



Regione Puglia



Comune di Deliceto



Provincia di Foggia

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PARCO AGROVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA,  
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI  
Località Risega - Comune di Deliceto (FG)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**DEL\_STR.02**  
Calcoli Preliminari delle Strutture\_2

**Proponente**



**Rinnovabili Sud Tre srl**  
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Formato

**A4**

Scala

-

**Progettista**

- Ing. Gaetano Cirone
- Ing. Domenico Bisaccia
- Ing. Adele Oliveto
- Geol. Emanuele Bonanno



Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	07/07/2021	Ing. Gaetano Cirone	Ing. D. Bisaccia	Ing. Gaetano Cirone

<b>INDICE</b>		<b>Pagina</b>
<b>1</b>	<b>OGGETTO E FINALITÀ DEL LAVORO</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI</b>	<b>5</b>
4.1	ACCIAIO	5
4.1.1	Acciaio per c.a	5
4.2	CALCESTRUZZO	5
4.2.1	Caratteristiche, qualità e dosatura dei materiali impiegati	6
<b>5</b>	<b>TIPO DI ANALISI SVOLTA</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>MODELLAZIONE DELLE AZIONI</b>	<b>9</b>
6.1	CARICHI PERMANENTI	9
6.2	CARICHI VARIABILI	9
6.2.1	Neve	9
6.3	AZIONI SISMICHE	10
6.3.1	Individuazione azione sismica	10
6.4	COMBINAZIONI DI CARICO	12
<b>7</b>	<b>CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE</b>	<b>15</b>
7.1	MODELLO NUMERICO	16
<b>8</b>	<b>ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>VERIFICHE DI SICUREZZA</b>	<b>19</b>
9.1	VERIFICA TRAVI	21
9.2	VERIFICA PILASTRI	22
9.3	VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE	23
<b>10</b>	<b>INFORMAZIONI CODICE DI CALCOLO</b>	<b>24</b>

## 1 OGGETTO E FINALITÀ DEL LAVORO

### Premessa

La presente relazione ha per oggetto le verifiche di sicurezza strutturali dei manufatti presenti nel parco fotovoltaico da realizzare nel comune di Deliceto (FG) in località Risega.

Come esposto nella relazione tecnica descrittiva le opere di fondazione sono del tipo prefabbricato per le opere in CAV (cemento armato vibrato), mentre si adottano cabine tipo shelter (struttura portante in acciaio) per l'alloggiamento delle apparecchiature nell'area dell'impianto di accumulo elettrochimico.

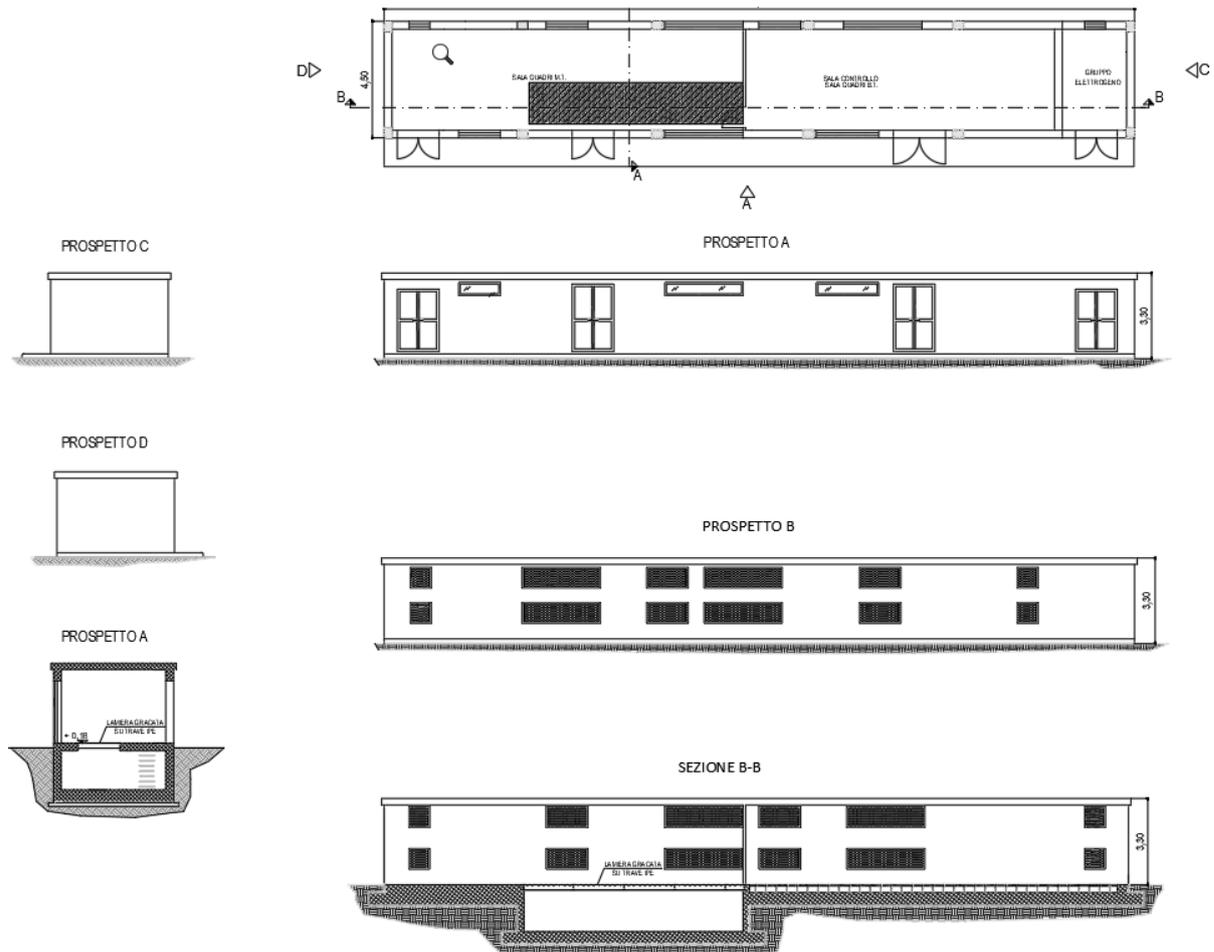
Per le tali cabine il produttore fornirà in fase di progettazione esecutiva la documentazione prevista per i manufatti prodotti in serie dichiarata o controllata. In particolare per ciascuna fornitura verrà prodotta a cura del produttore delle cabine la seguente documentazione.

- Attestato di qualificazione ministeriale del processo produttivo
- Certificato di qualità aziendale.
- Certificato di origine.
- Elaborati grafici esecutivi.
- Relazione di calcolo.
- Relazione sui materiali.
- Definizione dei limiti d'impiego.
- Relazione sulla movimentazione, sul sollevamento e montaggio.
- Relazione di uso e manutenzione.
- Dichiarazione sui risultati delle prove a compressione.

Per cui, per tali manufatti non verranno analizzati nella presente relazione nella quale si procederà alle verifiche di sicurezza del fabbricato della SE utente (interamente realizzato in opera).

## 2 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

L'edificio con dimensioni in pianta 4,50x28,70 m, monopiano con altezza 3,30 m verrà realizzato con struttura a telaio in c.a. gettato in opera, con pilastri 30x40 e travi 30x50; solaio in laterocemento di altezza 20 cm e fondazioni a platea di fondazione con altezza 50 cm. Si riporta di seguito uno stralcio dell'architettonico. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola grafica.



### **3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Il dimensionamento delle opere in progetto è condotto in riferimento alle attuali normative e di seguito elencate.

D.M. 17/01/2018, n.8                      Norme Tecniche per le costruzioni

Circ. Min. 21 Gennaio 2019, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per  
n.7    la costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## 4 MATERIALI

Nell'esecuzione delle opere in oggetto è previsto l'impiego dei materiali descritti nei paragrafi seguenti.

### 4.1 Acciaio

#### 4.1.1 Acciaio per c.a

Per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio armato è previsto l'utilizzo di acciaio in barre ad aderenza migliorata di tipo **B450C** rispondenti alle caratteristiche meccaniche e tecnologiche previste al paragrafo 11.3.2.1 NTC2018.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche si farà riferimento alle prescrizioni della Norma E.N. 10002, UNI 564 e UNI 6407. Le modalità di accettazione ed i controlli saranno effettuati secondo quanto indicato nella normativa tecnica vigente (NTC2018).

$f_{y,nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,nom}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$f_{y,k}$ = tensione caratt. di snervamento	$\geq f_{y,nom}$
$f_{t,k}$ = tensione caratt. di rottura	$\geq f_{t,nom}$
$(f_t / f_y)_k$	$\geq 1.15$ $\leq 1.35$

### 4.2 Calcestruzzo

Per l'esecuzione delle opere in c.a. realizzate in cantiere è richiesto l'utilizzo di calcestruzzi con resistenze caratteristiche a 28 gg (Rck) non inferiore ai valori seguenti:

- Calcestruzzo per strutture di sottofondazione: **C12/15**
- Calcestruzzo per strutture di fondazione (pali): **C25/30**

Classe di resistenza		C25/30
Coef. Riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0.85
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30.00 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	32.90 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24.90 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica di calcolo	$f_{cd}$	16.60 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratteristica	$f_{ctm}$	2.56 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione media	$f_{ctk}$	1.79 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd}$	1.19 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza tangenziale di calcolo	$f_{bd}$	2.69 N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E_c$	31447 N/mm <sup>2</sup>

#### 4.2.1 Caratteristiche, qualità e dosatura dei materiali impiegati

La durabilità dell'opera è intesa come capacità di conservazione delle caratteristiche fisico-meccaniche delle strutture per tutta la vita di servizio prevista in progetto senza dover far ricorso ad interventi di manutenzione straordinaria per la sua vita utile. Le classi di esposizione sono le seguenti:

- fondazioni: classe XC2 (ambiente bagnato raramente asciutto);
- altri elementi strutturali in elevazione classe XC3 (ciclicamente asciutto e bagnato);

Si assumono le seguenti caratteristiche:

Conglomerato cementizio per sottofondazioni

Dosaggio	$\geq 150$ kg/m <sup>3</sup> di cemento
----------	---

Conglomerato cementizio per fondazioni

Resistenza classe	Rck 30 MPa (C25/30)
Dosaggio	$\geq 300 \text{ kg/m}^3$ di cemento
Classe di esposizione	XC2
Rapporto a/c	$\leq 0,60$
Classe di consistenza	S3
Cemento PozzolánicoUNI-197/1 tipo IV	Cemento Pozzolánico UNI-197/1 tipo IV

## **5 TIPO DI ANALISI SVOLTA**

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata eseguita considerando le disposizioni di carico più gravose ed avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite in accordo con le normative vigenti. Si procede ad un'analisi con spettro di risposta con fattore di struttura  $q=1.5$  (struttura non dissipativa).

## 6 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

### 6.1 Carichi permanenti

Si considerano appartenenti a questa categoria tutti i carichi non rimovibili durante il normale esercizio delle costruzioni, compresi i pesi propri.

Pesi propri elementi strutturali (Computati direttamente dal software di calcolo):

Per quanto riguarda il solaio si considerano:

G1: 3,50 kn/mq

G2: 1,50 KN/mq

Qneve: 0,98 KN/mq (solaio accessibile solo per manutenzione)

### 6.2 Carichi variabili

Carico variabile uniforme: 6 KN/mq (apparecchiature elettriche + folla)

#### 6.2.1 Neve

Zona Neve = III

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

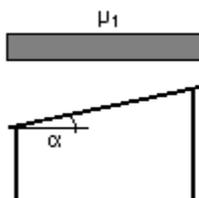
Valore caratteristico del carico al suolo ( $q_{sk} C_e$ ) = 123 daN/mq

Copertura ad una falda:

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

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_k = 98 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



### 6.3 Azioni sismiche

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

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 (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica è definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

**$a_g$ :** accelerazione orizzontale massima del terreno;

**$F_o$ :** 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;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
I	50	0.7	35	B	TI

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s * S_c$  (3.2.3)

$F_o$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale

$T_b$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

$T_c$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

$T_d$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

#### 6.3.1 Individuazione azione sismica

Per la definizione dei parametri della pericolosità sismica di base, è stato considerato il punto di coordinate:

**lat: 41.2498- long: 15.4569**

Da cui risultano rispettivamente i seguenti parametri:

Coordinate geografiche

Località:

Longitudine:  Latitudine:

Parametri per le forme spettrali

	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="0.048"/>	<input type="text" value="2.430"/>	<input type="text" value="0.290"/>
SLD	<input type="text" value="63"/>	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="0.052"/>	<input type="text" value="2.470"/>	<input type="text" value="0.300"/>
SLV	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="332"/>	<input type="text" value="0.153"/>	<input type="text" value="2.480"/>	<input type="text" value="0.410"/>
SLC	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="682"/>	<input type="text" value="0.214"/>	<input type="text" value="2.460"/>	<input type="text" value="0.420"/>

Periodo di riferimento per l' azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0.7"/>	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="100"/>

Tabella 1. Parametri sismici di riferimento

dove:

- SLO = Stato limite di operatività
- SLD = Stato limite di danno
- SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
- SLC = Stato limite di collasso

Si riportano di seguito i parametri spettrali prima elencati.

Parametri e fattori spettri								
S.L.	ag	eta	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	<input type="text" value="0.048"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.430"/>	<input type="text" value="0.719"/>	<input type="text" value="0.153"/>	<input type="text" value="0.458"/>	<input type="text" value="1.792"/>
SLD	<input type="text" value="0.052"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.470"/>	<input type="text" value="0.757"/>	<input type="text" value="0.156"/>	<input type="text" value="0.469"/>	<input type="text" value="1.806"/>
SLV	<input type="text" value="0.153"/>		<input type="text" value="1.473"/>	<input type="text" value="2.480"/>	<input type="text" value="1.309"/>	<input type="text" value="0.193"/>	<input type="text" value="0.578"/>	<input type="text" value="2.211"/>
SLC	<input type="text" value="0.214"/>		<input type="text" value="1.384"/>	<input type="text" value="2.460"/>	<input type="text" value="1.536"/>	<input type="text" value="0.196"/>	<input type="text" value="0.587"/>	<input type="text" value="2.455"/>

Tabella 2. Parametri per la definizione degli spettri

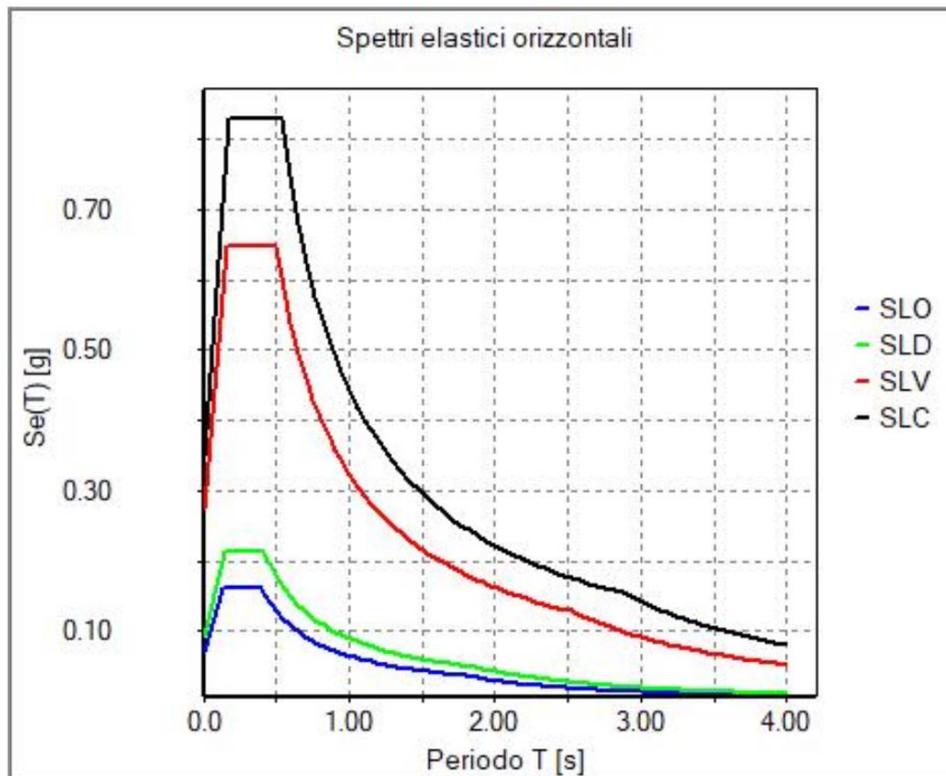


Figura 1. Spettri elastici componenti orizzontali

#### 6.4 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

##### Combinazione fondamentale SLU

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

##### Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

##### Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

##### Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

**Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E**

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove

E: azioni sismiche

G1: peso proprio degli elementi strutturali

G2: peso proprio degli elementi non strutturali

P: pretensione e precompressione (per memoria)

Q: carichi di esercizio

Per valutare la risposta massima complessiva di E, conseguente alla sovrapposizione dei modi, si utilizza una tecnica di combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

n è il numero di modi di vibrazione considerati;

$\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;

$\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Gli effetti sulla struttura delle azioni sismiche (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati successivamente, applicando la seguente espressione:

$$1.00E_x + 0.30E_y + 0.30E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi. La componente verticale verrà tenuta in conto. I coefficienti  $\psi_0$  e  $\psi_2$  sono dedotti rispettivamente dalle seguenti tabelle riportate di seguito (DM 17.01.2018):

Destinazione d'uso/azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30

Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000$ m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000$ m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

*Tabella 2.5.1 NTC2018 – Coefficienti di combinazione*

		Coefficiente $\gamma_f$	<b>EQU</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

*Tabella 2.6.1 NTC2018 – Coefficienti di combinazione*

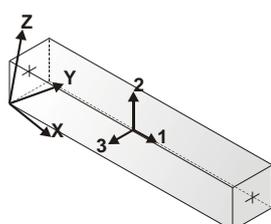
## 7 CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE

Per la costruzione del modello ad elementi finiti è stato utilizzato il programma di calcolo Pro Sap. La struttura è stata modellata con i seguenti elementi:

Elemento	Modellazione
Travi di fondazione	Elementi beam a due nodi su suoli alla winkler

*Tabella 3. Elementi finiti adottati*

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale. Si riporta di seguito l'orientamento degli assi sull'Elemento 2D beam per la lettura dei diagrammi delle sollecitazioni riportati nel paragrafo dei risultati delle analisi.

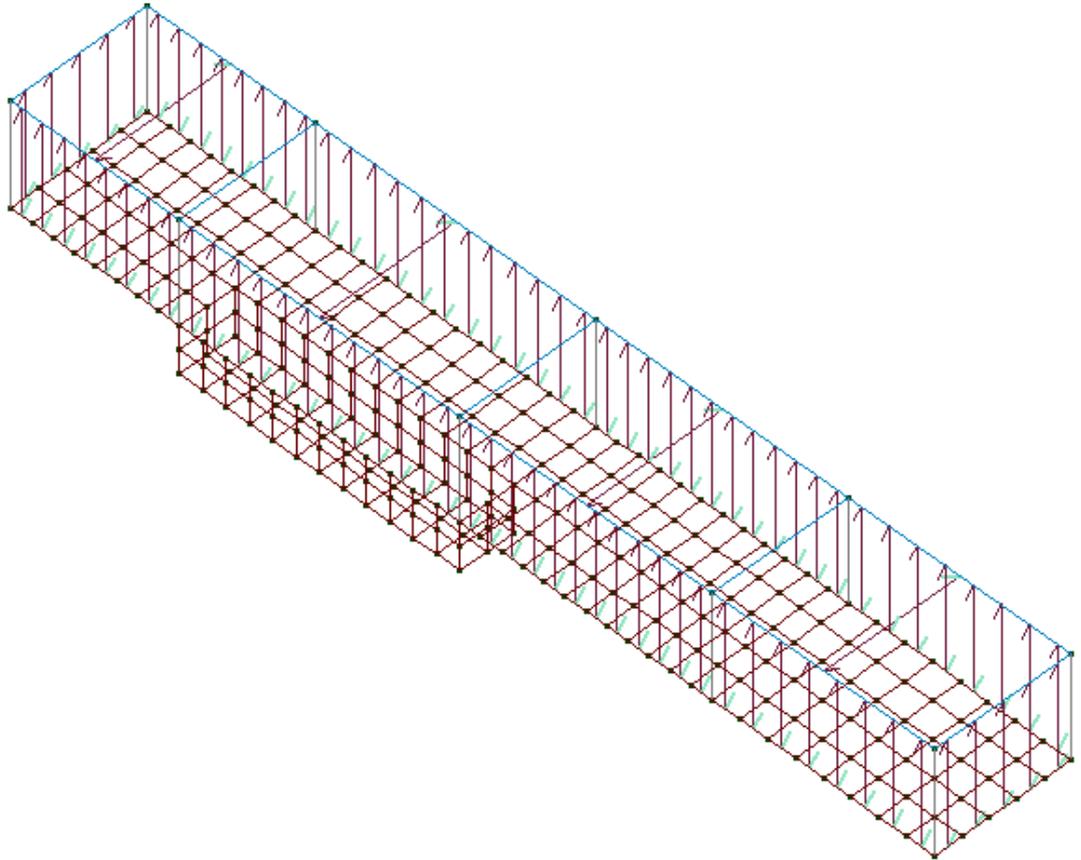
 <p>orientamento elementi 2D non verticali</p>	 <p>orientamento elementi 2D verticali</p>
--	---

*Tabella 4. Orientamento assi elementi 2D beam*

Il suolo di fondazione è modellato mediante molle elastiche alla Winkler; Al fine di ricavare lo stato di sollecitazione corretto negli elementi di fondazione il carico uniformemente distribuito agente su di esse viene simulato con azioni concentrate distribuite lungo gli elementi.

## 7.1 Modello numerico

Si riporta di seguito le immagini del modello numerico implementato nel software 2si Pro\_Sap.



*Figura 2. Vista modello*

## 8 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riporta di seguito le sollecitazioni massime sugli elementi strutturali travi e pilastri.

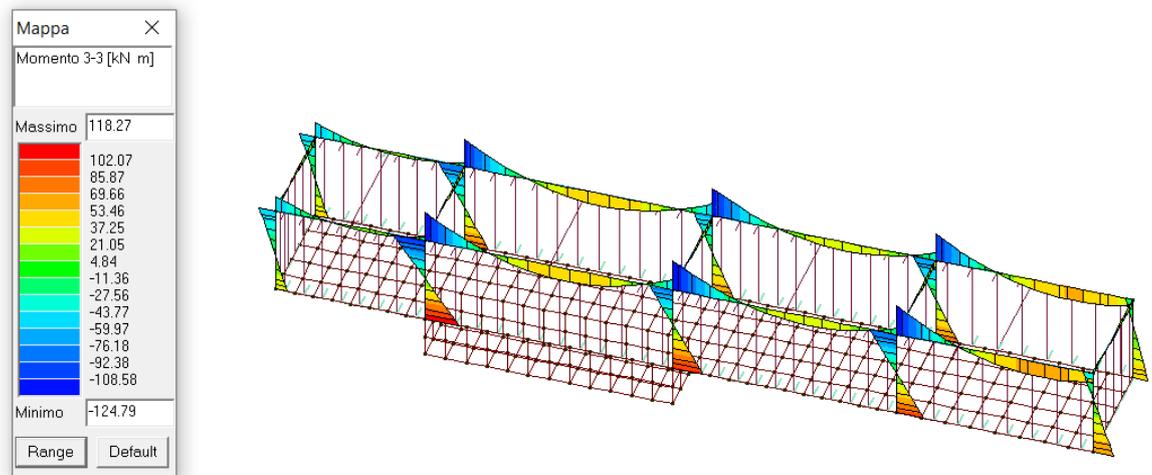


Figura 3. Momenti flettenti  $M_{33}$  max (SLV sisma)

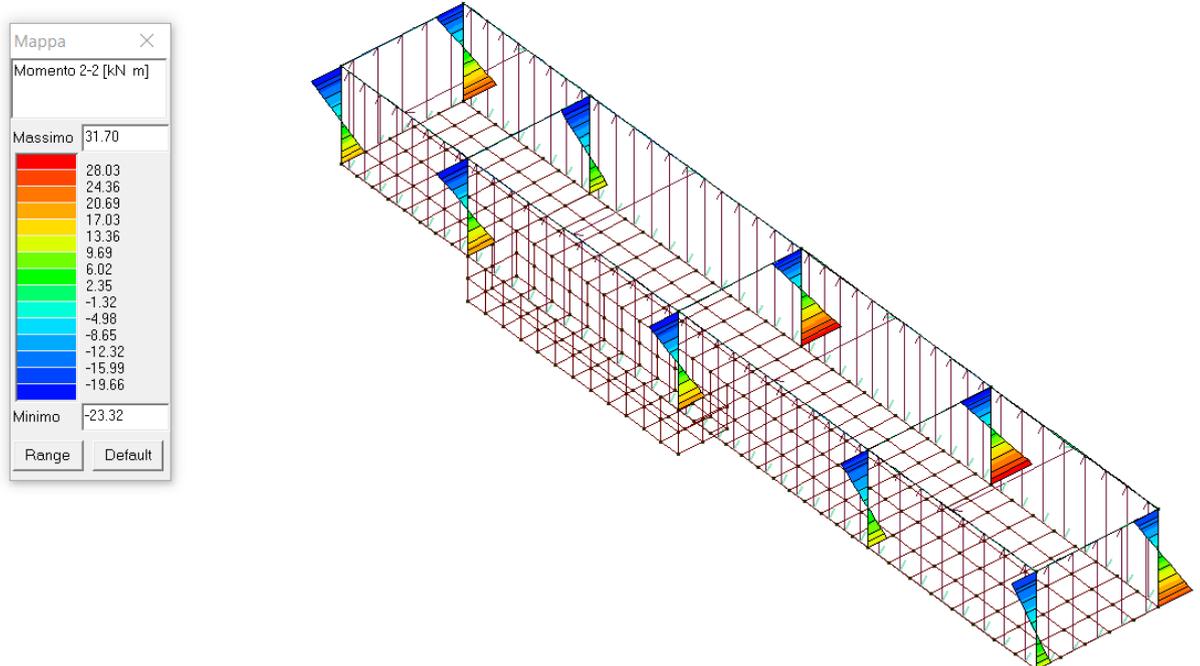


Figura 4. Momenti flettenti  $M_{22}$  max (SLV sisma)

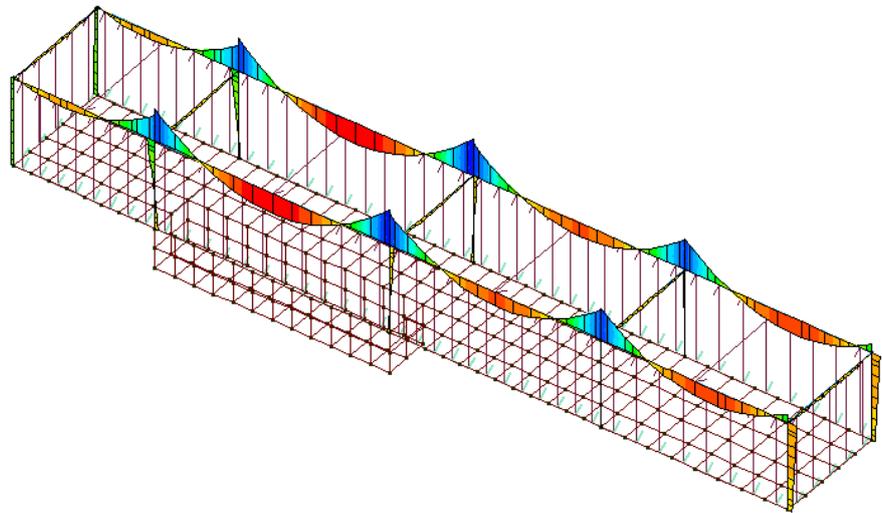
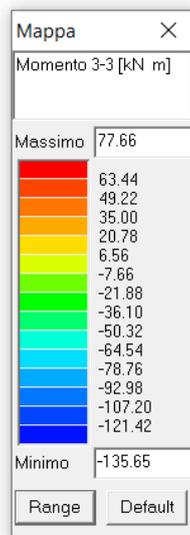


Figura 5. Momenti flettenti M33 max (SLU)

## 9 VERIFICHE DI SICUREZZA

### Verifiche a pressoflessione

Verranno condotte secondo la formulazione del paragrafo 4.2.4.1.3.2 delle NTC2018. La legenda riporta i risultati della verifica in forma adimensionalizzata (sono verificati se minore dell'unità)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}(N_{Ed})} \leq 1$$

### Verifiche a taglio

La verifica è condotta con le formulazioni del paragrafo 4.1.2.3.5.2. Si riportano le formulazioni adottate per il calcolo delle resistenze.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)$$

La legenda delle figure seguenti riporta la verifica in forma adimensionalizzata (rapporto tra taglio VEd e taglio resistente, lato acciaio e lato calcestruzzo). La verifica risulta soddisfatta in quando i valori sono inferiori all'unità.

### Verifiche elementi shell

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione sugli elementi shell del vano scala esistente rinforzato. Nelle verifiche si è trascurata l'armatura esistente nel setto.

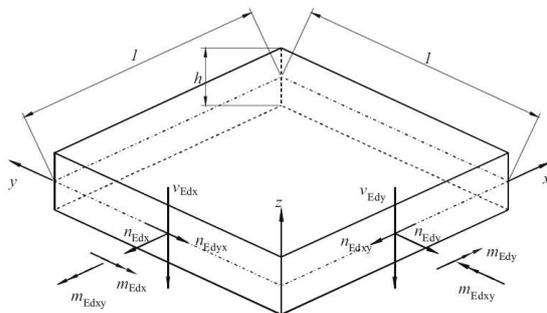
Le sollecitazioni di verifica a pressoflessione sono riportate di seguito con riferimento alla figura seguente (calcolate con riferimento all'appendice F EC2-2005).

$$n'_{dx} = n_{Edx} + |n_{Edxy}|$$

$$n'_{dy} = n_{Edy} + |n_{Edxy}|$$

$$m'_{dx} = m_{Edx} \pm |m_{Edxy}|$$

$$m'_{dy} = m_{Edy} \pm |m_{Edxy}|$$



Le leggende riportano le verifiche in forma adimensionalizzata secondo le relazioni seguenti con riferimento alla condizione più gravosa.

$$\frac{m'_{dy}}{m_{Rd,y}(n_{Ed,x})} \leq 1 \quad \frac{m'_{dx}}{m_{Rd,x}(n_{Ed,y})} \leq 1$$

Le verifiche sono soddisfatte se il valore risulta inferiore all'unità.

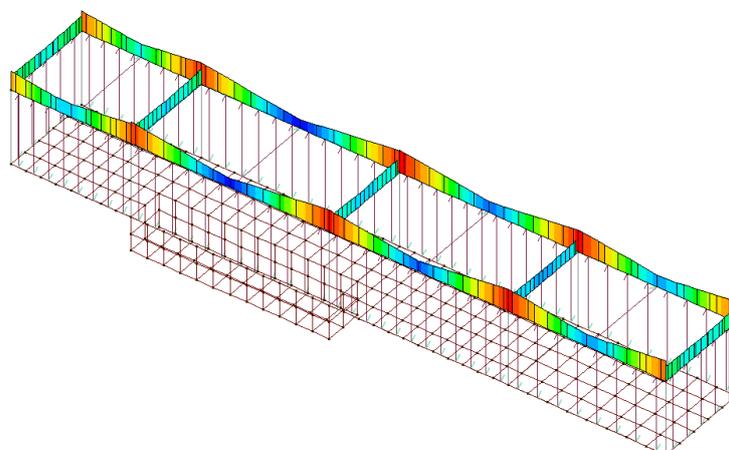
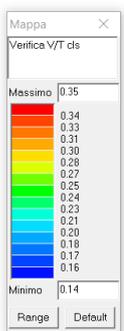
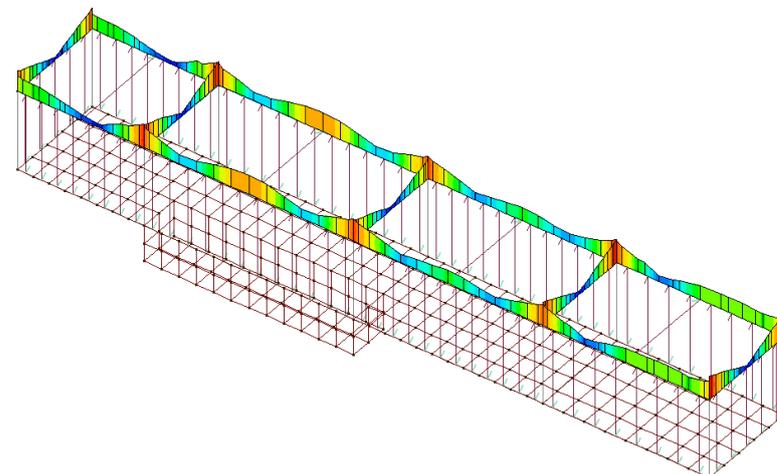
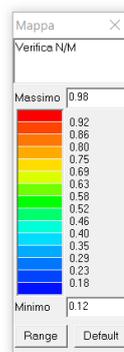
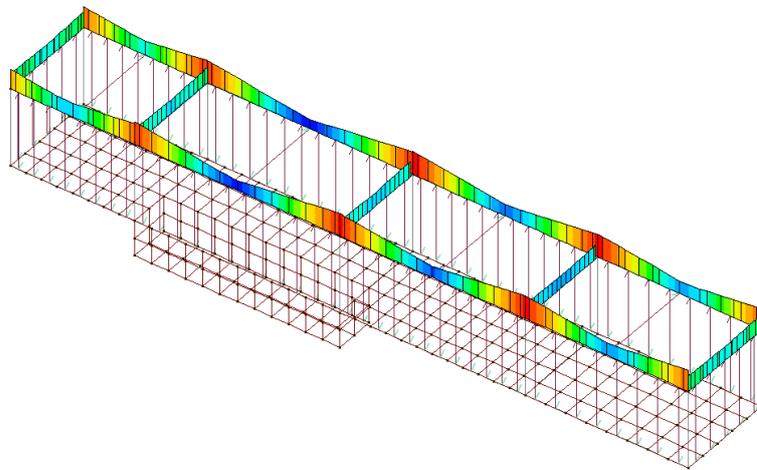
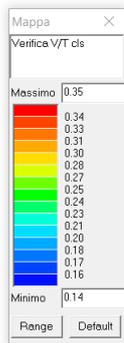
#### Verifiche nodi

Le verifiche dei nodi sono state implementate come prescritto al capitolo 7 delle NTC2018

Nei seguenti capitoli sono esposte le verifiche di sicurezza strutturale delle fondazioni realizzate in opera (fondazione locale utente e magazzino della sottostazione e le fondazioni della cabina di trasformazione tipo shelter presenti nell'area di generazione dell'impianto)

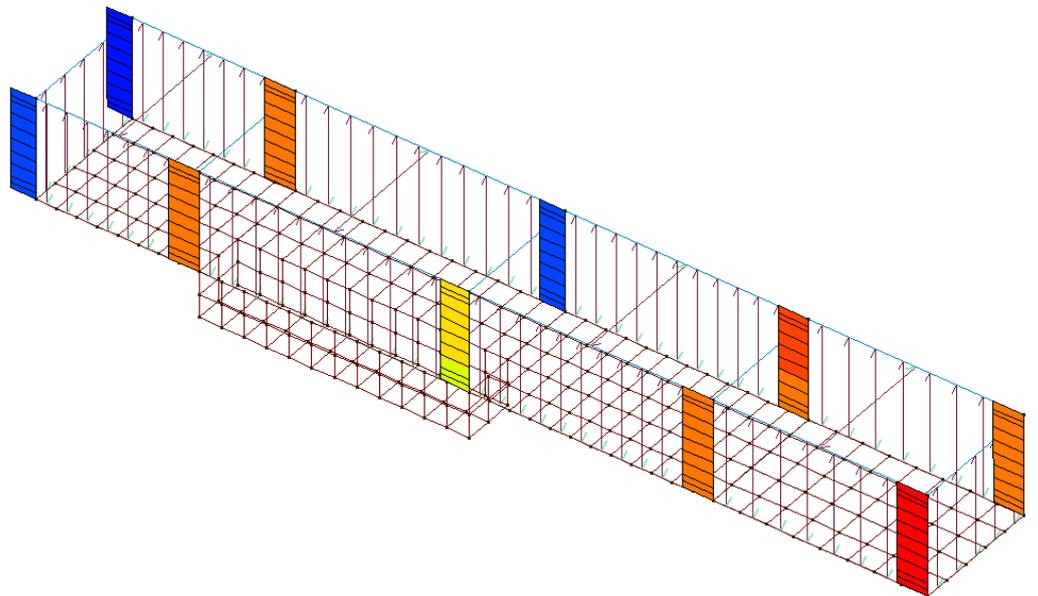
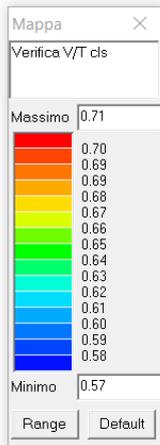
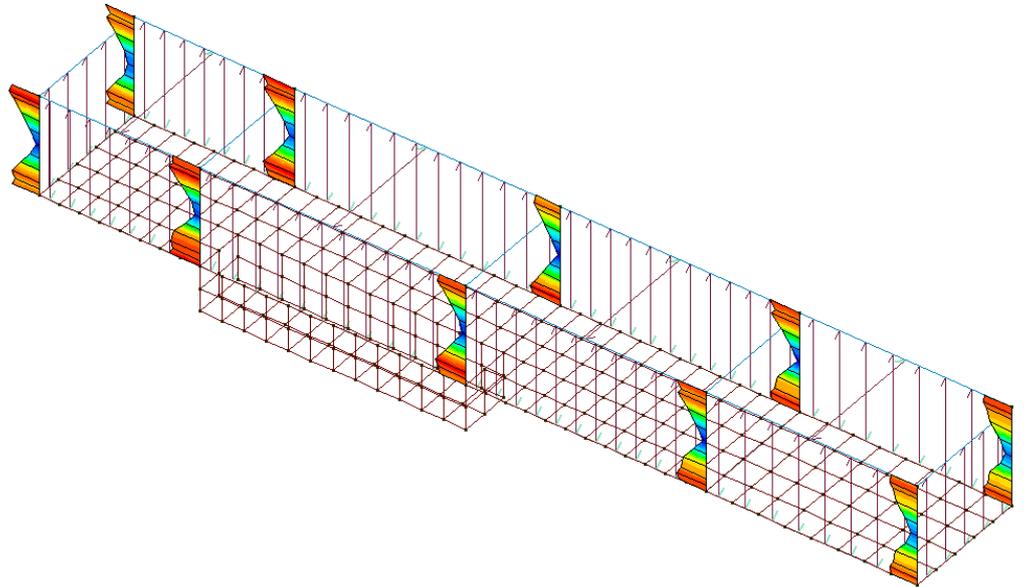
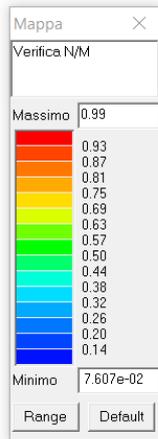
## 9.1 Verifica travi

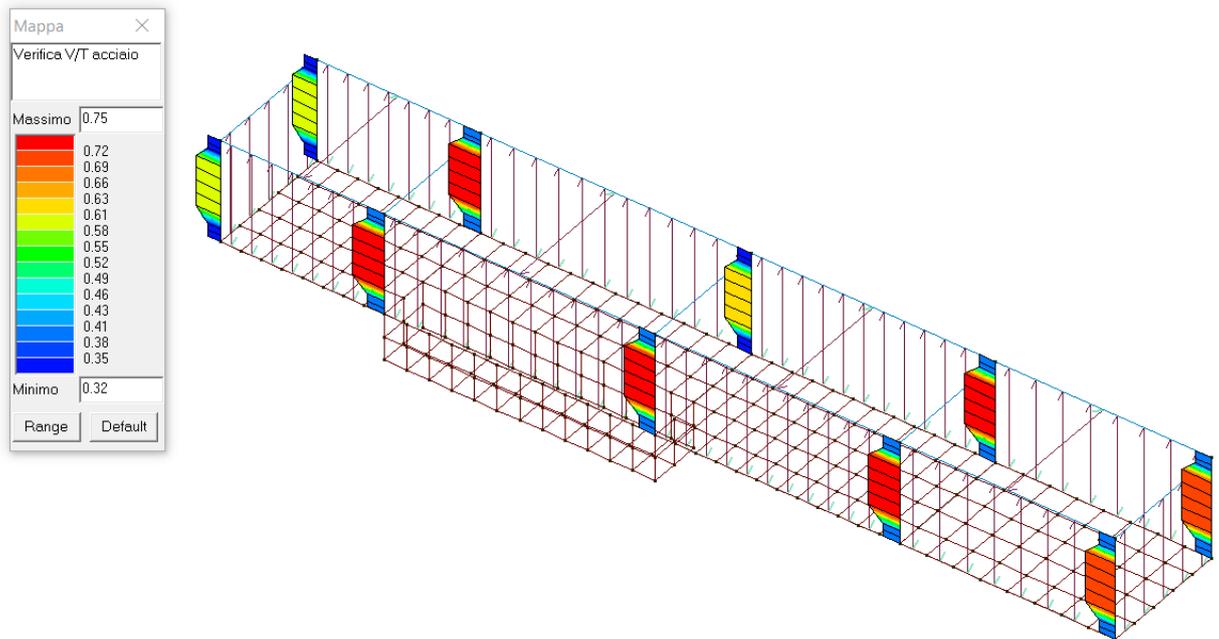
Armatura travi 30x50: 3 + 3  $\Phi$ 16; staffe  $\Phi$ 8/15



## 9.2 Verifica Pilastri

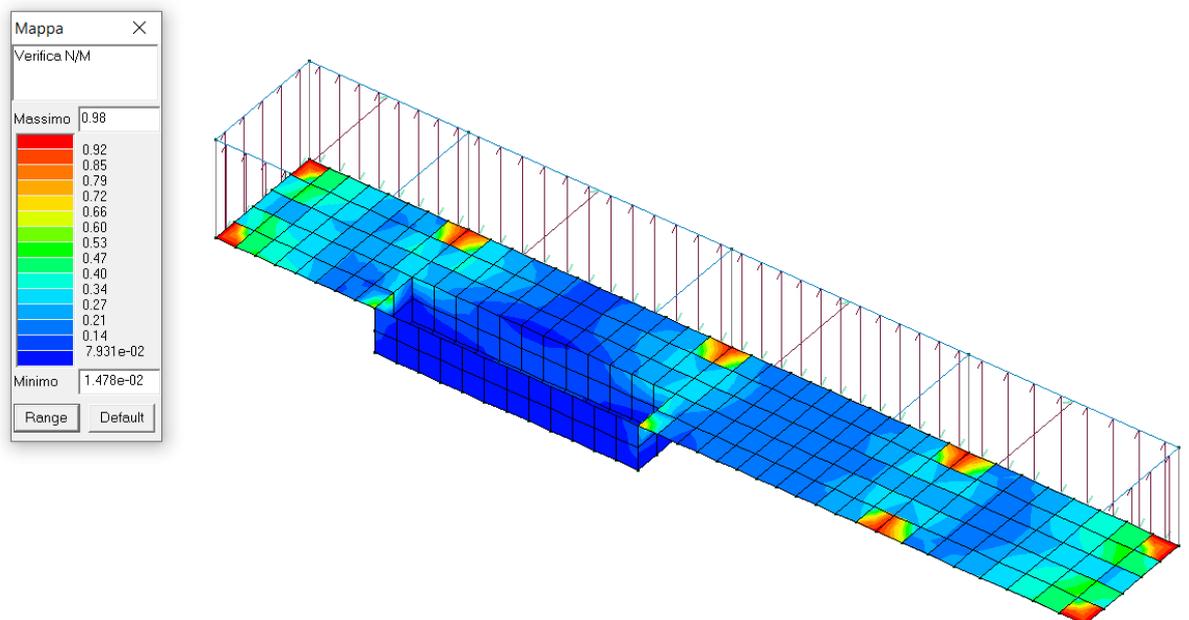
4  $\Phi 16$  sui vertici + 4 $\Phi 16$  sui lati; staffe  $\Phi 8/15$





### 9.3 Verifica Platea di fondazione

Armatura: maglia  $\Phi 16/25$



## 10 INFORMAZIONI CODICE DI CALCOLO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	<a href="#">PRO_SAP RY2019(b)</a> (vers.19.6.2)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	Ing. Cirone Gaetano
Codice Utente:	(codice contatto) 0614-030/con
Codice Licenza:	Versione "e-time"

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

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