      | 51       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 7.327e+05         | 7.176e+05         | 1.019e+06         | 9.987e+05        | 442.50                  | 3642.78 5064.9 |
| 7      | 52       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 1.001e+06         | 9.821e+05         | 1.812e+06         | 1.780e+06        | 442.50                  | 4975.26 9011.1 |
| 2      | 63       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 1.024e+06         | 1.006e+06         | 1.851e+06         | 1.821e+06        | 442.50                  | 5091.93 9203.7 |
| 2      | 64       | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0               | 1.024e+06         | 1.006e+06         | 1.851e+06         | 1.821e+06        | 442.50                  | 5091.93 9203.7 |

Di seguito si riporta una mappa di colore illustrativa dei valori massimi del rapporto Sd/Su, con Sd sollecitazione di progetto ed Su sollecitazione ultima. Verifica positiva per valori  $\leq 1$ .

**Progetto:**

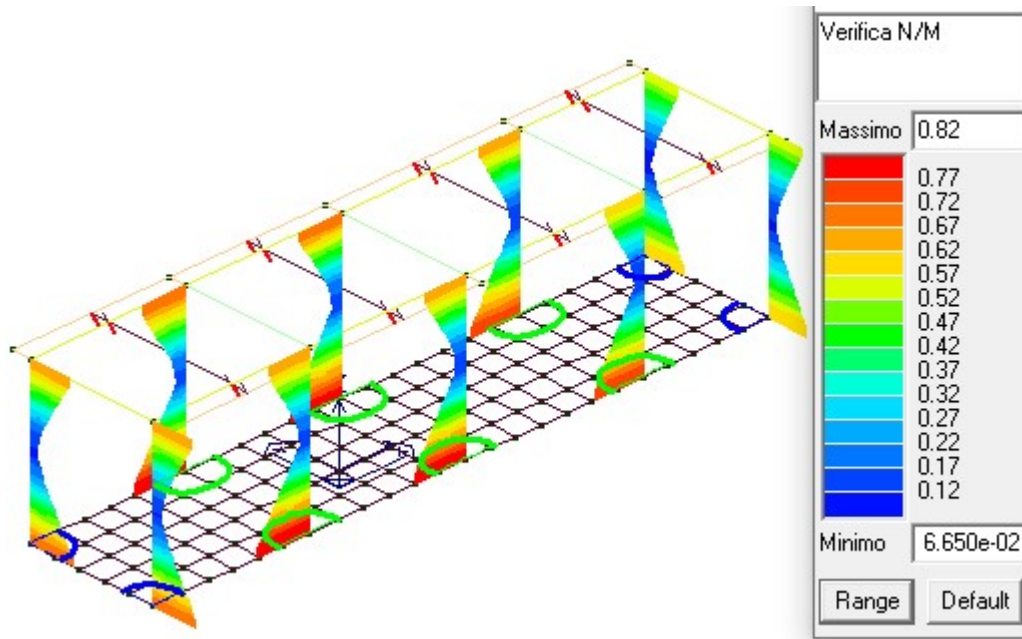
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

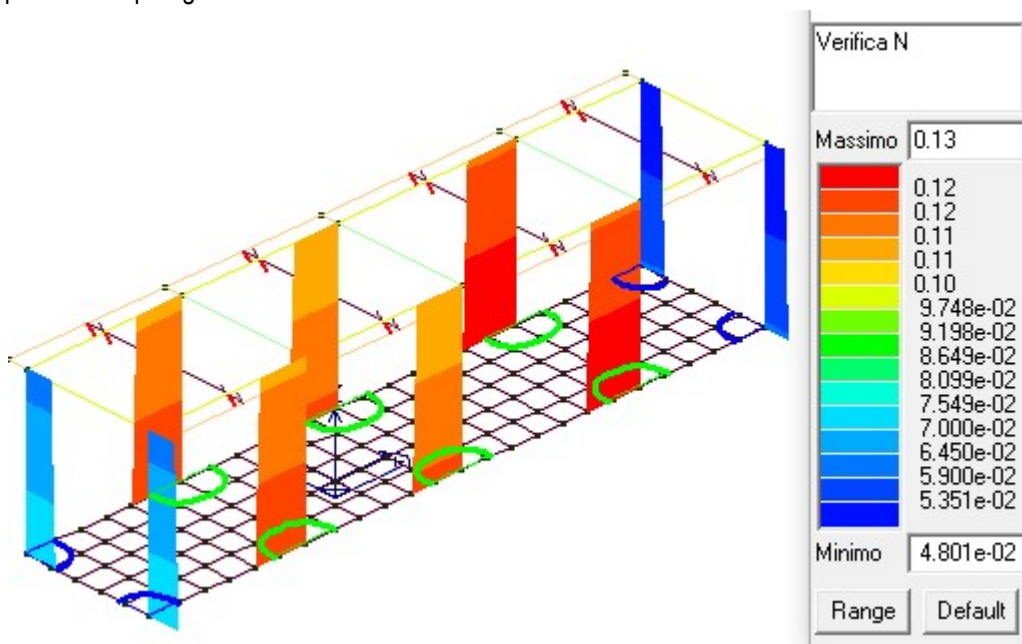
**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

| Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|------|--|--|--|--|-------------|----------|
| 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 60 di 20 |



Di seguito si riporta una mappa di colore che permette la visualizzazione dei valori della verifica a compressione del calcestruzzo prevista dal paragrafo 7.4.4.2.1 del D.M. 2018.



Con riferimento al paragrafo 4.1.2.3.5 del D.M. 2018, di seguito si riportano delle mappe di colore che permettono la visualizzazione dei valori massimi del rapporto  $S_d/S_u$ , lato calcestruzzo e lato acciaio, con sollecitazioni taglianti e torcenti

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

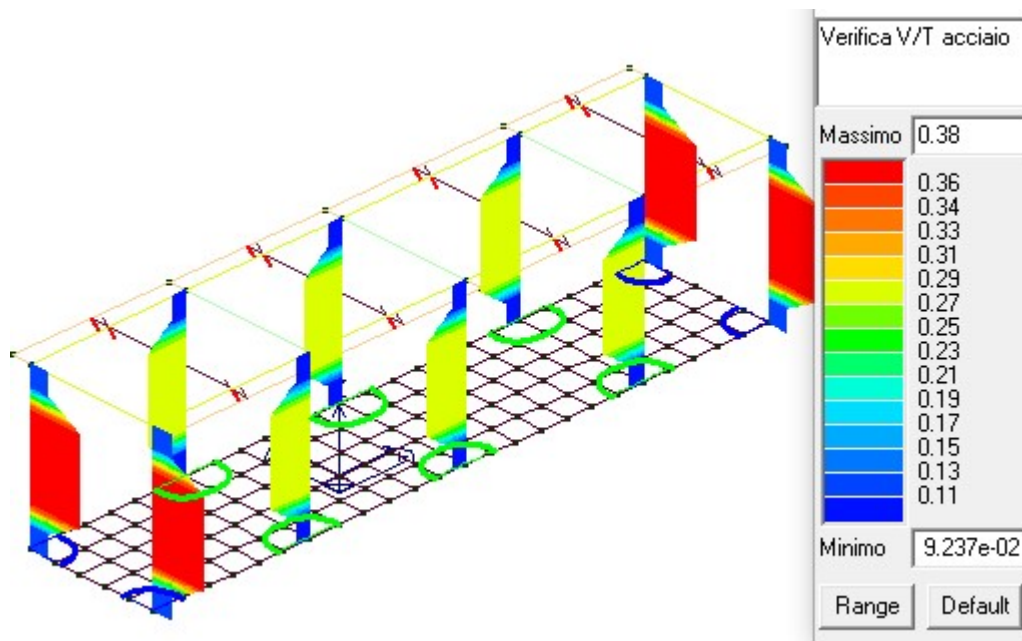
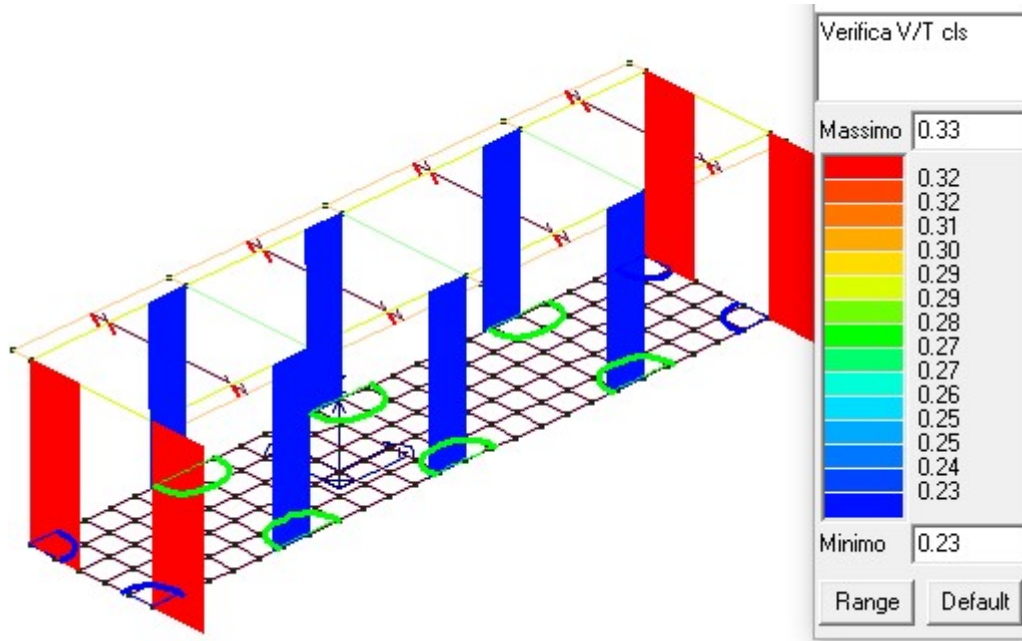
– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 61 di 20      |

proporzionali ( $S_d$  = sollecitazione di progetto,  $S_u$  = sollecitazione ultima). Il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



### 6.6.7. Verifiche SLU elementi guscio

Di seguito si riportano dei tabulati indicativi dei valori di verifica e delle armature previste in progetto.

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 62 di 20      |

| Nodo | Stato | x/d  | V N/M        | ver. rid | Af pr- | Af pr+ | Af sec- | Af sec+ | N x<br>daN/cm            | N y<br>daN/cm  | N xy<br>daN/cm         | M x<br>daN | M y<br>daN | M xy<br>daN |
|------|-------|------|--------------|----------|--------|--------|---------|---------|--------------------------|----------------|------------------------|------------|------------|-------------|
|      |       |      |              |          |        |        |         |         |                          |                |                        |            |            |             |
| 1    | ok    | 0.11 | 1.0 1.66e-02 | 11.1     | 8.0    | 8.6    | 8.0     | 8.0     | -6.9                     | -7.4           | -7.0 -1.572e+04        | -2778.2    | -2645.5    |             |
| 2    | ok    | 0.10 | 0.3 1.88e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -116.5                   | -2.7           | 2.5 1981.8             | 568.6      | 2230.1     |             |
| 3    | ok    | 0.10 | 0.2 1.92e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -118.7                   | -13.9          | 2.5 2305.0             | 130.4      | 1101.4     |             |
| 4    | ok    | 0.10 | 0.2 1.87e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -108.0                   | -2.9           | -0.2 2244.5            | 459.7      | -927.0     |             |
| 5    | ok    | 0.10 | 0.6 1.79e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 4.5                      | 7.7            | -5.4 6327.7            | 615.6      | -1973.7    |             |
| 6    | ok    | 0.11 | 1.0 1.73e-02 | 10.5     | 8.0    | 8.6    | 8.0     | 8.0     | -7.1                     | -8.6           | -8.0 -1.480e+04        | -2941.0    | -2634.2    |             |
| 7    | ok    | 0.10 | 0.7 1.87e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -5.2                     | -7.5           | -5.0 -5188.5           | -430.7     | 945.7      |             |
| 8    | ok    | 0.10 | 0.3 1.92e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -108.4                   | -3.4 -6.00e-02 | 3538.4                 | 454.4      | 1481.7     |             |
| 9    | ok    | 0.10 | 0.4 1.93e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -118.4                   | -5.8           | -1.2 4785.3            | 207.0      | -640.2     |             |
| 10   | ok    | 0.10 | 0.4 1.92e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -114.1                   | -5.4           | -2.9 5037.0            | 211.4      | -1644.5    |             |
| 11   | ok    | 0.10 | 0.4 1.85e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -104.5                   | -3.3           | -4.7 4577.6            | 474.7      | -2680.9    |             |
| 12   | ok    | 0.10 | 0.9 1.71e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 8.6                      | 7.0            | -6.0 9487.4            | 663.1      | -2812.9    |             |
| 13   | ok    | 0.11 | 0.9 1.51e-02 | 9.0      | 8.0    | 8.5    | 8.0     | 8.0     | -10.3                    | -7.8           | 6.0 -1.311e+04         | -2512.4    | 2027.1     |             |
| 14   | ok    | 0.10 | 0.6 1.15e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -24.4                    | -6.2           | -5.3 3420.9            | 424.5      | 1266.3     |             |
| 15   | ok    | 0.10 | 0.4 1.10e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -63.7                    | -3.3           | -3.7 5291.1            | 525.3      | -2110.0    |             |
| 16   | ok    | 0.10 | 0.6 1.05e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -64.6                    | -6.7           | -1.9 5988.5            | 1432.4     | -3506.8    |             |
| 17   | ok    | 0.11 | 0.9 1.20e-02 | 8.0      | 10.9   | 8.0    | 10.6    | 10.6    | 67.1                     | 12.5           | 7.8 7020.4             | 2117.7     | 9847.4     |             |
| 18   | ok    | 0.15 | 1.0 1.55e-02 | 16.6     | 13.4   | 21.8   | 17.2    | 17.2    | 40.2                     | -108.1         | 14.0 -3882.7 -535e+04  | 1.202e+04  |            |             |
| 19   | ok    | 0.10 | 0.4 1.03e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.6                      | -0.8 5.50e-02  | -3236.2                | 3611.4     | 1552.1     |             |
| 20   | ok    | 0.10 | 0.3 1.04e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -64.3                    | -7.6           | 0.8 981.5              | 2666.0     | 1949.8     |             |
| 21   | ok    | 0.10 | 0.3 1.12e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -63.5                    | -3.8           | 0.9 1642.9             | 2549.3     | 1246.2     |             |
| 22   | ok    | 0.10 | 0.3 1.13e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.4 7.68e-02             | -0.2           | 1091.7                 | 3288.0     | -1157.1    |             |
| 23   | ok    | 0.10 | 0.4 1.11e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.2                     | 0.3            | -0.1 -1019.0           | 4474.9     | -1577.8    |             |
| 24   | ok    | 0.10 | 0.8 1.04e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -59.7                    | 19.3           | -1.7 -1076.5 1.039e+04 | 271.1      |            |             |
| 25   | ok    | 0.10 | 0.4 1.12e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.6                     | -0.6           | -0.4 369.7             | 4101.0     | 2504.9     |             |
| 26   | ok    | 0.10 | 0.4 1.14e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -1.1                     | -0.1           | -0.3 3122.3            | 3301.4     | 1579.5     |             |
| 27   | ok    | 0.10 | 0.4 1.13e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -1.0 -3.53e-02 -9.19e-02 |                | 4689.1                 | 3050.1     | 569.8      |             |
| 28   | ok    | 0.10 | 0.4 1.11e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -66.2                    | -5.3           | -6.5 4218.8            | 2556.0     | -1852.0    |             |
| 29   | ok    | 0.10 | 0.5 1.08e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -66.4                    | -6.1           | -6.5 3764.7            | 2999.7     | -2607.1    |             |
| 30   | ok    | 0.10 | 0.5 1.03e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -49.2                    | -0.7           | -8.4 2441.8            | 3997.4     | -3174.6    |             |
| 31   | ok    | 0.10 | 0.9 8.59e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 3.1                      | -5.0           | 5.7 -1794.7            | 3079.5     | 2213.3     |             |
| 32   | ok    | 0.10 | 0.5 7.99e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -1.1                     | -0.3           | -0.1 2577.2            | 4350.3     | 2282.7     |             |
| 33   | ok    | 0.10 | 0.5 7.21e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -29.1                    | -3.8           | -15.4 3862.4           | 3404.2     | -2119.1    |             |
| 34   | ok    | 0.10 | 0.6 6.20e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -30.4                    | -10.1          | -15.0 4149.3           | 3787.3     | -2945.9    |             |
| 35   | ok    | 0.10 | 0.8 4.47e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -7.7                     | 1.2            | -21.8 2551.6           | 6891.4     | -4357.4    |             |
| 36   | ok    | 0.15 | 1.0 1.77e-02 | 8.0      | 9.9    | 11.2   | 20.8    | 20.8    | -26.1                    | -120.2         | 6.8 -1811.9 -1.861e+04 | -135.3     |            |             |
| 37   | ok    | 0.10 | 0.4 4.04e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.7                      | -0.6 -6.81e-02 | -2511.2                | 5380.0     | 369.7      |             |
| 38   | ok    | 0.10 | 0.4 3.97e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.4                      | -0.3           | -0.1 -275.0            | 5018.4     | 233.7      |             |
| 39   | ok    | 0.10 | 0.4 3.78e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.2 -1.88e-02            | -0.1           | 889.9                  | 5017.0     | -68.0      |             |
| 40   | ok    | 0.10 | 0.4 3.87e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 1.85e-02                 | 0.2            | -0.1 792.8             | 5458.3     | -353.1     |             |
| 41   | ok    | 0.10 | 0.5 3.93e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.2                     | 0.2 -3.71e-02  | -265.9                 | 6313.6     | -439.3     |             |
| 42   | ok    | 0.10 | 0.5 3.93e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.9                     | -0.3           | 0.2 -682.4             | 6878.3     | -49.5      |             |
| 43   | ok    | 0.10 | 0.5 3.90e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.3                     | -0.7 -9.57e-02 | 746.8                  | 6353.1     | 519.7      |             |
| 44   | ok    | 0.10 | 0.4 3.90e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.7                     | -0.5           | -0.1 2850.2            | 5513.4     | 474.1      |             |
| 45   | ok    | 0.10 | 0.4 3.90e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -1.0                     | -0.2 -6.89e-02 | 4300.2                 | 5079.6     | 182.9      |             |
| 46   | ok    | 0.10 | 0.4 4.13e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -1.1 -1.96e-02 -3.07e-02 |                | 4685.4                 | 5125.9     | -158.1     |             |
| 47   | ok    | 0.10 | 0.5 4.39e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -1.1 -2.03e-02 -1.86e-02 |                | 3986.7                 | 5657.6     | -459.1     |             |
| 48   | ok    | 0.10 | 0.5 4.42e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -17.5                    | 6.4            | -10.8 2083.9           | 5766.6     | -2322.6    |             |
| 49   | ok    | 0.10 | 0.6 4.42e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -14.3                    | 4.6            | -8.7 2161.6            | 5616.1     | -1935.7    |             |
| 50   | ok    | 0.10 | 0.5 4.07e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -12.2                    | 4.3            | -9.8 2806.8            | 5764.2     | -1628.1    |             |
| 51   | ok    | 0.10 | 0.5 4.21e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -1.3                     | -0.5 2.71e-02  | 4241.7                 | 6124.2     | 344.0      |             |
| 52   | ok    | 0.10 | 0.6 5.11e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -7.3                     | -5.8           | -15.3 3223.9           | 5103.2     | -2734.2    |             |
| 53   | ok    | 0.10 | 0.8 5.12e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 1.5                      | 3.4            | -22.5 2526.3           | 8504.2     | -2732.8    |             |
| 54   | ok    | 0.10 | 0.6 1.09e-02 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 9.6                      | 59.7           | -22.5 203.5            | 6828.8     | -2115.9    |             |
| 55   | ok    | 0.10 | 0.4 4.04e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.7                      | -0.6 6.81e-02  | -2511.2                | 5380.0     | -369.7     |             |
| 56   | ok    | 0.10 | 0.4 3.97e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.4                      | -0.3           | 0.1 -275.0             | 5018.4     | -233.7     |             |
| 57   | ok    | 0.10 | 0.4 3.78e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 0.2 -1.88e-02            | 0.1            | 889.9                  | 5017.0     | 68.0       |             |
| 58   | ok    | 0.10 | 0.4 3.87e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | 1.85e-02                 | 0.2            | 0.1 792.8              | 5458.3     | 353.1      |             |
| 59   | ok    | 0.10 | 0.5 3.93e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.2                     | 0.2 3.71e-02   | -265.9                 | 6313.6     | 439.3      |             |
| 60   | ok    | 0.10 | 0.5 3.93e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.9                     | -0.3           | -0.2 -682.4            | 6878.3     | 49.5       |             |
| 61   | ok    | 0.10 | 0.5 3.90e-03 | 8.0      | 8.0    | 8.0    | 8.0     | 8.0     | -0.3                     | -0.7 9.57e-02  | 746.8                  | 6353.1     | -519.7     |             |

**Progetto:****PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE***- Progetto definitivo -***Elaborato:****RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|           |    | Rev: |              |      |      |      | Data:       |        |           | Foglio    |            |            |         |
|-----------|----|------|--------------|------|------|------|-------------|--------|-----------|-----------|------------|------------|---------|
|           |    | 00   |              |      |      |      | Maggio 2021 |        |           | 63 di 20  |            |            |         |
| 62        | ok | 0.10 | 0.4 3.90e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -0.7   | -0.5      | 0.1       | 2850.2     | 5513.4     | -474.1  |
| 63        | ok | 0.10 | 0.4 3.90e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.0   | -0.2      | 6.89e-02  | 4300.2     | 5079.6     | -182.9  |
| 64        | ok | 0.10 | 0.4 4.13e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.1   | -1.96e-02 | 3.07e-02  | 4685.4     | 5125.9     | 158.1   |
| 65        | ok | 0.10 | 0.5 4.39e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.1   | -2.03e-02 | 1.86e-02  | 3986.7     | 5657.6     | 459.1   |
| 66        | ok | 0.10 | 0.5 4.42e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -17.5  | 6.4       | 10.8      | 2083.9     | 5766.6     | 2322.6  |
| 67        | ok | 0.10 | 0.6 4.42e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -15.0  | 6.1       | 11.6      | 1767.9     | 5789.1     | 2053.9  |
| 68        | ok | 0.10 | 0.5 4.07e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -15.1  | 6.3       | 11.7      | 2455.7     | 5920.4     | 1781.8  |
| 69        | ok | 0.10 | 0.5 4.21e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.3   | -0.5      | -6.87e-02 | 4306.1     | 6066.7     | -353.9  |
| 70        | ok | 0.10 | 0.6 5.11e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -7.3   | -5.8      | 15.3      | 3223.9     | 5103.2     | 2734.2  |
| 71        | ok | 0.10 | 0.8 5.12e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 1.5    | 3.4       | 22.5      | 2526.3     | 8504.2     | 2732.8  |
| 72        | ok | 0.10 | 0.6 1.09e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 9.6    | 59.7      | 22.5      | 203.5      | 6828.8     | 2115.9  |
| 73        | ok | 0.10 | 0.4 1.03e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 0.6    | -0.8      | -5.50e-02 | -3236.2    | 3611.4     | -1552.1 |
| 74        | ok | 0.10 | 0.3 1.04e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -61.2  | 8.4       | -2.4      | 615.2      | 2366.9     | -1741.1 |
| 75        | ok | 0.10 | 0.3 1.12e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -63.3  | -2.9      | -2.4      | 1790.3     | 2163.3     | -1158.1 |
| 76        | ok | 0.10 | 0.3 1.13e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 0.4    | 7.68e-02  | 0.2       | 1091.7     | 3288.0     | 1157.1  |
| 77        | ok | 0.10 | 0.4 1.11e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 0.2    | 0.7       | 0.9       | -1328.3    | 3664.3     | 2564.1  |
| 78        | ok | 0.10 | 0.8 1.04e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -60.0  | 19.0      | 3.8       | -1095.6    | 1.037e+04  | -415.1  |
| 79        | ok | 0.10 | 0.4 1.12e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -0.6   | -0.6      | 0.4       | 369.7      | 4101.0     | -2504.9 |
| 80        | ok | 0.10 | 0.4 1.14e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.1   | -0.1      | 0.3       | 3122.3     | 3301.4     | -1579.5 |
| 81        | ok | 0.10 | 0.4 1.13e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.0   | -3.53e-02 | 9.19e-02  | 4689.1     | 3050.1     | -569.8  |
| 82        | ok | 0.10 | 0.4 1.11e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.0   | -2.93e-04 | 4.25e-02  | 5085.2     | 3077.3     | 448.3   |
| 83        | ok | 0.10 | 0.5 1.08e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.0   | 3.44e-02  | 5.18e-02  | 4296.0     | 3384.8     | 1497.1  |
| 84        | ok | 0.10 | 0.5 1.03e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -61.9  | -2.5      | 10.5      | 1860.7     | 4328.1     | 3389.5  |
| 85        | ok | 0.10 | 0.9 8.59e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -47.4  | 16.4      | 6.6       | 1297.8     | 1.045e+04  | 1454.5  |
| 86        | ok | 0.10 | 0.5 7.99e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.1   | -0.3      | 0.1       | 2577.2     | 4350.3     | -2282.7 |
| 87        | ok | 0.10 | 0.5 7.21e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -1.5   | -0.2      | -4.44e-03 | 4699.2     | 3581.0     | -1195.4 |
| 88        | ok | 0.10 | 0.6 6.20e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -30.4  | -10.1     | 15.0      | 4149.3     | 3787.3     | 2945.9  |
| 89        | ok | 0.10 | 0.8 4.47e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -7.7   | 1.2       | 21.8      | 2551.6     | 6891.4     | 4357.4  |
| 90        | ok | 0.15 | 1.0 1.77e-02 | 8.0  | 9.9  | 11.2 | 20.8        | 29.9   | 119.9     | 12.2      | 4285.3     | 2.604e+04  | 3436.4  |
| 91        | ok | 0.11 | 1.0 1.66e-02 | 11.2 | 8.0  | 8.6  | 8.0         | -14.4  | -7.2      | 7.5       | -1.612e+04 | -2622.5    | 2512.8  |
| 92        | ok | 0.10 | 0.3 1.88e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -116.5 | -2.7      | -2.5      | 1981.8     | 568.6      | -2230.1 |
| 93        | ok | 0.10 | 0.2 1.92e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -118.7 | -13.9     | -2.5      | 2305.0     | 130.4      | -1101.4 |
| 94        | ok | 0.10 | 0.2 1.87e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 0.7    | 1.69e-02  | 3.15e-02  | 1188.6     | -216.7     | 734.8   |
| 95        | ok | 0.10 | 0.6 1.79e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -4.7   | -7.2      | -6.7      | -6128.7    | -652.9     | 394.9   |
| 96        | ok | 0.11 | 1.0 1.73e-02 | 10.7 | 8.0  | 8.7  | 8.0         | -8.0   | -8.8      | 8.8       | -1.522e+04 | -3031.4    | 2602.5  |
| 97        | ok | 0.10 | 0.7 1.87e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 2.5    | 7.2       | -7.4      | 7980.5     | 812.2      | -2528.1 |
| 98        | ok | 0.10 | 0.3 1.92e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -0.8   | 0.8       | -0.3      | 3408.9     | -62.0      | -1037.0 |
| 99        | ok | 0.10 | 0.4 1.93e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -0.9   | -4.37e-03 | -5.56e-04 | 4833.6     | -162.3     | -438.4  |
| 100       | ok | 0.10 | 0.4 1.92e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -0.8   | 5.01e-03  | 1.98e-04  | 5236.2     | -166.3     | 326.6   |
| 101       | ok | 0.10 | 0.4 1.85e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -104.5 | -3.3      | 4.7       | 4577.6     | 474.7      | 2680.9  |
| 102       | ok | 0.10 | 0.9 1.71e-02 | 8.0  | 8.2  | 8.0  | 8.1         | -105.9 | -9.9      | 4.5       | 2621.7     | 276.4      | 3608.1  |
| 103       | ok | 0.11 | 0.9 1.51e-02 | 9.2  | 8.0  | 8.5  | 8.0         | -19.5  | -7.8      | -6.5      | -1.358e+04 | -2322.7    | -1857.0 |
| 104       | ok | 0.10 | 0.6 1.15e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -71.0  | -5.6      | -0.8      | 2853.2     | 167.1      | -2146.5 |
| 105       | ok | 0.10 | 0.4 1.10e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -63.7  | -3.3      | 3.7       | 5291.1     | 525.3      | 2110.0  |
| 106       | ok | 0.10 | 0.6 1.05e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -64.6  | -6.7      | 1.9       | 5988.5     | 1432.4     | 3506.8  |
| 107       | ok | 0.11 | 0.9 1.26e-02 | 8.0  | 10.8 | 8.0  | 10.8        | 67.1   | 12.5      | -7.8      | 7020.4     | 2117.7     | -9847.4 |
| 108       | ok | 0.15 | 1.0 1.55e-02 | 16.6 | 13.4 | 21.8 | 17.2        | 40.2   | -108.1    | -14.0     | -3882.7    | -2.535e+04 | -       |
| 1.202e+04 |    |      |              |      |      |      |             |        |           |           |            |            |         |
| 125       | ok | 0.16 | 1.0 2.01e-02 | 8.0  | 11.1 | 12.2 | 21.7        | -30.7  | -136.3    | -13.5     | -3125.4    | -2.029e+04 | -406.5  |
| 126       | ok | 0.10 | 0.7 1.28e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 9.5    | 63.1      | 25.6      | 137.4      | 6964.8     | 2626.7  |
| 127       | ok | 0.15 | 1.0 1.73e-02 | 13.7 | 16.4 | 20.5 | 20.3        | 56.3   | -122.7    | -11.0     | -1355.5    | -2.541e+04 | -       |
| 1.021e+04 |    |      |              |      |      |      |             |        |           |           |            |            |         |
| 128       | ok | 0.15 | 1.0 1.72e-02 | 15.0 | 14.5 | 20.1 | 20.9        | 56.3   | -122.7    | 11.0      | -1355.5    | -          | -       |
| 2.541e+04 |    |      |              |      |      |      |             |        |           |           |            |            |         |
| 129       | ok | 0.10 | 0.8 9.78e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -0.1   | -0.4      | -0.5      | -4342.3    | 4280.9     | -543.9  |
| 130       | ok | 0.10 | 0.5 4.03e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 0.3    | -0.3      | 8.19e-02  | -1864.1    | 5840.5     | -323.2  |
| 131       | ok | 0.10 | 0.5 4.03e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 0.3    | -0.3      | -8.19e-02 | -1864.1    | 5840.5     | 323.2   |
| 132       | ok | 0.10 | 0.8 9.78e-03 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -51.0  | 20.2      | 1.8       | -1839.1    | 1.005e+04  | -707.5  |
| 133       | ok | 0.10 | 0.7 1.86e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -108.5 | -17.0     | -5.2      | -1885.2    | -249.8     | -5674.9 |
| 134       | ok | 0.10 | 0.6 1.86e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -5.0   | -4.1      | -4.9      | -5599.1    | -262.2     | 1335.6  |
| 135       | ok | 0.10 | 0.7 1.28e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | 9.5    | 63.1      | -25.6     | 137.4      | 6964.8     | -2626.7 |
| 136       | ok | 0.10 | 0.7 1.17e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -71.1  | -7.2      | 1.1       | 6953.1     | 1523.5     | 3975.6  |
| 137       | ok | 0.10 | 0.5 1.31e-02 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0         | -72.2  | -4.9      | 4.7       | 5911.5     | 303.2      | 2925.4  |



**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

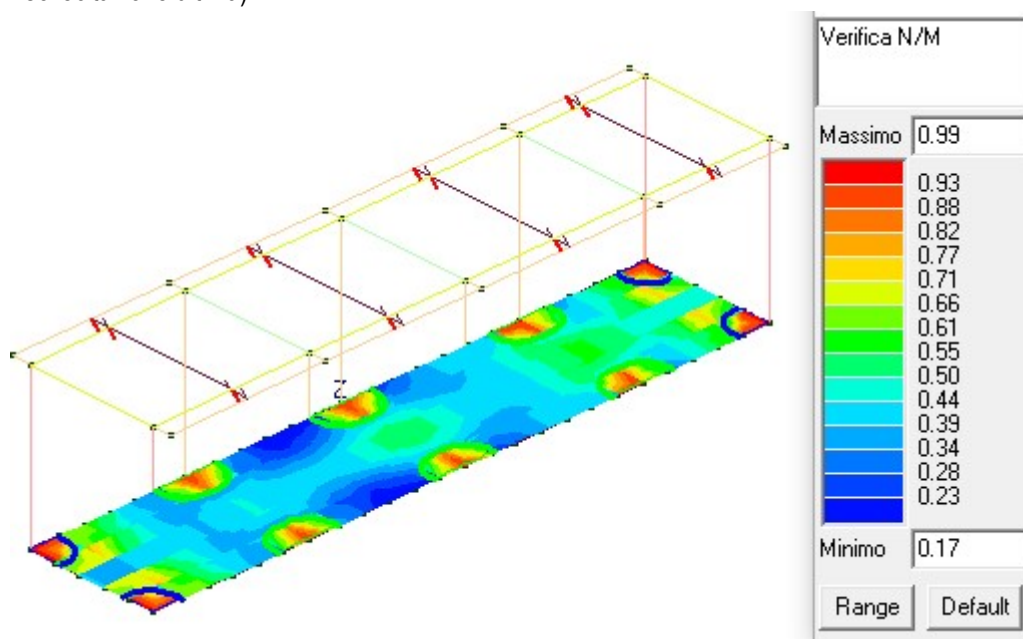
**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|    |  | Rev: |  |  |  |  | Data:       |  |  |  |  | Foglio   |  |
|----|--|------|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|----------|--|
| 00 |  |      |  |  |  |  | Maggio 2021 |  |  |  |  | 64 di 20 |  |

|           |    |      |     |          |     |      |      |      |       |          |           |         |           |         |
|-----------|----|------|-----|----------|-----|------|------|------|-------|----------|-----------|---------|-----------|---------|
| 138       | ok | 0.10 | 0.4 | 1.36e-02 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -80.0 | -2.8     | 4.1       | 4926.4  | 487.6     | 1194.3  |
| 139       | ok | 0.10 | 0.6 | 1.36e-02 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 10.1  | 7.1      | -4.6      | 6299.4  | 560.5     | -2239.4 |
| 140       | ok | 0.10 | 0.8 | 5.38e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -12.6 | -2.8     | 25.1      | 2823.2  | 6154.8    | 5417.3  |
| 141       | ok | 0.10 | 0.6 | 7.12e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -35.7 | -11.2    | 16.6      | 4520.5  | 2617.7    | 3749.7  |
| 142       | ok | 0.10 | 0.5 | 7.71e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -34.1 | -4.1     | 16.3      | 4447.4  | 2068.1    | 2766.9  |
| 143       | ok | 0.10 | 0.4 | 8.52e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 1.6   | 9.18e-02 | 3.10e-02  | 3608.6  | 2021.3    | -1815.7 |
| 144       | ok | 0.10 | 0.4 | 8.94e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 1.4   | 0.5      | 2.06e-02  | 409.2   | 3065.3    | -3171.2 |
| 145       | ok | 0.10 | 0.7 | 5.55e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -0.8  | 0.2      | 24.4      | 2466.4  | 7245.7    | 3403.2  |
| 146       | ok | 0.10 | 0.5 | 5.49e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -9.1  | -5.6     | 16.3      | 3251.7  | 3337.7    | 3332.8  |
| 147       | ok | 0.10 | 0.5 | 4.45e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -13.3 | 0.5      | 11.2      | 3373.5  | 2810.5    | 2544.1  |
| 148       | ok | 0.10 | 0.4 | 3.71e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 0.8   | 0.6      | 7.55e-02  | 3093.0  | 3956.5    | -523.9  |
| 149       | ok | 0.10 | 0.4 | 3.78e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 0.7   | 0.2      | 2.59e-02  | 467.7   | 4985.5    | -688.0  |
| 150       | ok | 0.10 | 0.7 | 5.55e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -0.8  | 0.2      | -24.4     | 2466.4  | 7245.7    | -3403.2 |
| 151       | ok | 0.10 | 0.5 | 5.49e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -9.1  | -5.6     | -16.3     | 3251.7  | 3337.7    | -3332.8 |
| 152       | ok | 0.10 | 0.5 | 4.45e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -13.3 | 0.5      | -11.2     | 3373.5  | 2810.5    | -2544.1 |
| 153       | ok | 0.10 | 0.4 | 3.71e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 0.8   | 0.6      | -7.55e-02 | 3093.0  | 3956.5    | 523.9   |
| 154       | ok | 0.10 | 0.4 | 3.78e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -16.6 | 8.9      | -8.2      | 862.1   | 4713.5    | -1292.1 |
| 155       | ok | 0.10 | 0.8 | 5.38e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -12.6 | -2.8     | -25.1     | 2823.2  | 6154.8    | -5417.3 |
| 156       | ok | 0.10 | 0.6 | 7.12e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -35.7 | -11.2    | -16.6     | 4520.5  | 2617.7    | -3749.7 |
| 157       | ok | 0.10 | 0.5 | 7.71e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -34.1 | -4.1     | -16.3     | 4447.4  | 2068.1    | -2766.9 |
| 158       | ok | 0.10 | 0.4 | 8.52e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 1.6   | 9.18e-02 | -3.10e-02 | 3608.6  | 2021.3    | 1815.7  |
| 159       | ok | 0.10 | 0.4 | 8.94e-03 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 1.2   | 0.6      | 0.5       | -699.1  | 2624.1    | 3634.8  |
| 160       | ok | 0.16 | 1.0 | 2.01e-02 | 8.0 | 10.5 | 12.2 | 21.8 | 22.2  | 124.8    | -8.8      | 3208.5  | 2.684e+04 | -4407.1 |
| 161       | ok | 0.10 | 0.7 | 1.17e-02 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -71.1 | -7.2     | -1.1      | 6953.1  | 1523.5    | -3975.6 |
| 162       | ok | 0.10 | 0.5 | 1.31e-02 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -72.2 | -4.9     | -4.7      | 5911.5  | 303.2     | -2925.4 |
| 163       | ok | 0.10 | 0.4 | 1.36e-02 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -80.0 | -2.8     | -4.1      | 4926.4  | 487.6     | -1194.3 |
| 164       | ok | 0.10 | 0.6 | 1.36e-02 | 8.0 | 8.0  | 8.0  | 8.0  | -3.2  | -6.3     | -5.5      | -4018.3 | -604.8    | 1425.8  |
| 169       | ok | 0.12 | 1.0 | 1.17e-02 | 8.6 | 11.7 | 8.6  | 11.7 | -71.4 | -16.6    | -12.8     | -58.1   | -426.4    | -       |
| 1.347e+04 |    |      |     |          |     |      |      |      |       |          |           |         |           |         |
| 170       | ok | 0.12 | 1.0 | 1.17e-02 | 8.6 | 11.7 | 8.6  | 11.7 | 82.2  | 26.7     | -9.5      | 7565.6  | 2537.6    | -       |
| 1.023e+04 |    |      |     |          |     |      |      |      |       |          |           |         |           |         |

Di seguito si riporta la visualizzazione, mediante mappe di colore, dei valori massimi del rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime proporzionali; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva (Sd = sollecitazione di progetto, Su = sollecitazione ultima).



**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 65 di 20      |

**6.6.8. Verifiche SLE elementi trave**

Di seguito vengono riportati i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

La verifica alle tensioni di esercizio richiede che:

Combinazioni "rara"

$$rRfck = \sigma_c / f_{ck} < 0.60$$

$$rRfyk = \sigma_f / f_{yk} < 0.80$$

Combinazioni "quasi permanente"

$$rPfck = \sigma_c / f_{ck} < 0.45$$

La verifica a fessurazione richiede che (condizioni ambientali b = aggressive):

Combinazioni "frequente"

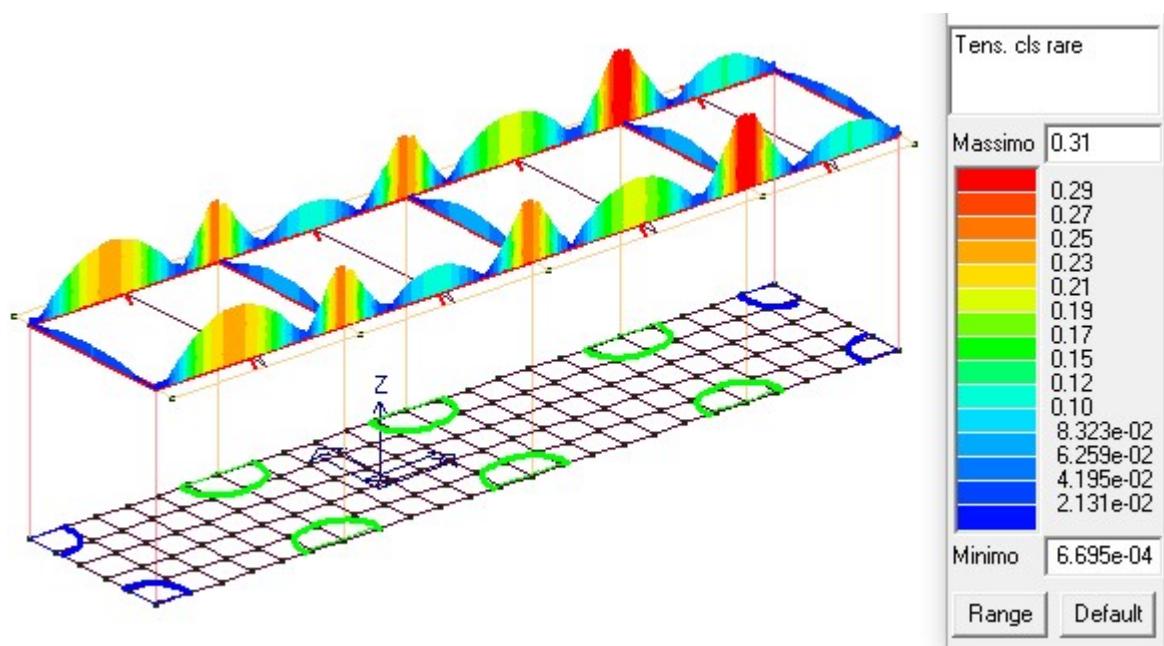
$$W_d = w_F \leq 0.3mm$$

Combinazioni "quasi permanente"

$$W_d = w_P \leq 0.2mm$$

Le sopra riportate relazioni risultano verificate.

Di seguito si riportano delle mappe di colore rappresentative delle suddette verifiche.



Tensioni calcestruzzo rare: formula 4.1.15 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono < 1

**Progetto:**

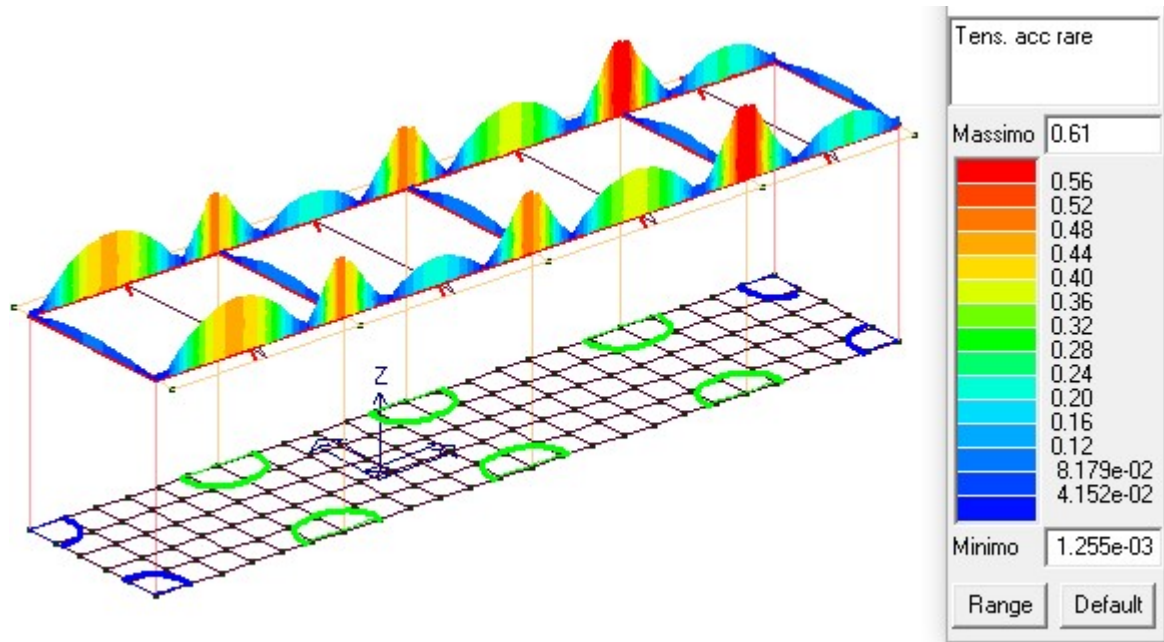
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

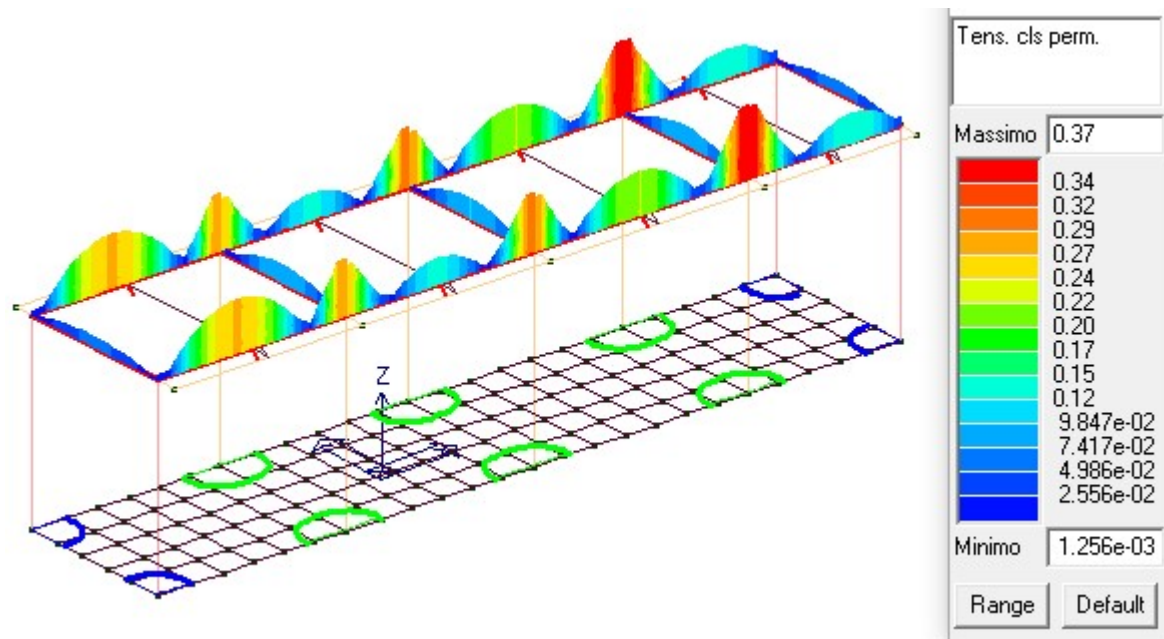
**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|    |             |              |               |
|----|-------------|--------------|---------------|
|    | <b>Rev:</b> | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
| 00 |             | Maggio 2021  | 66 di 20      |



Tensioni acciaio rare: formula 4.1.17 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono  $< 1$



Tensioni calcestruzzo perm.: formula 4.1.16 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono  $< 1$

Non si prevede apertura di fessure.

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 67 di 20      |

### 6.6.9. Verifiche SLE elementi pilastro

Di seguito vengono riportati i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

La verifica alle tensioni di esercizio richiede che:

Combinazioni "rara"

$$rRfck = \sigma_c / f_{ck} < 0.60$$

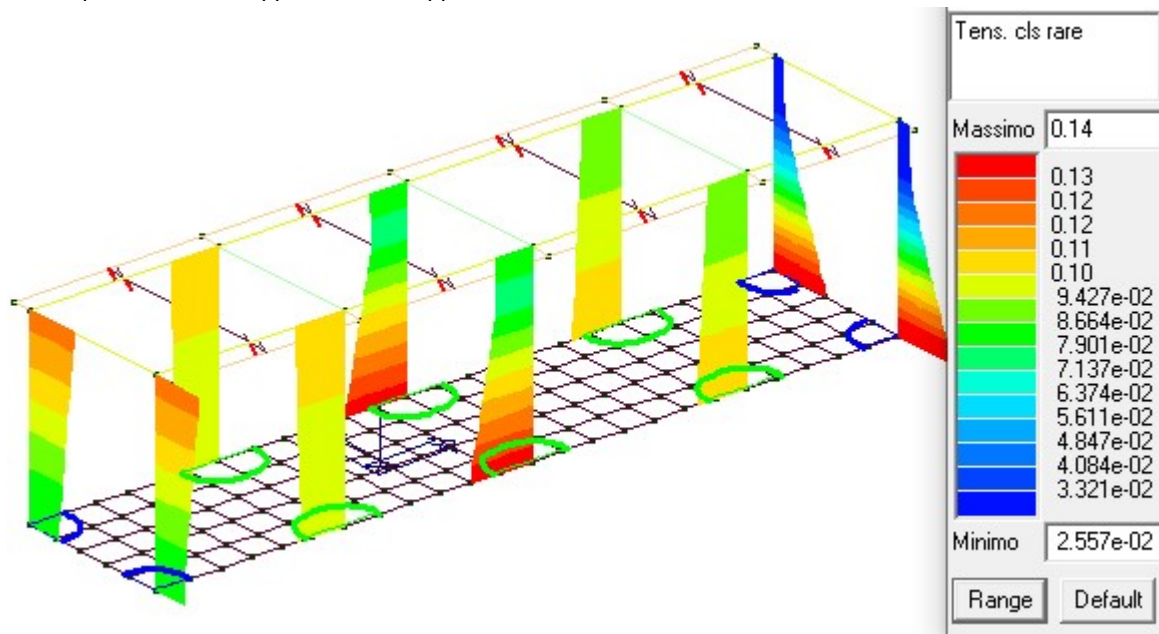
$$rRfyk = \sigma_f / f_{yk} < 0.80$$

Combinazioni "quasi permanente"

$$rPfck = \sigma_c / f_{ck} < 0.45$$

Le sopra riportate relazioni risultano verificate.

Di seguito si riportano delle mappe di colore rappresentative delle suddette verifiche.



Tensioni calcestruzzo rare: formula 4.1.15 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono < 1

**Progetto:**

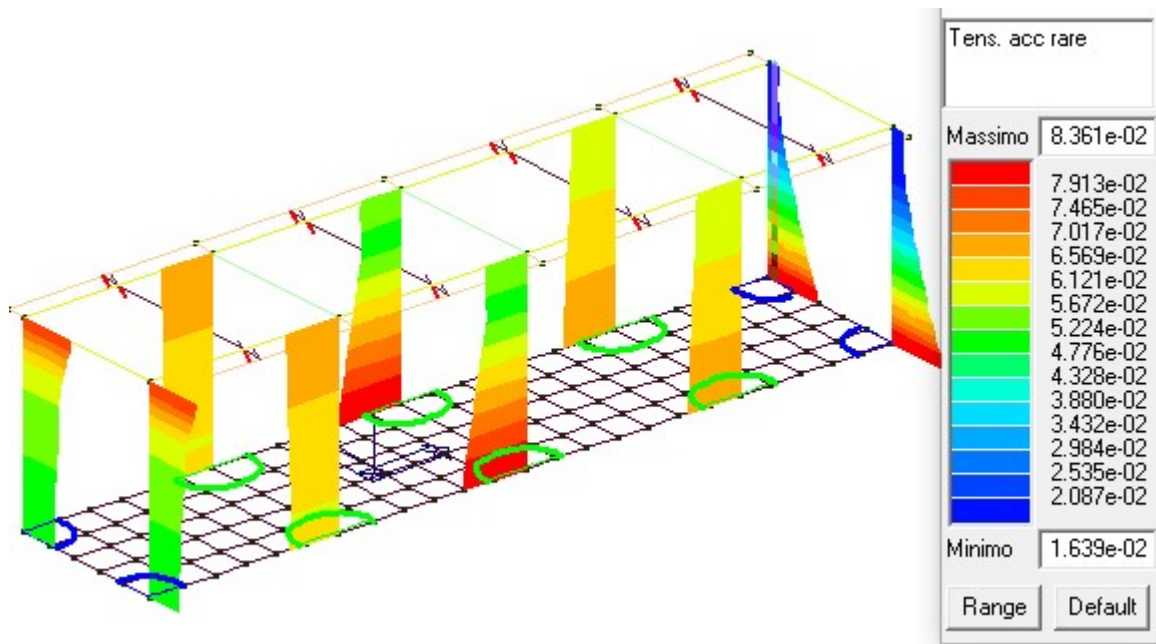
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento

|  |             |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  | Maggio 2021  | 68 di 20      |



Tensioni acciaio rare: formula 4.1.17 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono < 1

Non si prevede apertura di fessure.

#### 6.6.10. Verifiche SLE elementi parete/guscio

Di seguito vengono riportati i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

La verifica alle tensioni di esercizio richiede che:

Combinazioni "rara"

$$rRfck = \sigma_c / f_{ck} < 0.60$$

$$rRfyk = \sigma_f / f_{yk} < 0.80$$

Combinazioni "quasi permanente"

$$rPfck = \sigma_c / f_{ck} < 0.45$$

La verifica a fessurazione richiede che (condizioni ambientali b = aggressive):

Combinazioni "frequente"

$$Wd = wF \leq 0.3mm$$

Combinazioni "quasi permanente"

$$Wd = wP \leq 0.2mm$$

Le sopra riportate relazioni risultano verificate.

Di seguito si riportano delle mappe di colore rappresentative delle suddette verifiche.

**Progetto:**

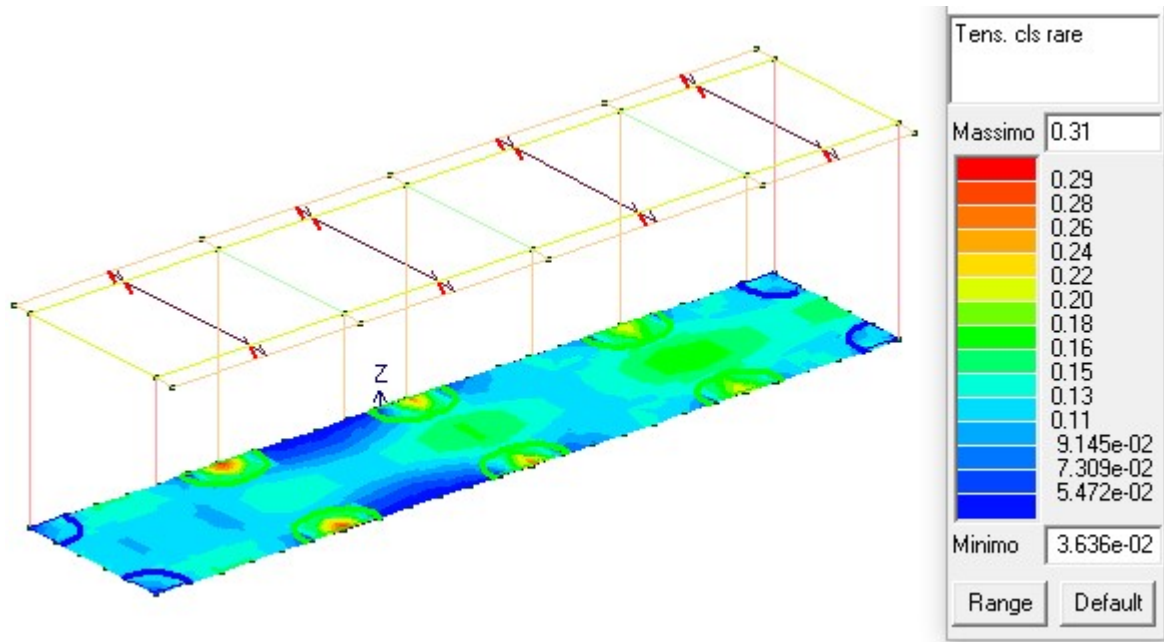
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

*– Progetto definitivo –*

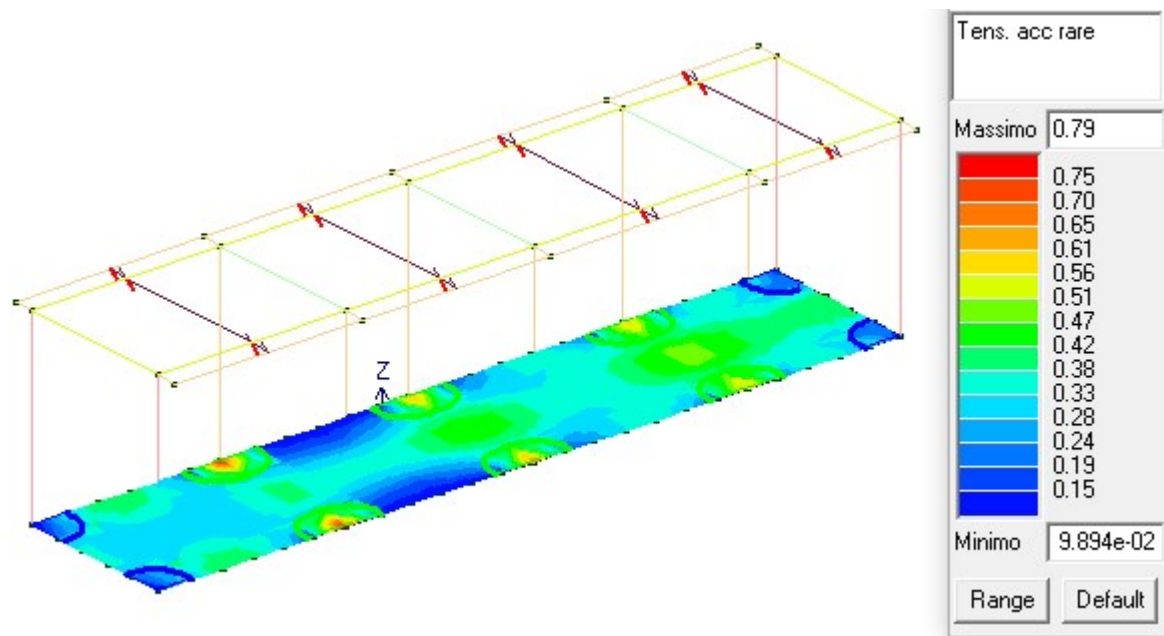
**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|    |             |              |               |
|----|-------------|--------------|---------------|
|    | <b>Rev:</b> | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
| 00 |             | Maggio 2021  | 69 di 20      |



Tensioni calcestruzzo rare: formula 4.1.15 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono < 1



Tensioni acciaio rare: formula 4.1.17 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono < 1

**Progetto:**

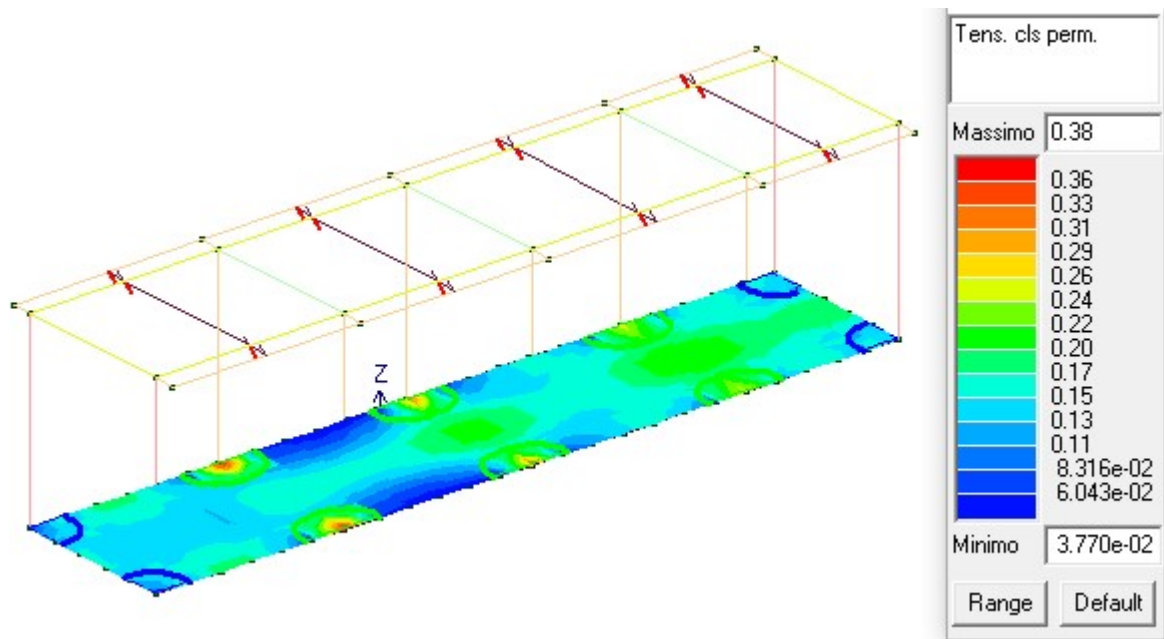
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  |             |  |  |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--|--|--------------|---------------|
|  | <b>Rev:</b> |  |  |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  |  |  | Maggio 2021  | 70 di 20      |



Tensioni calcestruzzo perm.: formula 4.1.16 del D.M.2018. La verifica si intende soddisfatta se i valori in mappa sono  $< 1$ . Non si prevede apertura di fessure.

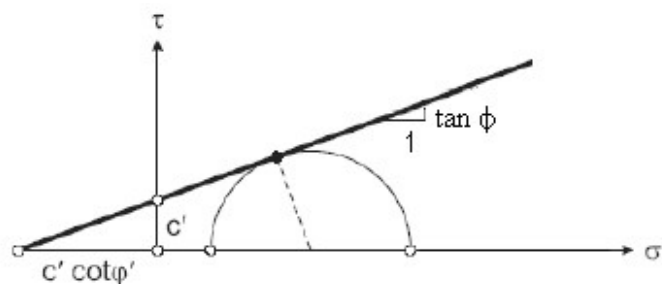
## 6.8. VERIFICHE GEOTECNICHE

La struttura fondale del fabbricato produttore sarà costituita da platea realizzata in conglomerato cementizio armato ed avente spessore pari a 45 cm. Essa sarà irrigidita per mezzo di travi anch'esse in c.a. ed aventi sezione con altezza da 45 cm.

Nella modellazione agli elementi finiti si è adottato per il terreno il modello alla Winkler.

Le verifiche di ciascuno stato limite ultimo (SLU) geotecnico consistono nel controllare che la sollecitazione di calcolo  $E_d$  sia inferiore alla sollecitazione resistente  $R_d$  in corrispondenza della quale si forma una superficie di rottura nei cui punti le tensioni tangenziali  $\tau$  e perpendicolari efficaci  $\sigma'$  sono legate dalla relazione (Criterio di Mohr Coulomb):

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi$$



Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

|  |             |  |  |              |               |
|--|-------------|--|--|--------------|---------------|
| <b>Progetto:</b>   |             |  |  |              |               |
| <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b> |             |  |  |              |               |
| <i>– Progetto definitivo –</i>   |             |  |  |              |               |
| <b>Elaborato:</b>  |             |  |  |              |               |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>   |             |  |  |              |               |
|  | <b>Rev:</b> |  |  | <b>Data:</b> | <b>Foglio</b> |
|  | 00          |  |  | Maggio 2021  | 71 di 20      |

Per ogni tipo di SLU geotecnico, la teoria di calcolo adottata per determinare la sollecitazione resistente fa un'ipotesi più o meno verosimile sulla forma della superficie di rottura in questione. Per il teorema cinematico dell'analisi limite, la differenza esistente tra la superficie di rottura ipotizzata e quella effettiva introduce un errore a vantaggio di sicurezza.

Inoltre, per ciascuno SLU geotecnico, la verifica deve essere eseguita in entrambe le condizioni:

- non drenate (a breve termine dall'applicazione del carico):

$$c = c_u \qquad \phi = 0 \qquad \gamma = \gamma$$

- drenate (a lungo termine dall'applicazione del carico):

$$c = c' \qquad \phi = \phi' \qquad \gamma = \gamma'$$

Per la stima dei cedimenti, occorre definire la profondità  $H$  dello strato deformabile al di sotto del quale si può considerare il terreno infinitamente rigido. Tale profondità è tale che al di sotto di essa si possano trascurare gli incrementi di tensione efficace  $\Delta\sigma$ , perché inferiori ad una certa aliquota (ad esempio il 15%) della tensione geostatica  $\sigma_0 = \gamma \cdot z$ .

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri di calcolo adottati.

#### Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Vesic
- Per terreni lapidei: Terzaghi

#### Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si
- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20.0 %
- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20.0 %

#### Effetti inerziali (Paolucci-Pecker):

- Coeff. sismico orizzontale  $K_h = 0.123$
- Angolo d'attrito alla quota di fond.= 20.0
- Fattore correttivo  $Z_c = 0.961$
- Fattore correttivo  $Z_q = 0.866$

#### Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE e SLD nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (sismico): 3.00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (sismico): 3.00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (sismico): 3.00

#### Combinazioni di carico:

**APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)**



|  |  |  |             |  |  |  |              |  |               |  |
|--|--|--|-------------|--|--|--|--------------|--|---------------|--|
| <b>Progetto:</b><br><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE</b><br><i>– Progetto definitivo –</i> |  |  |             |  |  |  |              |  |               |  |
| <b>Elaborato:</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento</b>  |  |  |             |  |  |  |              |  |               |  |
|  |  |  | <b>Rev:</b> |  |  |  | <b>Data:</b> |  | <b>Foglio</b> |  |
| 00   |  |  |             |  |  |  | Maggio 2021  |  | 72 di 20      |  |

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per Tan(fi) (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan(fi) (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu sismico): 1
  
- Coeff. R3 capacità portante: 2.30
- Coeff. R3 scorrimento: 1.10

**Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:**

- Fattore per l'adesione ( $6 < Ca < 10$ ): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ( $5 < Delta < 10$ ): 7
- Frazione di spinta passiva fSp: 30.00 %

**Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali:**

- Metodo di calcolo tensioni superficiali: Westergaard
- Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti edometrici

**Archivio stratigrafie**

Indice / Descrizione: 001 / Stratigrafia SSE  
Numero strati: 1

| Strato n. | Quota di riferimento | Spessore  | Indice / Descrizione terreno | Attrito Neg. |
|-----------|----------------------|-----------|------------------------------|--------------|
| 1         | da 0,0 a -1000,0 cm  | 1000,0 cm | 001 / Terreno di fondazione  | Assente      |

**Archivio terreni**

Indice / Descrizione terreno: **001 / Depositi sabbioso-argillosi-ciottolosi**

Comportamento del terreno: condizione drenata

| Peso Spec. | Angolo Res. | Coesione            | Mod.Elast.          | Dens.Rel. | Poisson |
|------------|-------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|
| kN/mc      | Gradi°      | daN/cm <sup>q</sup> | daN/cm <sup>q</sup> | %         | %       |
| 19         | 26          | 0,000               | 650                 | 65        | 0,350   |

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. GammaRD = 1.10

| Cmb. n. | Qmax daN/cm <sup>2</sup> | Qlim daN/cm <sup>2</sup> | Qmax/Qlim | TL daN  | TLlim daN | TL/TLlim | TB daN | TBlim daN | TB/TBlim | Stato |
|---------|--------------------------|--------------------------|-----------|---------|-----------|----------|--------|-----------|----------|-------|
| 1       | 0.8441                   | 2.0426                   | 0.413     | 0.0     | 145834.3  | 0.000    | 0.0    | 151502.2  | 0.000    | Ok    |
| 2       | 0.8574                   | 2.0457                   | 0.419     | 0.0     | 148210.3  | 0.000    | 0.0    | 153878.2  | 0.000    | Ok    |
| 8       | 0.9147                   | 1.8135                   | 0.504     | 28193.8 | 100333.0  | 0.281    | 0.0    | 106001.0  | 0.000    | Ok    |
| 9       | 0.7400                   | 1.9069                   | 0.388     | 15177.4 | 100996.9  | 0.150    | 0.0    | 106664.8  | 0.000    | Ok    |
| 10      | 0.7400                   | 1.9069                   | 0.388     | 15177.4 | 100996.9  | 0.150    | 0.0    | 106664.8  | 0.000    | Ok    |
| 11      | 0.9147                   | 1.8135                   | 0.504     | 28193.8 | 100333.0  | 0.281    | 0.0    | 106001.0  | 0.000    | Ok    |
| 12      | 0.8941                   | 1.8135                   | 0.493     | 28191.3 | 100333.5  | 0.281    | 0.0    | 106001.5  | 0.000    | Ok    |
| 13      | 0.7606                   | 1.9069                   | 0.399     | 15179.9 | 100996.4  | 0.150    | 0.0    | 106664.3  | 0.000    | Ok    |
| 14      | 0.7606                   | 1.9069                   | 0.399     | 15179.9 | 100996.4  | 0.150    | 0.0    | 106664.3  | 0.000    | Ok    |
| 15      | 0.8941                   | 1.8135                   | 0.493     | 28191.3 | 100333.5  | 0.281    | 0.0    | 106001.5  | 0.000    | Ok    |

**Progetto:**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

– Progetto definitivo –

**Elaborato:**

**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE – Strutture porta pannello e cabine di campo e smistamento**

|  | Rev: |  |  |  |  | Data:       | Foglio   |
|--|------|--|--|--|--|-------------|----------|
|  | 00   |  |  |  |  | Maggio 2021 | 73 di 20 |

|    |        |        |       |         |          |       |         |          |       |    |
|----|--------|--------|-------|---------|----------|-------|---------|----------|-------|----|
| 16 | 0.7842 | 1.6579 | 0.473 | 6492.6  | 93093.9  | 0.070 | 21997.1 | 98761.9  | 0.223 | Ok |
| 17 | 0.8063 | 1.6579 | 0.486 | 6523.8  | 93091.0  | 0.070 | 21997.1 | 98758.9  | 0.223 | Ok |
| 18 | 0.6004 | 1.9159 | 0.313 | 6523.8  | 109769.7 | 0.059 | 21997.1 | 115437.7 | 0.191 | Ok |
| 19 | 0.5831 | 1.9159 | 0.304 | 6492.6  | 109775.6 | 0.059 | 21997.1 | 115443.6 | 0.191 | Ok |
| 20 | 0.7635 | 1.6579 | 0.461 | 6490.1  | 93094.3  | 0.070 | 21997.1 | 98762.2  | 0.223 | Ok |
| 21 | 0.7857 | 1.6579 | 0.474 | 6521.3  | 93091.3  | 0.070 | 21997.1 | 98759.2  | 0.223 | Ok |
| 22 | 0.5820 | 1.9159 | 0.304 | 6521.3  | 109770.4 | 0.059 | 21997.1 | 115438.4 | 0.191 | Ok |
| 23 | 0.6039 | 1.9159 | 0.315 | 6490.1  | 109776.3 | 0.059 | 21997.1 | 115444.3 | 0.191 | Ok |
| 24 | 0.9629 | 1.8134 | 0.531 | 28199.6 | 100331.8 | 0.281 | 0.0     | 105999.8 | 0.000 | Ok |
| 25 | 0.8294 | 1.9068 | 0.435 | 15188.2 | 100994.7 | 0.150 | 0.0     | 106662.6 | 0.000 | Ok |
| 26 | 0.8294 | 1.9068 | 0.435 | 15188.2 | 100994.7 | 0.150 | 0.0     | 106662.6 | 0.000 | Ok |
| 27 | 0.9629 | 1.8134 | 0.531 | 28199.6 | 100331.8 | 0.281 | 0.0     | 105999.8 | 0.000 | Ok |
| 28 | 0.9237 | 1.8214 | 0.507 | 21689.2 | 98237.9  | 0.221 | 6599.1  | 103905.8 | 0.064 | Ok |
| 29 | 0.9303 | 1.8214 | 0.511 | 21698.6 | 98236.7  | 0.221 | 6599.1  | 103904.7 | 0.064 | Ok |
| 30 | 0.8686 | 1.8987 | 0.457 | 21698.6 | 103087.5 | 0.210 | 6599.1  | 108755.5 | 0.061 | Ok |
| 31 | 0.8619 | 1.8988 | 0.454 | 21689.2 | 103089.1 | 0.210 | 6599.1  | 108757.0 | 0.061 | Ok |
| 32 | 0.8941 | 1.8135 | 0.493 | 28191.3 | 100333.5 | 0.281 | 0.0     | 106001.5 | 0.000 | Ok |
| 33 | 0.7606 | 1.9069 | 0.399 | 15179.9 | 100996.4 | 0.150 | 0.0     | 106664.3 | 0.000 | Ok |
| 34 | 0.7606 | 1.9069 | 0.399 | 15179.9 | 100996.4 | 0.150 | 0.0     | 106664.3 | 0.000 | Ok |
| 35 | 0.8941 | 1.8135 | 0.493 | 28191.3 | 100333.5 | 0.281 | 0.0     | 106001.5 | 0.000 | Ok |
| 36 | 0.8549 | 1.8215 | 0.469 | 21680.9 | 98239.4  | 0.221 | 6599.1  | 103907.4 | 0.064 | Ok |
| 37 | 0.8616 | 1.8214 | 0.473 | 21690.3 | 98238.2  | 0.221 | 6599.1  | 103906.2 | 0.064 | Ok |
| 38 | 0.7998 | 1.8988 | 0.421 | 21690.3 | 103089.5 | 0.210 | 6599.1  | 108757.4 | 0.061 | Ok |
| 39 | 0.7931 | 1.8988 | 0.418 | 21680.9 | 103090.9 | 0.210 | 6599.1  | 108758.9 | 0.061 | Ok |

**Risultati più gravosi per cmb. di tipo SLU STR:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2358 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.8142 + 0.7939 + 0.4377 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.8574 / 2.0457 = 0,419 Ok (Cmb. n. 002)

TB / TBlim = 0.0 / 151502.2 = 0,000 Ok (Cmb. n. 001)

TL / TLim = 0.0 / 148210.3 = 0,000 Ok (Cmb. n. 002)

**Risultati più gravosi per cmb. di tipo SLV A1 sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2358 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.7355 + 0.7291 + 0.3489 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.9629 / 1.8134 = 0,531 Ok (Cmb. n. 027)

TB / TBlim = 21997.1 / 98758.9 = 0,223 Ok (Cmb. n. 017)

TL / TLim = 28199.6 / 100331.8 = 0,281 Ok (Cmb. n. 024)