



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI LUCERA

AGROVOLTAICO "VACCARELLA"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 44,5056 MW DC e 36,0000 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità, apicoltura e attività sociali, da realizzare nel Comune di Lucera (FG) in località "Vaccarella"

PROGETTO DEFINITIVO

Proponente dell'impianto FV:

ILOS

INE VACCARELLA S.R.L.

A Company of ILOS New Energy Italy

INE VACCARELLA S.r.l.

Piazza Walther Von Vogelweide n. 8,

39100, Bolzano (BZ)

PEC: inevaccarellasrl@legalmail.it

CHIERICONI SERGIO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del

D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.

7.03.2005 n. 82 s.m.i.

Gruppo di progettazione:

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale e coordinamento gruppo di lavoro

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Ing. Angela Cuonzo - studio d'impatto ambientale e analisi territoriale

Geom. Donato Lensi - studio d'impatto ambientale e rilievi topografici

Dott. Geologo Baldassarre Franco La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Dott.ssa Archeologa Paola Guacci - studi e indagini archeologiche

Ing. Silvio Galtieri - valutazione d'impatto acustico

Proponente del progetto agronomico e Coordinatore generale e progettazione:

m2 energia
ENERGIE RINNOVABILI

M2 ENERGIA S.r.l.

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

m2energia@gmail.com - m2energia@pec.it

+39 0882.600963 - 340.8533113

GIANCARLO FRANCESCO DIMAURO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del

D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.

7.03.2005 n. 82 s.m.i.

Elaborato redatto da:

Ing. Salvatore Di Croce

Ordine degli Ingegneri - Provincia di Potenza - n. 1733



Spazio riservato agli uffici:

PD	Titolo elaborato: Relazione preliminare sulle strutture			Codice elaborato PD01_30 REV02	
	N. progetto: FG0Lu01	Codice identificativo MASE - ID: 7624	Codice A.U.: JND6507	Protocollo:	Scala: -----
Redatto il: 13/09/2021	Revisione "REV02" del: 27/03/2023		Nome_file o Identificatore: FG0Lu01_PD01_30 REV02		
Formato di stampa: A4					

Sommario

1	Premessa	2
2	Norme di riferimento	2
3	Descrizione delle tipologie strutturali	2
4	Azioni sulle strutture	3
4.1	Combinazioni di carico	3
4.1.1	Azione della neve	4
4.1.2	Azione del vento.....	5
5	Tracker fotovoltaici.....	6
5.1.1	Carichi agenti sulla struttura	8
5.1.2	Materiali:	9
5.1.3	Sezioni elementi resistenti:	9
5.1.4	Principali risultati del calcolo.....	9
6	Cabine di campo	11
6.1.1	Piastra di fondazione	12
6.1.2	Materiali piastra di fondazione:	13
6.1.3	Sezioni elementi resistenti:	13
6.1.4	Verifica piastra in CA	14
7	Cabina di raccolta	15
7.1.1	Piastra di fondazione	17
7.1.2	Carichi agenti sulla struttura	17
7.1.3	Materiali piastra di fondazione:	17
7.1.4	Sezioni elementi resistenti:	17
7.1.5	Verifica piastra in CA	18
8	Locale servizi.....	20
8.1	Carichi agenti sulla struttura	21
8.1.1	Materiali strutturali:	22
8.1.2	Sezioni elementi resistenti:	22
8.1.3	Verifica aste in CA.....	22
9	Sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV.....	24
9.1	Piastra di fondazione	26
9.1.1	Carichi agenti sulla struttura	26
9.1.2	Materiali piastra di fondazione:	26
9.1.3	Sezioni elementi resistenti:	27
9.1.4	Verifica piastra in CA	27

1 Premessa

La presente relazione costituisce la revisione dell'omonimo elaborato consegnato con l'istanza di VIA presentata in data 12/11/2021 e acquisita agli atti con prot. MATT/125677 del 15/11/2021, a cui è stato assegnato il codice ID 7624.

Si sottolinea che le parti riportate di colore blu rappresentano il testo revisionato ed aggiornato rispetto alla precedente relazione.

Essa descrive le opere edili, principali ed accessorie, previste dal progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico per la coltivazione agricola e per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica complessiva pari a 44,5056 MWp DC – 36,0 MW AC, che la società INE VACCARELLA S.r.l. intende realizzare nell'agro del Comune di Lucera (FG), in località "Vaccarella".

L'impianto agrovoltaiico in progetto grazie alla sua particolare conformazione, a differenza di quanto accade con gli impianti fotovoltaici "tradizionali", permette di continuare a coltivare i terreni agricoli mentre su di essi si produce energia pulita e rinnovabile attraverso l'impianto fotovoltaico.

Le soluzioni strutturali adottate per il presente impianto e che vengono di seguito descritte scaturiscono dall'analisi della configurazione del sito, dagli approfondimenti geologici eseguiti e contenuti nelle relative relazioni ed elaborati grafici e dalla tipologia di impianto previsto.

Nei paragrafi seguenti verranno descritte le diverse tipologie ipotizzate per la realizzazione dell'impianto.

Si precisa che la presente costituisce una relazione di calcolo preliminare e che, successivamente, in fase di redazione del progetto esecutivo tutte le opere strutturali saranno dimensionate ed opportunamente verificate nel rispetto delle vigenti normative.

2 Norme di riferimento

- D.M. Infrastrutture 17/1/2018 – "Norme Tecniche per le costruzioni" – pubblicato su S.O. n°8 alla G.U. 20/2/2018, n°42;
- Circolare 21/1/2019 n°7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare C.N.R. 10011/85 – Costruzioni in acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione

3 Descrizione delle tipologie strutturali

L'impianto fotovoltaico in progetto, relativamente alle strutture che lo compongono, può essere suddiviso schematicamente come segue:

1. I tracker fotovoltaici, ovvero le strutture comprensive del sistema ad inseguimento monoassiale sulle quali vengono installati i moduli fotovoltaici;
2. Le cabine a servizio dell'impianto, a loro volta suddivisibili in cabine di campo, cabina di raccolta

e locale di servizio (control room).

4 Azioni sulle strutture

I carichi permanenti e accidentali agenti sulle strutture da considerare per il loro dimensionamento sono:

- Il peso proprio;
- Il carico neve;
- Il carico vento.
- Il sisma.

I carichi da neve e da vento vengono combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente per il calcolo delle sollecitazioni agenti sulle strutture.

Le misure dei sostegni e il dimensionamento totale sono stati scelti in modo tale che la superficie del terreno sottostante rimanga sempre accessibile e coltivabile.

Per ciò che riguarda la resistenza al carico determinato dal vento il produttore dichiara una velocità del vento ammissibile pari a 150 km/h; tale valore è incrementato fino a 180 km/h considerando le vele in posizione “di taglio” alla direzione del vento.

Le norme di riferimento in materia per i moduli fotovoltaici sono la CEI 61215 e la CEI 61646, che contemplano comunque solo un test per verificare resistenza a pressioni e depressioni pari a 5400 Pa applicate per un’ora.

Nelle schede tecniche dei moduli, questi valori vengono espressi con la formula “corrispondente a una velocità del vento di 130 km/h”.

4.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, ove applicabile, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all’azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto

Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire “combinato con”.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{G_i} e γ_{Q_j} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I..

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

4.1.1 Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture è valutato mediante la seguente espressione (§3.4.1 NTC18):

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

- q_s è il carico neve sulla copertura;
- μ_i è il coefficiente di forma della copertura;
- q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo espresso in kN/m^2 ;
- C_E è il coefficiente di esposizione;
- C_t è il coefficiente termico;

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

L'area di interesse ricade nella **Zona II** e si trova ad una quota di circa 170 mt sul livello del mare per cui si ha per $a_s < 200$ mt:

$$q_{sk} = 1,00 \frac{kN}{m^2}$$

Il coefficiente di esposizione C_E può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera.
In questo caso si assume (§3.4.4 NTC18):

$$C_E = 1$$

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione.
In questo caso si assumerà (§3.4.5 NTC18):

$$C_t = 1$$

Il coefficiente di forma per la copertura, per $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ essendo α l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale, si assume pari a (§3.4.3.1 NTC18):

$$\eta_f = 0,8$$

Si ha quindi che il carico neve sarà pari a:

$$q_s = 0,8 \cdot 1,00 \cdot 1 \cdot 1 = 0,80 \frac{kN}{m^2}$$

4.1.2 Azione del vento

Velocità base di riferimento (§3.3.1 NTC18):

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

dove:

$v_{b,0}$ è la velocità di base al livello del mare (tab. 3.3.1 NTC18)
 c_a è il coefficiente di altitudine (relazione 3.3.1b NTC18);

Velocità di riferimento (§3.3.2 NTC18):

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

dove:

v_b è la velocità di base di riferimento (§3.3.1 NTC18)
 c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto (relazione 3.3.3 NTC18);

Azioni statiche equivalenti (§3.3.3 NTC18)

Pressione del vento (§3.3.4 NTC18)

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

q_r è pressione cinetica di riferimento (§3.3.6 NTC18)
 c_e è il coefficiente di esposizione (§3.3.7 NTC18);
 c_p è il coefficiente di pressione (§3.3.8 NTC18);
 c_d è il coefficiente dinamico (§3.3.9 NTC18);

Velocità di riferimento

$v_{b,0}$	C_a	v_b		T_R	C_r	v_r
m/s	-	m/s		anni	-	m/s
27	1	27		50	1	27

Pressione del vento

q_r	Zona esposiz.	k_r	z_0	z_{min}		C_e	C_p	C_d
N/m ²	-	-	m	m		-	-	-
455,63	II	0.19	0.05	4		1.80	1.00	1.00

$$p = 455,63 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1 = 820,13 \frac{N}{m^2} = 0,82 \frac{kN}{m^2}$$

5 Tracker fotovoltaici

Il progetto prevede l'installazione di 72.960 moduli fotovoltaici, ognuno di potenza pari a 610 Wp, da installare su apposite strutture di sostegno costituite dagli inseguitori fotovoltaici monoassiali, denominati tracker.

I tracker sono stati opportunamente dimensionati per consentire la coltivazione del terreno al di sotto degli stessi.

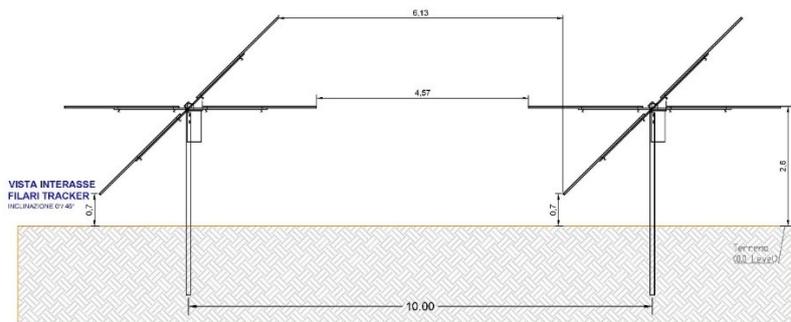
I tracker considerati nel progetto definitivo dell'impianto sono prodotti dalla CONVERT e sono del tipo orizzontale monoasse motorizzati, ovvero aventi asse di rotazione orizzontale e mossi da attuatori lineari.

I tracker suddetti verranno installati disposti sul terreno in file parallele con un'unica configurazione, indicata con 2Px24 (n. 1520 tracker), ove 2P sta ad indicare che su ciascuna struttura verranno installate due file parallele di moduli e X24 sta ad indicare che ogni fila sarà composta da 24 moduli fotovoltaici.

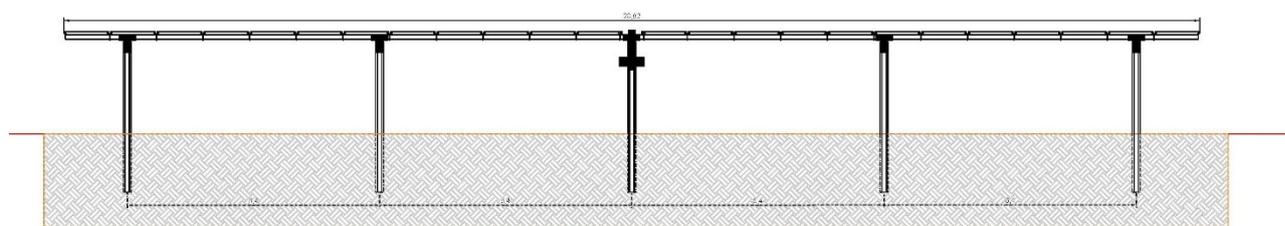
Il tracker può essere strutturalmente suddivisibile in 3 elementi principali:

- I montanti, che sorreggono l'intera struttura e trasmettono i carichi della stessa al terreno;
- L'asse di rotazione orizzontale, che consente il movimento della struttura ed alla quale è ancorata la struttura della vela;
- La struttura della vela, che costituisce la superficie sulla quale vengono disposti i moduli fotovoltaici.

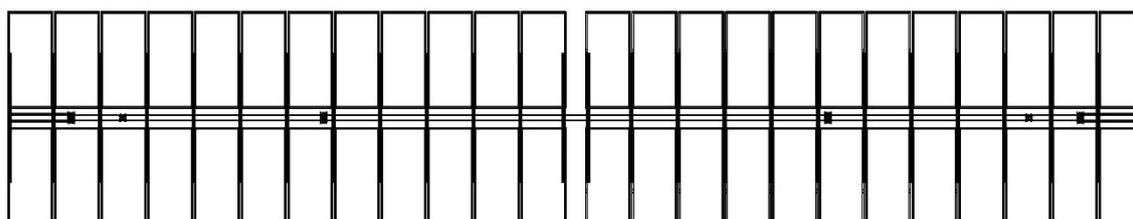
Nelle figure seguenti si riportano i disegni che mostrano le caratteristiche geometriche e strutturali dei tracker nella configurazione 2PX24.



Vista laterale dei tracker con inclinazione 0° e 45°



VISTA FRONTALE



VISTA DALL'ALTO

Vista frontale e vista dall'alto dei tracker con inclinazione 0°

Il tracker, nella configurazione 2PX24, ha una lunghezza di 28,82 m ed è sorretto da 5 montanti, realizzati con profili in acciaio S 355 JR zincato a caldo, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra 1,5 metri e 2,0 metri, a seconda della pendenza del terreno e delle caratteristiche geomorfologiche del terreno.

La profondità di infissione nel terreno sarà valutata per ogni singola struttura e verrà definita in fase di progettazione esecutiva, in seguito alle prove di carico ed alle verifiche di tenuta allo sfilaggio dei montanti.

Per ciò che concerne l'ancoraggio dei montanti al terreno si precisa che il progetto non prevede la realizzazione di fondazioni in calcestruzzo armato o di altro tipo.

I montanti verranno infissi nel terreno mediante l'impiego di attrezzature battipalo; in alternativa possono essere utilizzati quali montanti pali del tipo "a vite".

Il sistema di ancoraggio al terreno previsto riduce al minimo l'impatto ambientale generato dal sistema di fondazione; inoltre con tale tecnica si semplificano e si facilitano le operazioni di dismissione delle strutture.

L'asse di rotazione orizzontale del tracker, realizzata con profili in acciaio zincati a caldo, è ancorata ai montanti tramite un apposito sistema "poli – cuscinetto" che le consente il movimento monoassiale e sostiene la struttura della vela.

L'asse di rotazione è molto vicino all'asse del baricentro della struttura; ciò consente di ridurre la coppia sulla struttura e il carico sull'attuatore.

Il dimensionamento torsionale della struttura è realizzato al fine di evitare fenomeni di instabilità dovuti all'aumento del coefficiente del "fattore di forma".

I poli sono realizzati in acciaio S 355 JR, mentre la giunzione ed il supporto del cuscinetto sono realizzati rispettivamente in acciaio S 355 JR ed in acciaio S 275 JR.

L'asse di rotazione è realizzata in acciaio S 355 JR (file esterne) ed in acciaio S 275 JR (file interne).

La struttura costituente la vela è anch'essa realizzata con profilati, gli arcarecci, in acciaio S 355 JR zincati a caldo e sezione ad omega, per consentire il bloccaggio dei moduli fotovoltaici.

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene effettuato con viti in acciaio inossidabile e rondella in acciaio inossidabile per evitare fenomeni di accoppiamento galvanico e corrosione.

Per ciò che concerne la protezione superficiale dei profili in acciaio costituenti l'intera struttura del tracker, la stessa, come detto, avviene mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI-EN-ISO1461.

Come precedentemente scritto, i tracker si muovono lungo un'asse orizzontale, orientato nella direzione Nord –Sud.

Il sistema di movimentazione del tracker ha il compito di predisporre in maniera ottimale l'inclinazione della vela nella direzione della radiazione solare.

In relazione al movimento "basculante" che il tracker compie nell'arco di un periodo, la vela avrà un'altezza variabile da 0,70 m a 4,55 m rispetto al piano di campagna.

Il movimento della vela nell'arco di un periodo viene determinato da un algoritmo che fornisce una fase di backtracking mattutino da +45° a 0° (ove 0° costituisce la posizione della vela parallela al terreno) e una fase di backtracking pomeridiana da 0° a -45°.

5.1.1 Carichi agenti sulla struttura

PESO PROPRIO PALO E TRAVERSI (considerato autonomamente dal software di calcolo)

SOVRACCARICO PERMANENTE (Peso proprio moduli fotovoltaici: 0,40 kN) = 0,12 kN/m²

TOTALE SOVRACCARICO PERMANENTE = 0,12 kN/m²

Carichi variabili

Carico	Categoria	q _k [kN/m ²]
Neve	(cfr.3.1.1)	0,80
Vento	(cfr.3.1.2)	0,82

5.1.2 Materiali:

- Montanti in Acciaio: S 355 JR zincato a caldo
- Asse di rotazione: S 355 JR zincato a caldo
- Arcarecci: S 355 JR zincato a caldo

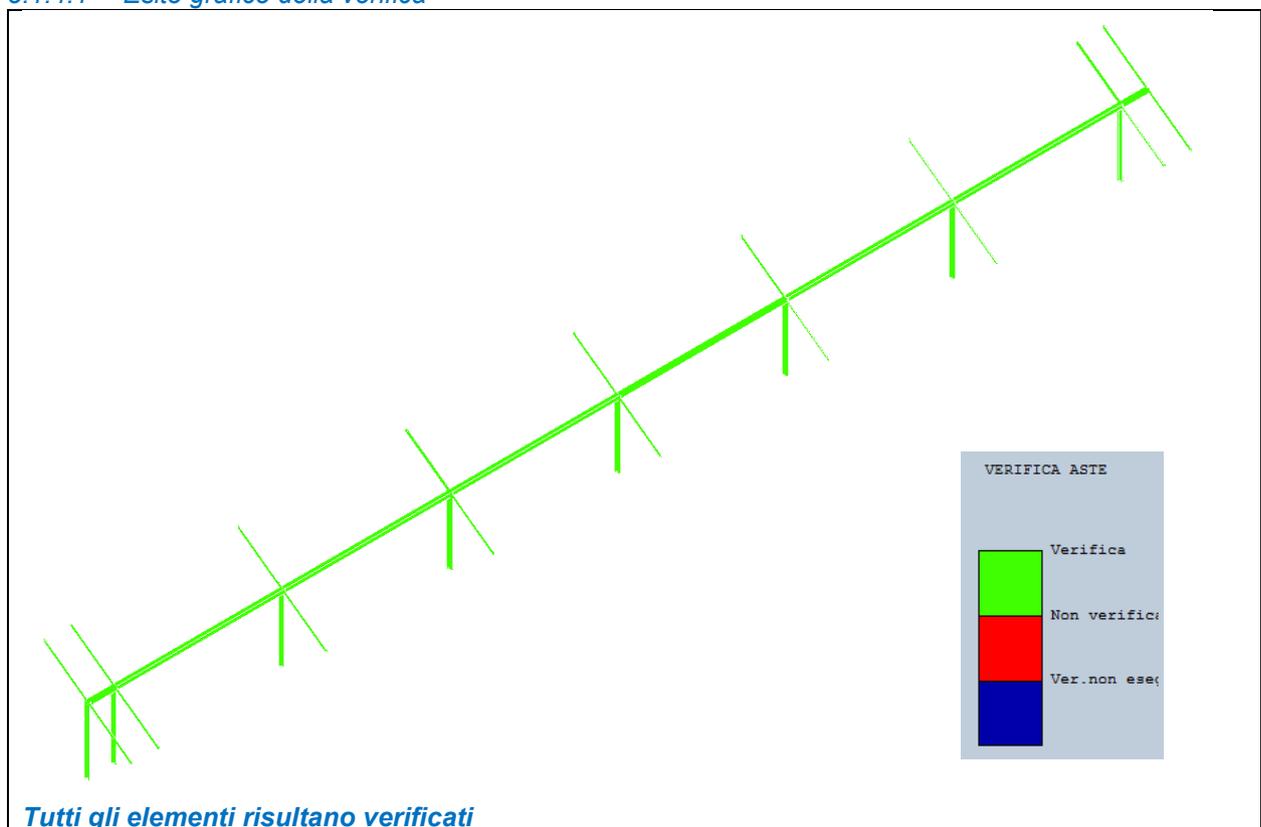
5.1.3 Sezioni elementi resistenti:

- Montanti in Acciaio: Colonna a doppio T (80mm x 200mm)
- Asse di rotazione: Tubo quadro (150mmx150mm – spess. 5mm)
- Arcarecci: Tubo rettangolare (40mmx80mm – spess. 4mm)

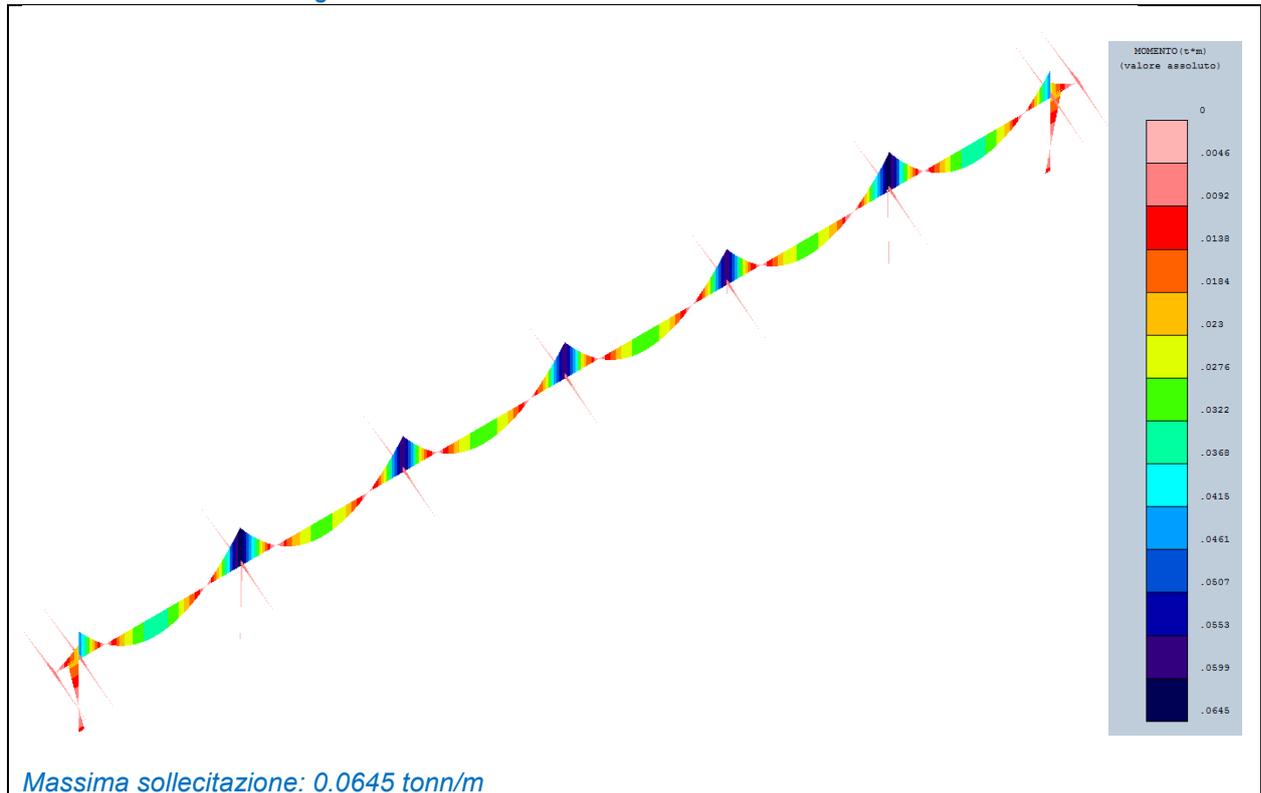
I calcoli di verifica delle sezioni resistenti sono stati eseguiti con il software CDS Win (Licenza n. 20945).
Di seguito vengono mostrati in formato grafico i principali risultati delle verifiche eseguite.

5.1.4 Principali risultati del calcolo

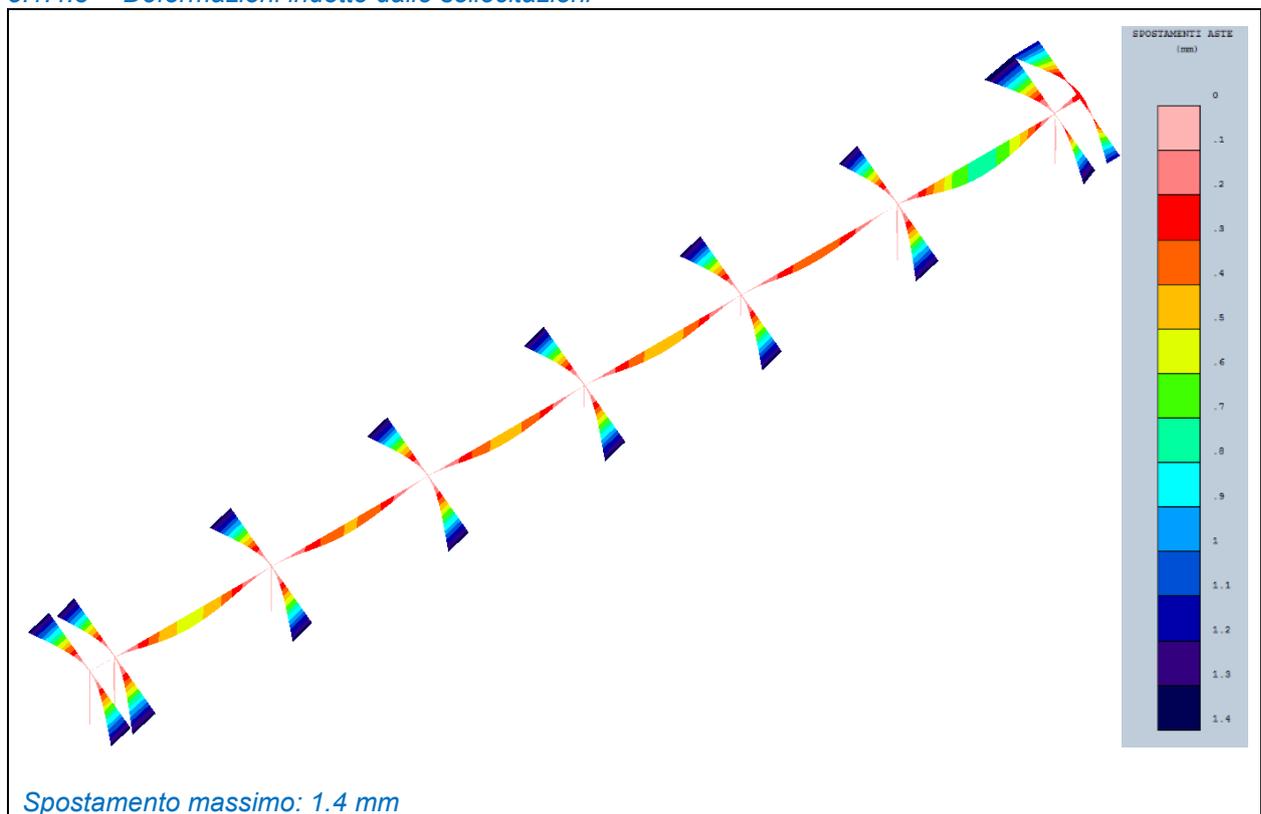
5.1.4.1 Esito grafico della verifica



5.1.4.2 Sollecitazioni sugli elementi



5.1.4.3 Deformazioni indotte dalle sollecitazioni



5.1.4.4 Conclusioni

Come si evince dalle figure sopra riportate, tutte le verifiche eseguite risultano soddisfatte con ampio

marginie di sicurezza.

La profondità di infissione nel terreno sarà valutata per ogni singola struttura e verrà definita in fase di progettazione esecutiva, in seguito alle prove di carico ed alle verifiche di tenuta allo sfilaggio dei montanti.

6 Cabine di campo

Le cabine di campo, di dimensione 8,6 m * 2,5 m * 2,7 m, saranno del tipo prefabbricato ed omologato; all'interno di esse saranno installati un quadro BT di parallelo e 1 trasformatore da 4000 kVA.

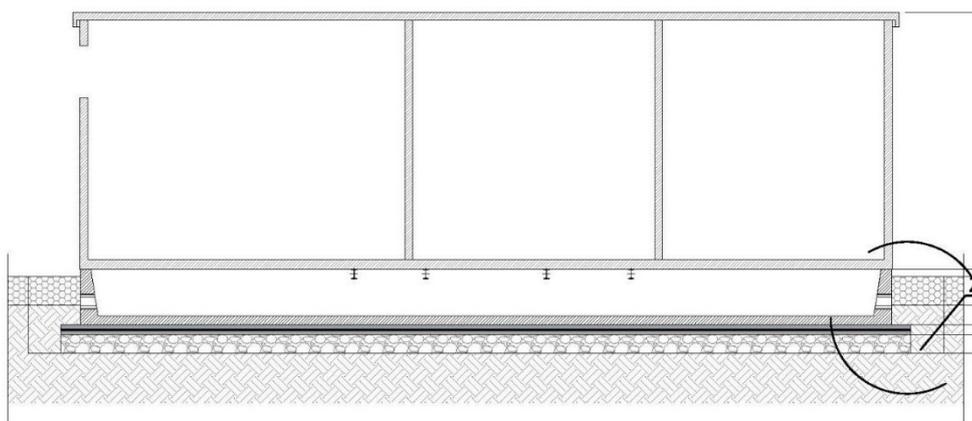
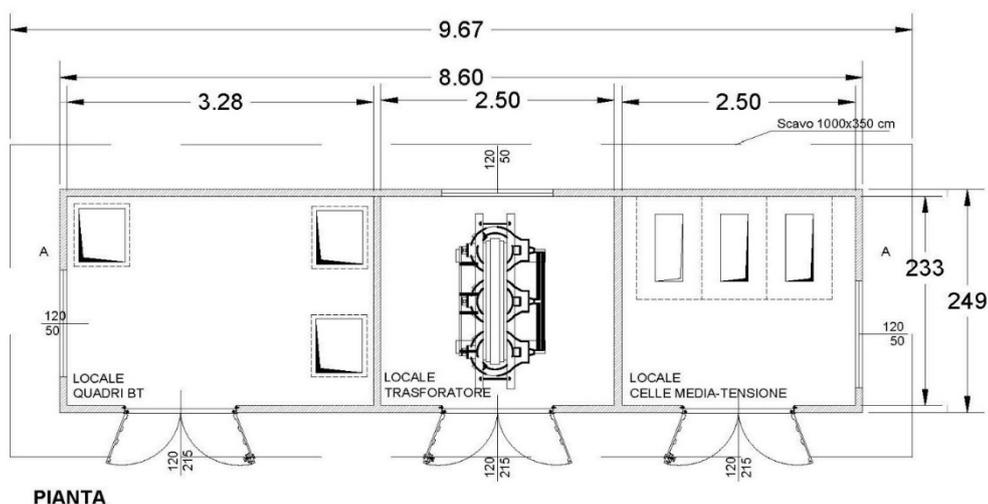
La cabina sarà del tipo prefabbricato, costituita da una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Per il posizionamento della cabina si prevede la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di un piano incassato rispetto alla quota del terreno adiacente realizzato in ghiaione, dello spessore di circa 20 cm, con soprastante piastra in calcestruzzo armato dello spessore di 30 cm e rete di armatura in acciaio elettrosaldata.

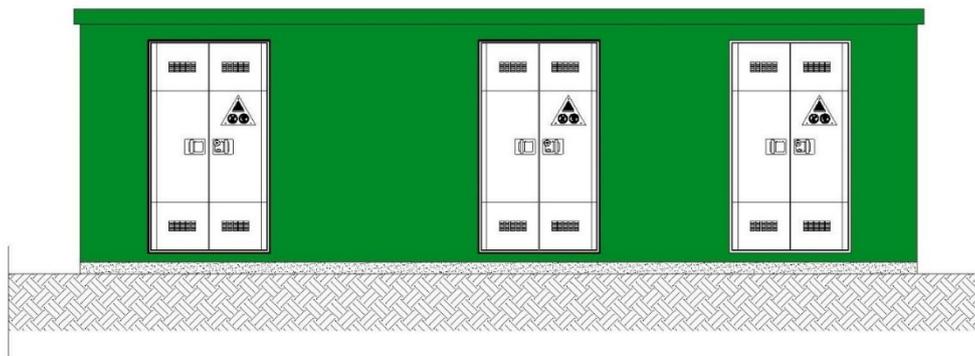
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

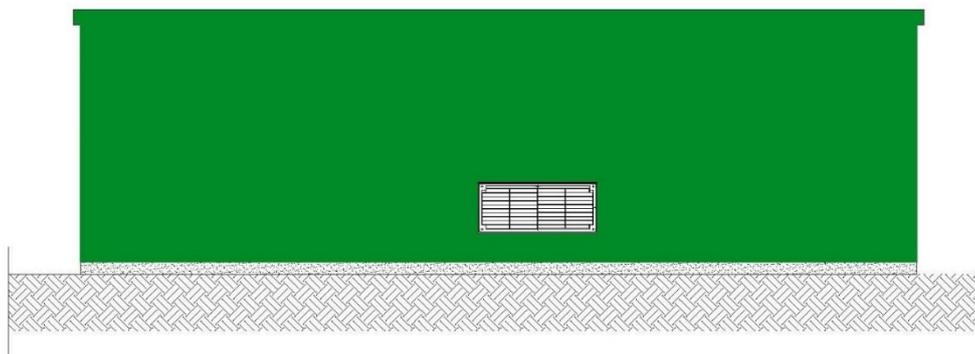
Le immagini che seguono mostrano nel dettaglio le caratteristiche geometriche e costruttive della cabina di campo.



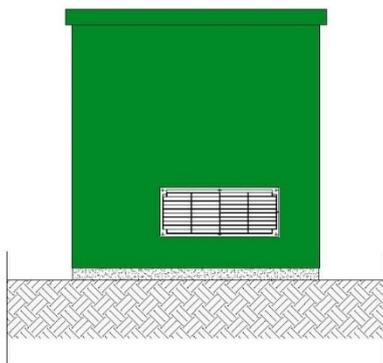
SEZIONE A-A



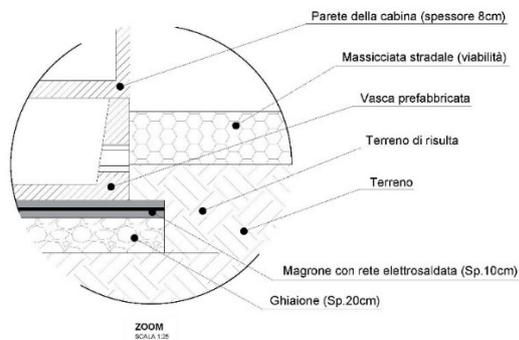
PROSPETTO FRONTALE



PROSPETTO POSTERIORE



PROSPETTO LATERALE



6.1.1 Piastra di fondazione

Carichi agenti sulla struttura

PESO PROPRIO PIASTRA DI FONDAZIONE (considerato autonomamente dal software di calcolo)

SOVRACCARICO PERMANENTE (locale quadri e locale celle):

Cabina prefabbricata omologata (peso complessivo 178,0kN)

= 8,3 kN/m²

Quadri elettrici e celle

= 15,0 kN/m²

TOTALE SOVRACCARICO PERMANENTE

= 23,3 kN/m²

Carichi variabili

Ambienti	Categoria	q _k [kN/m ²]
----------	-----------	--

Piano di calpestio	(da indicazioni del costruttore)	2,00
Copertura	H	5,00
Neve	(cfr.3.1.1)	0,80

SOVRACCARICO PERMANENTE (locale trasformatore):

Cabina prefabbricata omologata (peso complessivo 178,0kN) = 8,3 kN/m²

Trasformatore (peso complessivo 30,0kN) = 5,1 kN/m²

TOTALE SOVRACCARICO PERMANENTE = 13,4 kN/m²

Carichi variabili

Ambienti	Categoria	q _k [kN/m ²]
Piano di calpestio	(da indicazioni del costruttore)	2,00
Copertura	H	5,0
Neve	(cfr.3.1.1)	0,80

6.1.2 Materiali piastra di fondazione:

- Calcestruzzo C25/30 kN/mm²

- Armature in acciaio B450C

6.1.3 Sezioni elementi resistenti:

- Cabina monoblocco omologata (verifiche di resistenza attestata dal produttore)

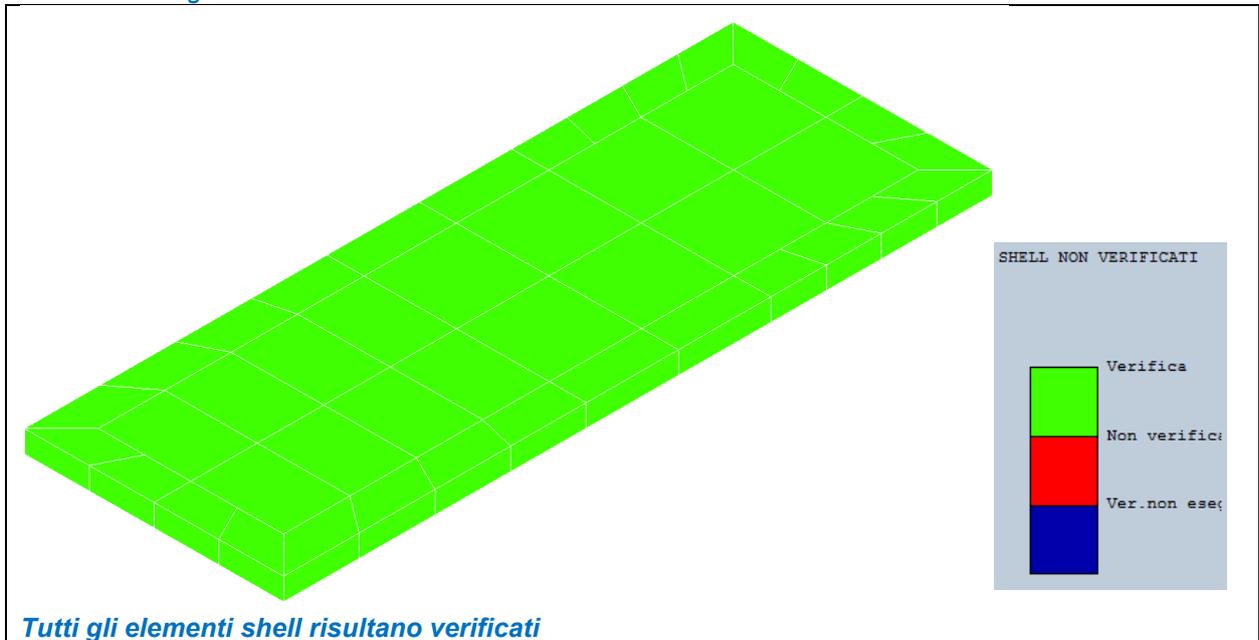
- Piastra di fondazione: 9.60m x 3.50m – spess. 30cm

I calcoli di verifica della piastra di fondazione sono stati eseguiti con il software CDS Win (Licenza n. 20945).

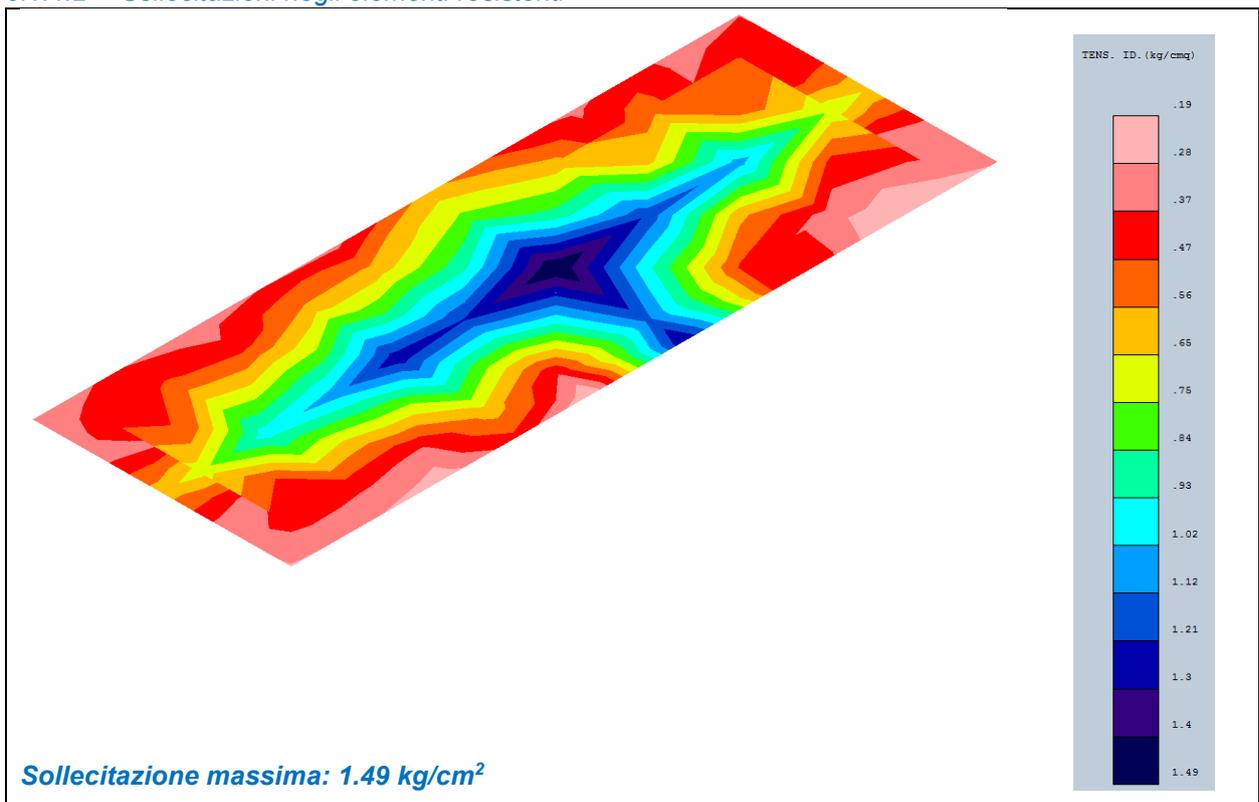
Di seguito vengono mostrati in formato grafico i principali risultati delle verifiche eseguite.

6.1.4 Verifica piastra in CA

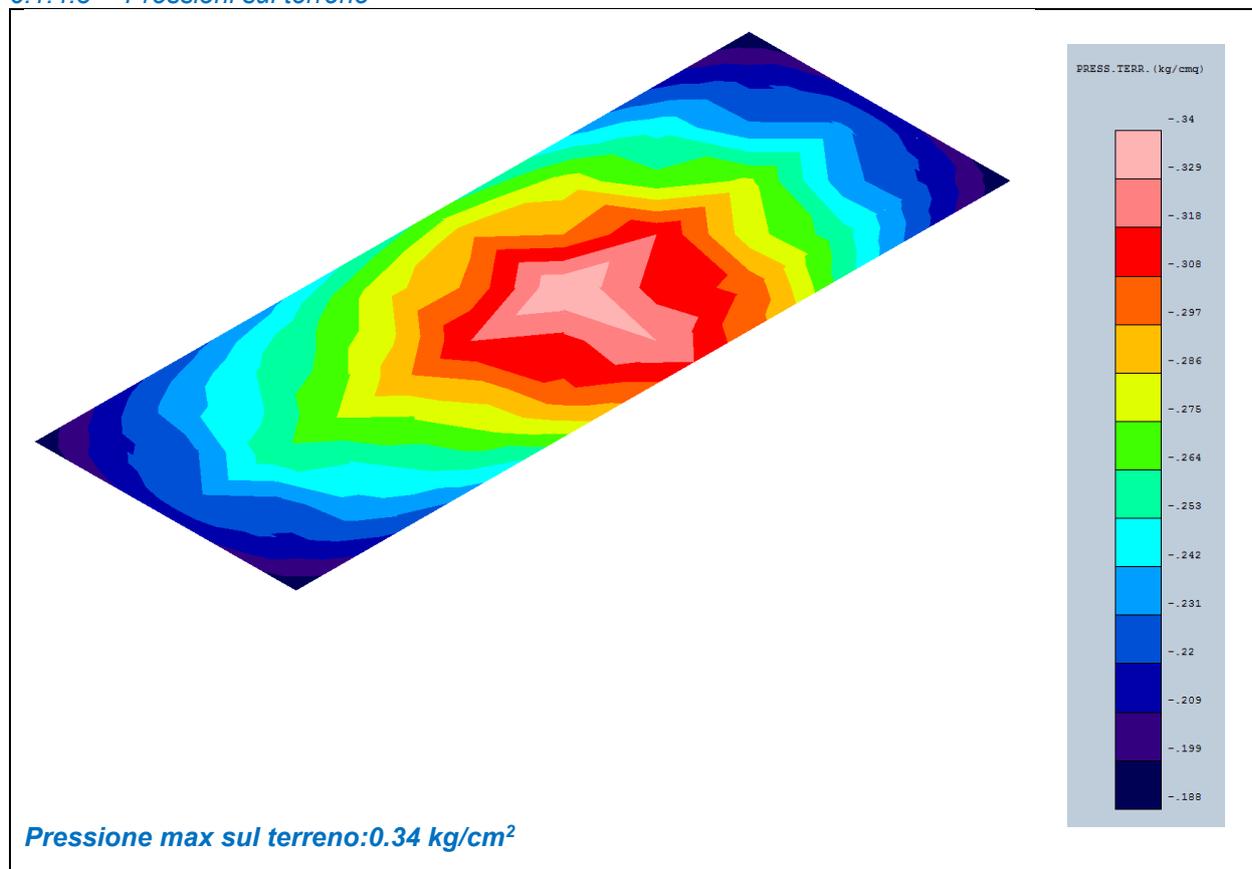
6.1.4.1 Esito grafico della verifica



6.1.4.2 Sollecitazioni negli elementi resistenti



6.1.4.3 Pressioni sul terreno



6.1.4.4 Conclusioni

Come si evince dalle figure sopra riportate, tutte le verifiche eseguite risultano soddisfatte con ampio margine di sicurezza.

Nel corso della progettazione esecutiva verrà determinato il carico limite del complesso strutture-fondazione ed in caso di necessità, potranno essere adeguate le dimensioni della piastra di fondazione.

7 Cabina di raccolta

L'energia delle cabine di campo verrà convogliata nella cabina di raccolta, che verrà collegata, mediante un cavidotto interrato MT, alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV.

La cabina, di dimensioni 8,6 m * 2, 5 m * 2,7 m, sarà del tipo prefabbricato.

All'interno di essa, oltre alle celle di MT vi alloggeranno anche l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione ed il QGBT Ausiliari.

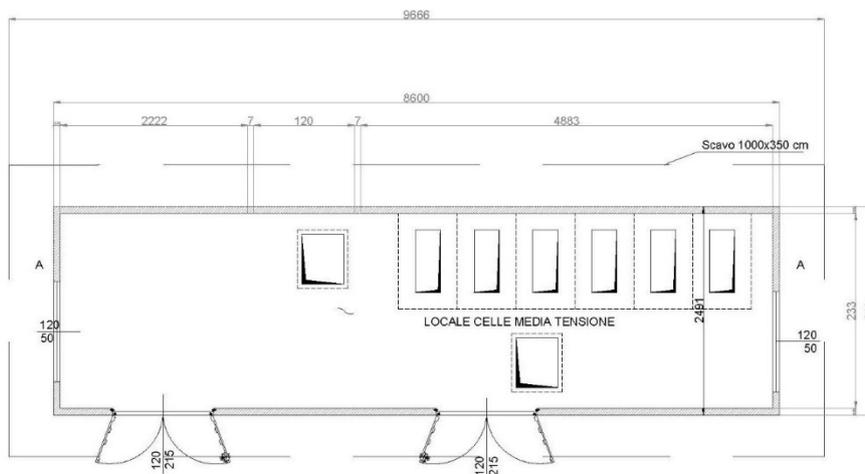
La cabina sarà del tipo prefabbricato, costituita da una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Per il posizionamento della cabina si prevede la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di un piano incassato rispetto alla quota del terreno adiacente realizzato in ghiaione, dello spessore di circa 20 cm, con soprastante piastra in calcestruzzo armato dello spessore di 30 cm e rete di armatura in acciaio elettrosaldato.

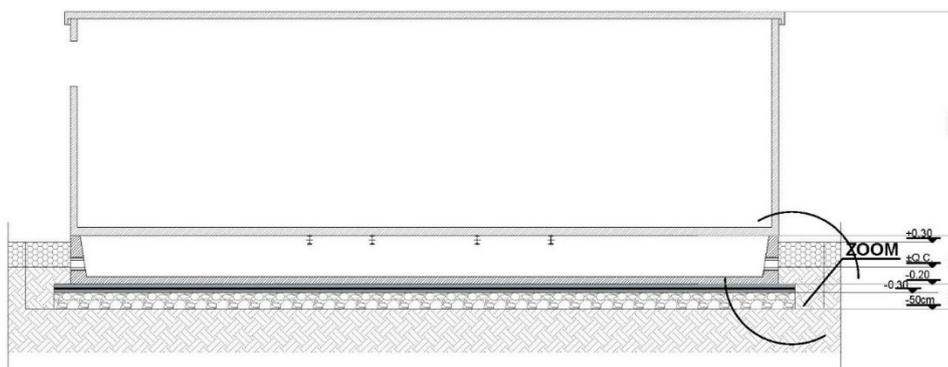
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

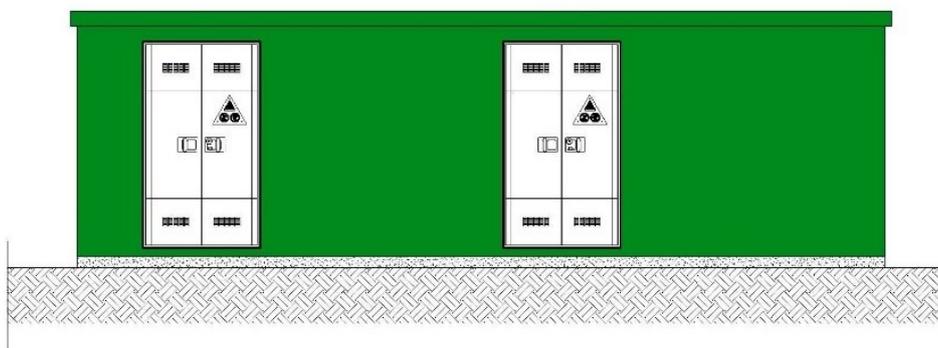
Le immagini che seguono mostrano nel dettaglio le caratteristiche geometriche e costruttive della cabina di raccolta.



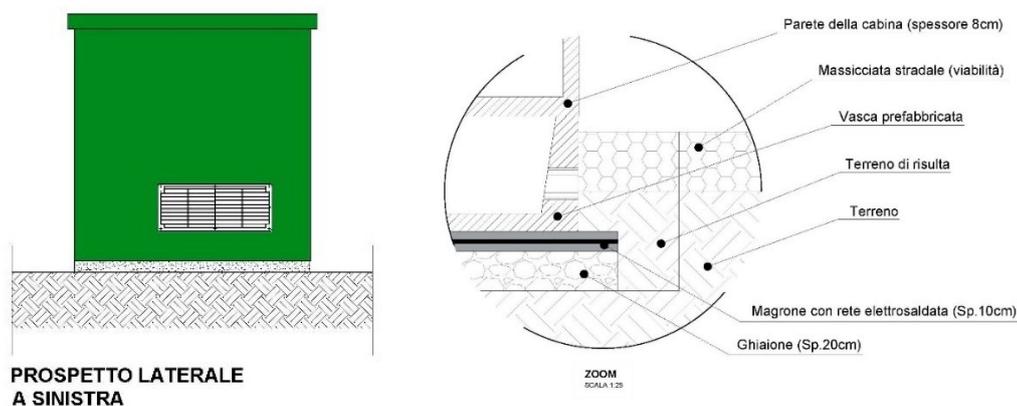
PIANTA



SEZIONE A-A



PROSPETTO FRONTALE



7.1.1 Piastra di fondazione

7.1.2 Carichi agenti sulla struttura

PESO PROPRIO PIASTRA DI FONDAZIONE (considerato autonomamente dal software di calcolo)

SOVRACCARICO PERMANENTE (locale quadri e locale celle):

Cabina prefabbricata omologata (peso complessivo 178,0kN) = 8,3 kN/m²

Quadri elettrici e celle = 15,0 kN/m²

TOTALE SOVRACCARICO PERMANENTE = 23,3 kN/m²

Carichi variabili

Ambienti	Categoria	q _k [kN/m ²]
Piano di calpestio	(da indicazioni del costruttore)	2,00
Copertura	H	5,00
Neve	(cfr.3.1.1)	0,80

7.1.3 Materiali piastra di fondazione:

- Calcestruzzo C25/30 kN/mm²

- Armature in acciaio B450C

7.1.4 Sezioni elementi resistenti:

- Cabina monoblocco omologata (verifiche di resistenza attestata dal produttore)

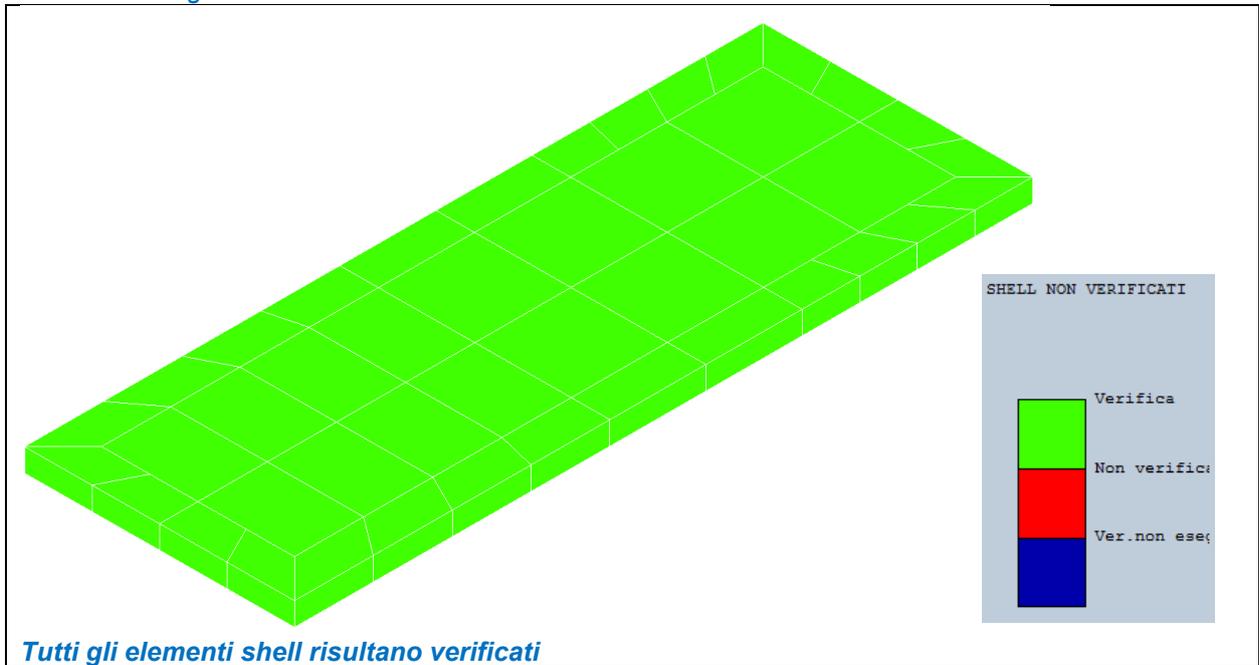
- Piastra di fondazione: 9.60m x 3.50m – spess. 30cm

I calcoli di verifica della piastra di fondazione sono stati eseguiti con il software CDS Win (Licenza n. 20945).

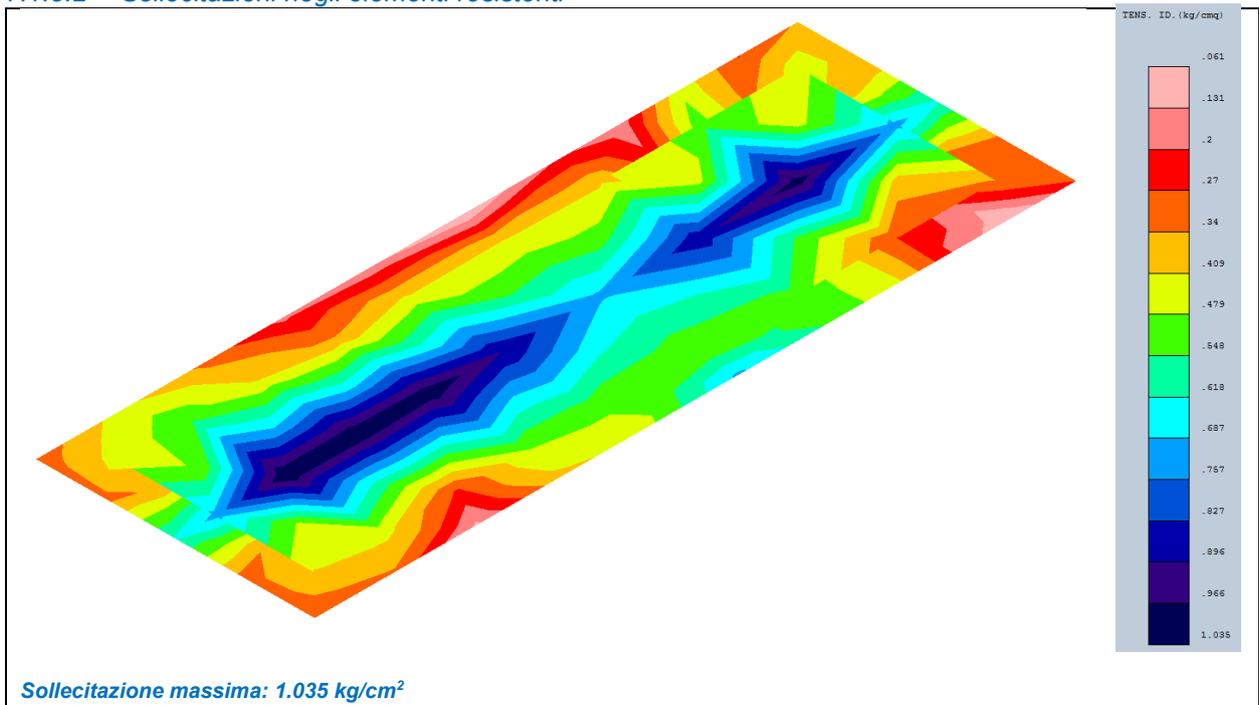
Di seguito vengono mostrati in formato grafico i principali risultati delle verifiche eseguite.

7.1.5 Verifica piastra in CA

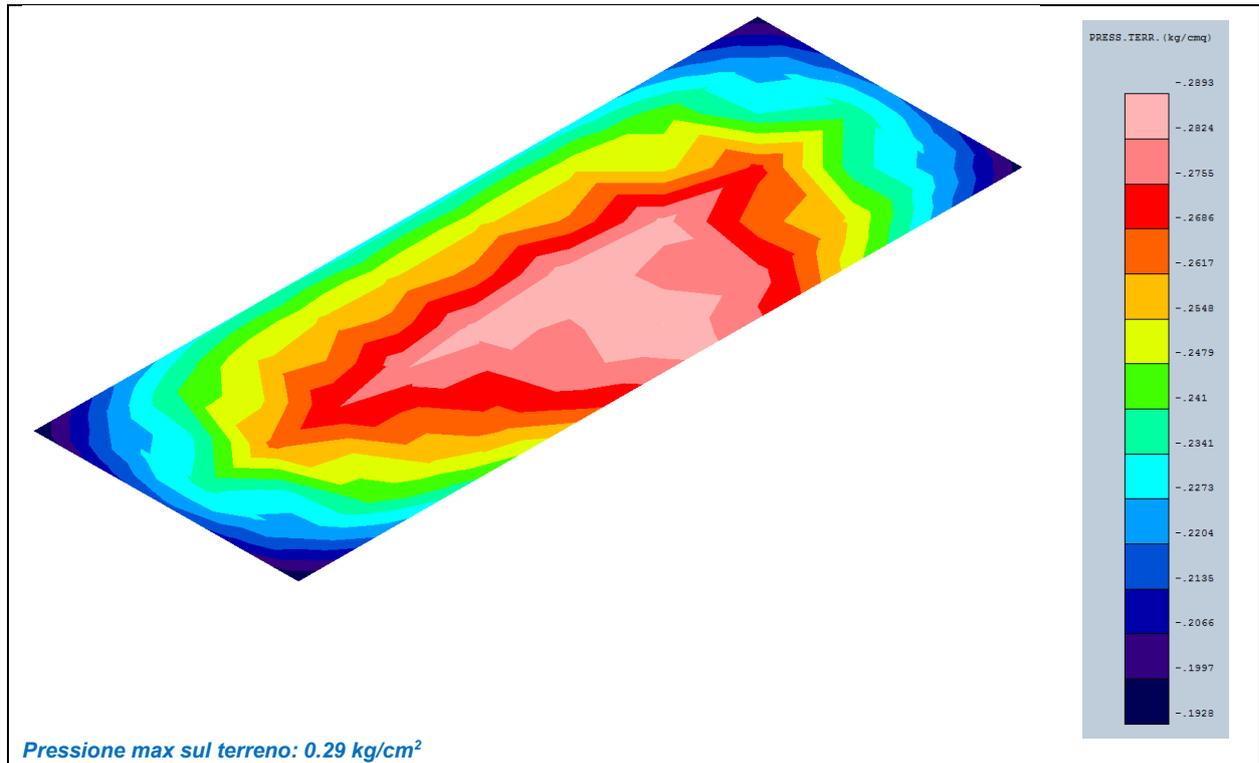
7.1.5.1 Esito grafico della verifica



7.1.5.2 Sollecitazioni negli elementi resistenti



7.1.5.3 Pressioni sul terreno



7.1.5.4 Conclusioni

Come si evince dalle figure sopra riportate, tutte le verifiche eseguite risultano soddisfatte con ampio margine di sicurezza.

Nel corso della progettazione esecutiva verrà determinato il carico limite del complesso strutture-fondazione ed in caso di necessità, potranno essere adeguate le dimensioni della piastra di fondazione.

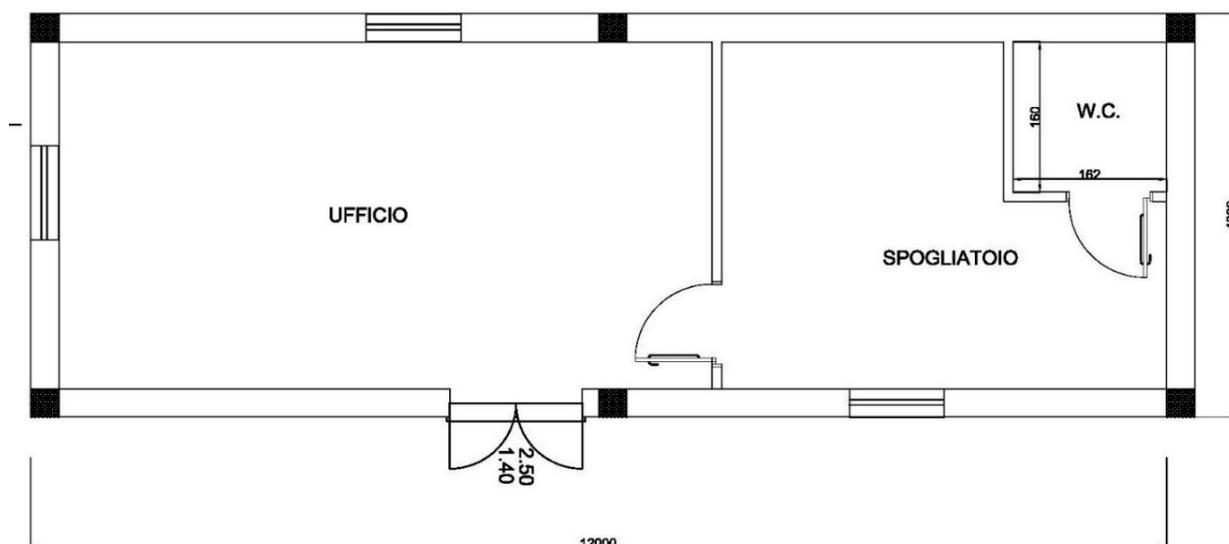
8 Locale servizi

Il locale servizi, di dimensione 12 m * 4,3 m * 3,0 m, verrà realizzato con struttura portante in calcestruzzo armato gettato in opera. Sottostante l'intero fabbricato, nel piano di fondazione verrà realizzato un cavedio per consentire l'ingresso e l'uscita dei servizi.

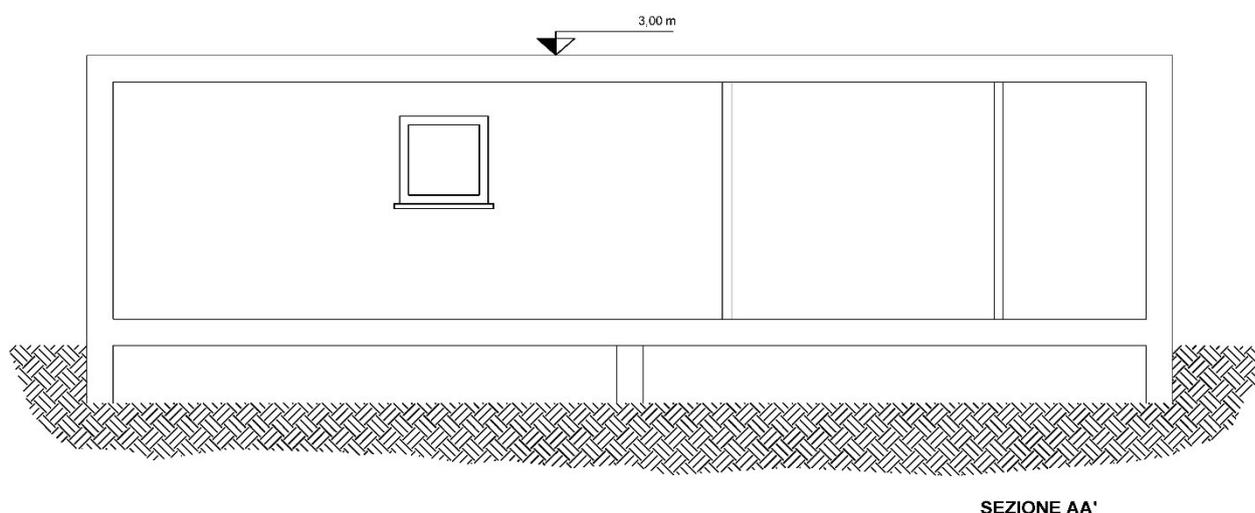
All'interno della control room si realizzerà uno spogliatoio, un bagno ed un ufficio dove sarà alloggiato il quadro di distribuzione, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione.

La copertura sarà costituita da un solaio piano, isolato con pannelli coibentanti ed impermeabilizzato con guaina bituminosa a doppio strato e ardesiata.

La tompagnatura perimetrale verrà realizzata con muratura in laterizio a cassa vuota con interposti elementi coibenti. I tramezzi verranno realizzati con mattoni forati in laterizio.



Pianta della Control room



Sezione della Control room

8.1 Carichi agenti sulla struttura

- Solaio di piano terra (H=20+5 cm)

si calcolano i seguenti carichi per metro quadrato di superficie:

PESO PROPRIO SOLAIO IN C.A.P.		3,20 KN/m²
SOVRACCARICO PERMANENTE:		
Massetto pavimentazione	= 0,05 x 15,00	= 0,75 KN/m ²
Pavimento	= 0,02 x 20,00	= 0,40 KN/m ²
Incidenza tramezzi		= 1,20 KN/m ²
TOTALE SOVRACCARICO PERMANENTE		= 2,35 KN/m²

- Solaio di copertura (H=20+5 cm)

si calcolano i seguenti carichi per metro quadrato di superficie:

PESO PROPRIO SOLAIO IN C.A.P.		3,20 KN/m²
SOVRACCARICO PERMANENTE:		
Pacchetto isolante e impermeabilizzate		= 0,15 KN/m ²
Intonaco all'intradosso		= 0,30 KN/m ²
Pannello di coibentazione		= 0,60 KN/m ²
TOTALE SOVRACCARICO PERMANENTE		= 1,05KN/m²

Tamponature

si calcolano i seguenti carichi per metro quadrato di superficie:

PESO PROPRIO:		
Fodera interna	= 0,08 x 8,00	= 0,64 KN/m ²
Fodera esterna	= 0,20 x 8,00	= 1,60 KN/m ²
Intonaco interno		= 0,30 KN/m ²
Intonaco esterno		= 0,30 KN/m ²
TOTALE PESO PROPRIO		= 2,84 KN/m²

Carichi variabili

Ambienti	Categoria	q _k [kN/m ²]
Primo impalcato	B1	2,00
Copertura	H	0,50
Neve	(cfr.3.1.1)	0,80

8.1.1 Materiali strutturali:

- Calcestruzzo C25/30 kN/mm²

- Armature in acciaio B450C

8.1.2 Sezioni elementi resistenti:

Travi di fondazione: 50cm x 50cm

Pilastrini in elevazione 30cm x 30cm

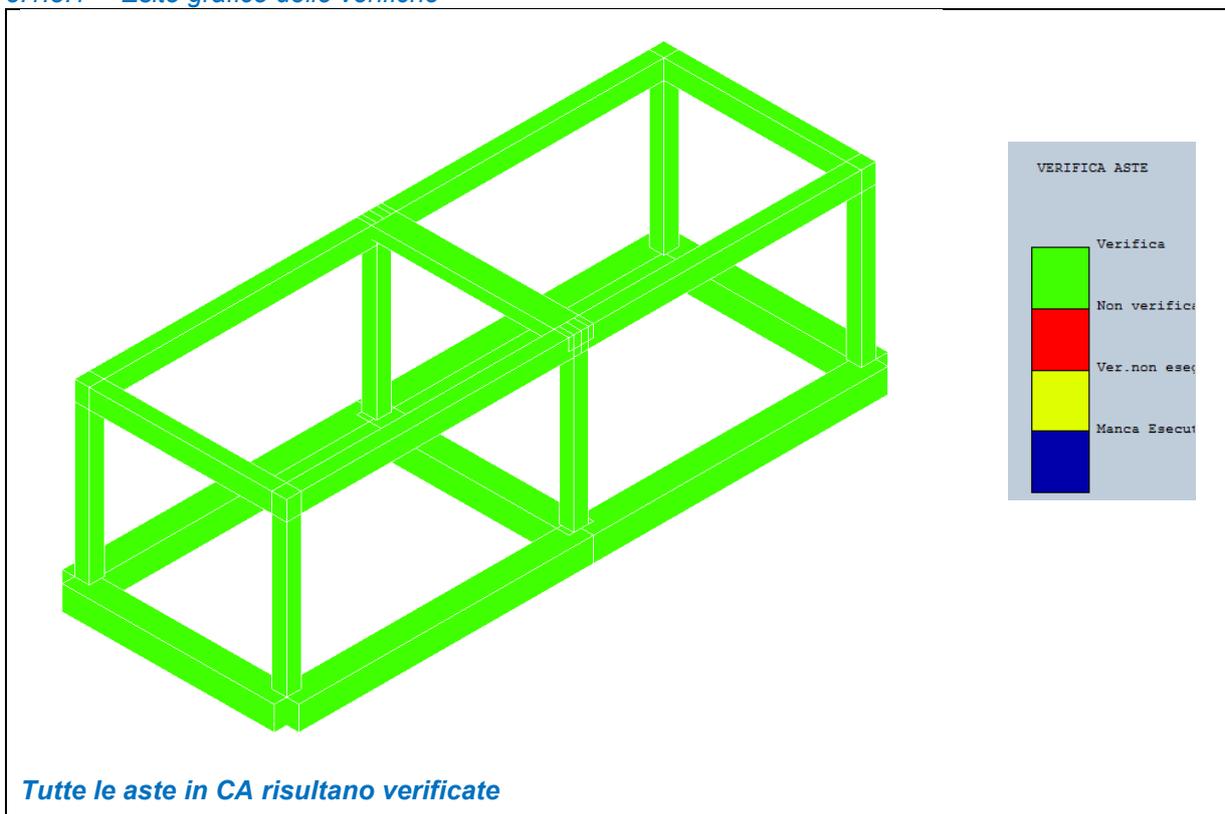
Travi in copertura 30cm x 40cm

I calcoli sono stati eseguiti con il software CDS Win (Licenza n. 20945)

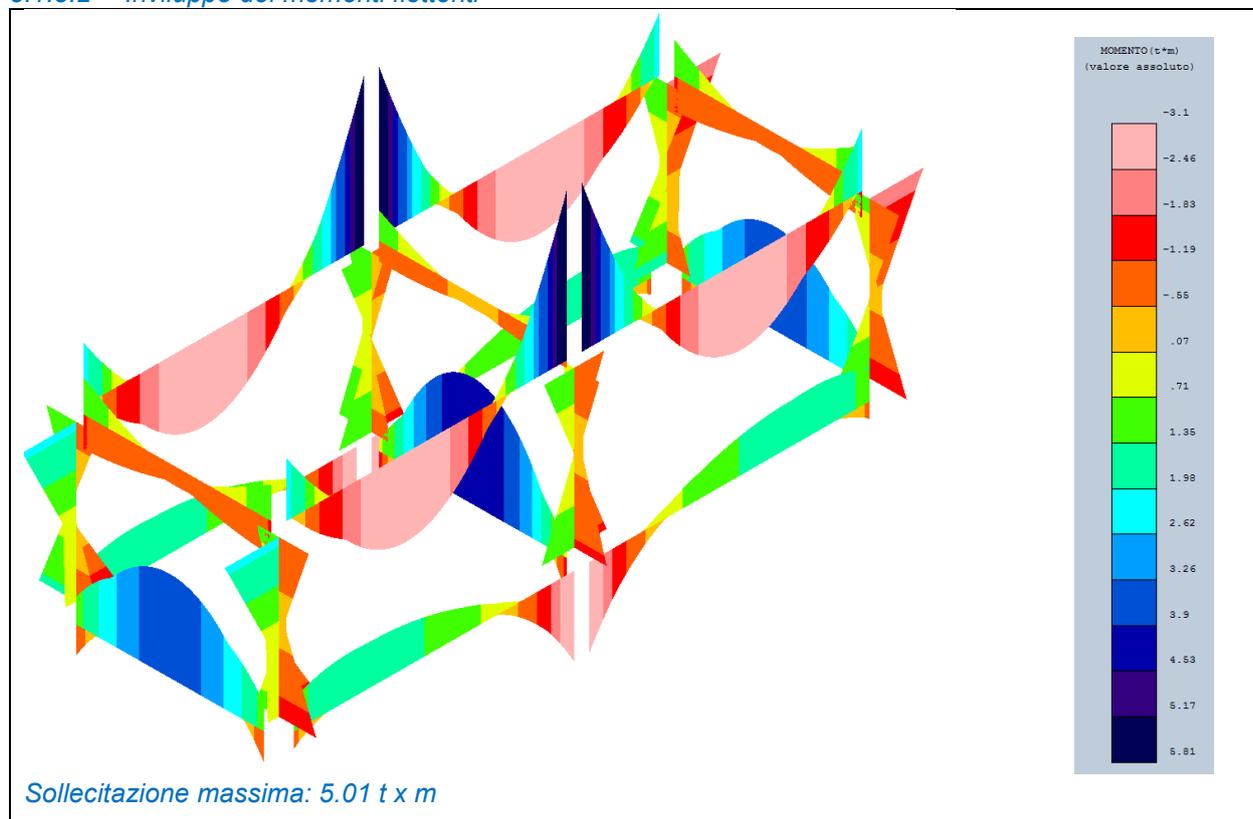
Di seguito vengono mostrati in formato grafico i principali risultati delle verifiche eseguite

8.1.3 Verifica aste in CA

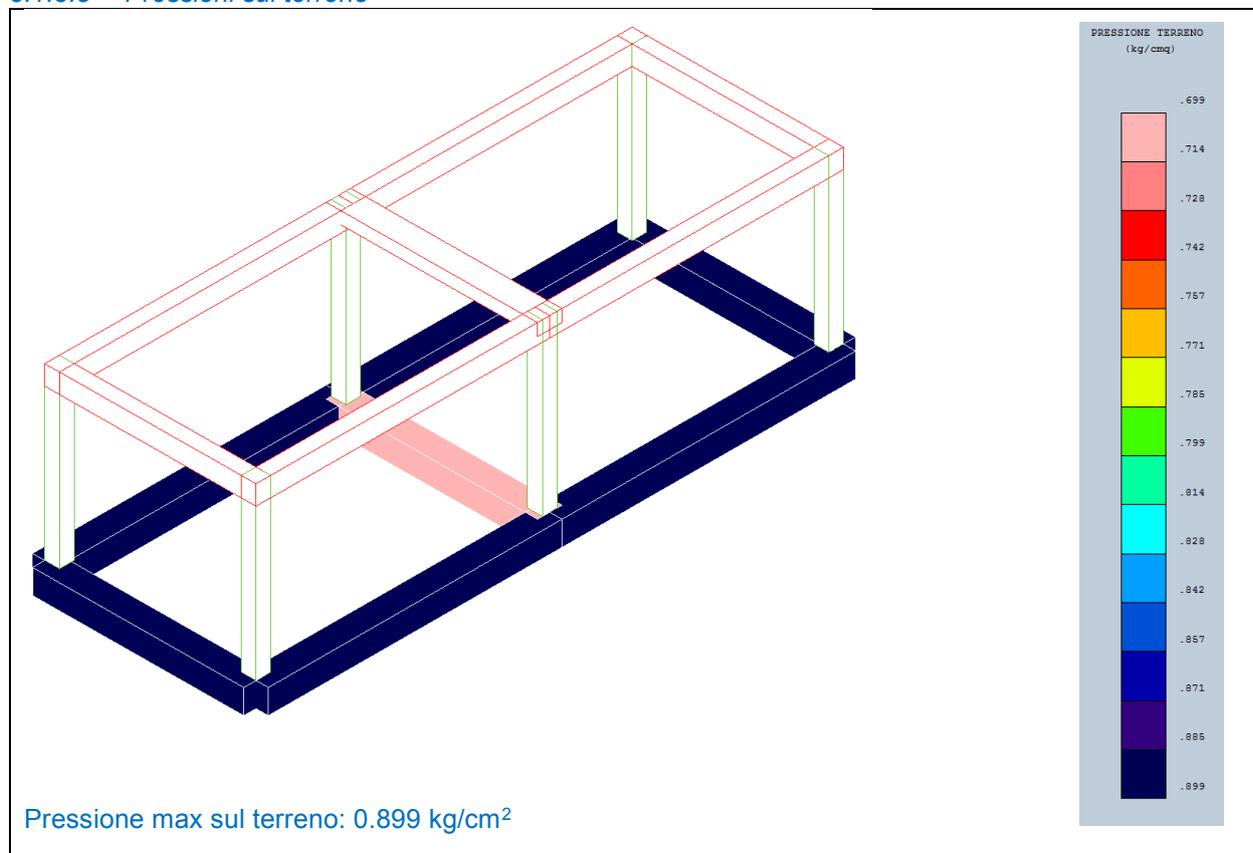
8.1.3.1 Esito grafico delle verifiche



8.1.3.2 *Involuppo dei momenti flettenti*



8.1.3.3 *Pressioni sul terreno*



8.1.3.4 Conclusioni

Come si evince dalle figure sopra riportate, tutte le verifiche eseguite risultano soddisfatte con ampio margine di sicurezza.

Nel corso della progettazione esecutiva verrà determinato il carico limite del complesso strutture-fondazione ed in caso di necessità, potranno essere adeguate le dimensioni delle travi di fondazione.

9 Sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV

La sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV è costituita da un'area non recintata di dimensioni pari a 285 m² (19,50 m x 14,60 m) nella quale verranno installati tre edifici prefabbricati, ossia la cabina 30 kV, la cabina di trasformazione e la cabina 36 kV.

Le 3 cabine suddette, dal punto di vista strutturale presentano le stesse caratteristiche.

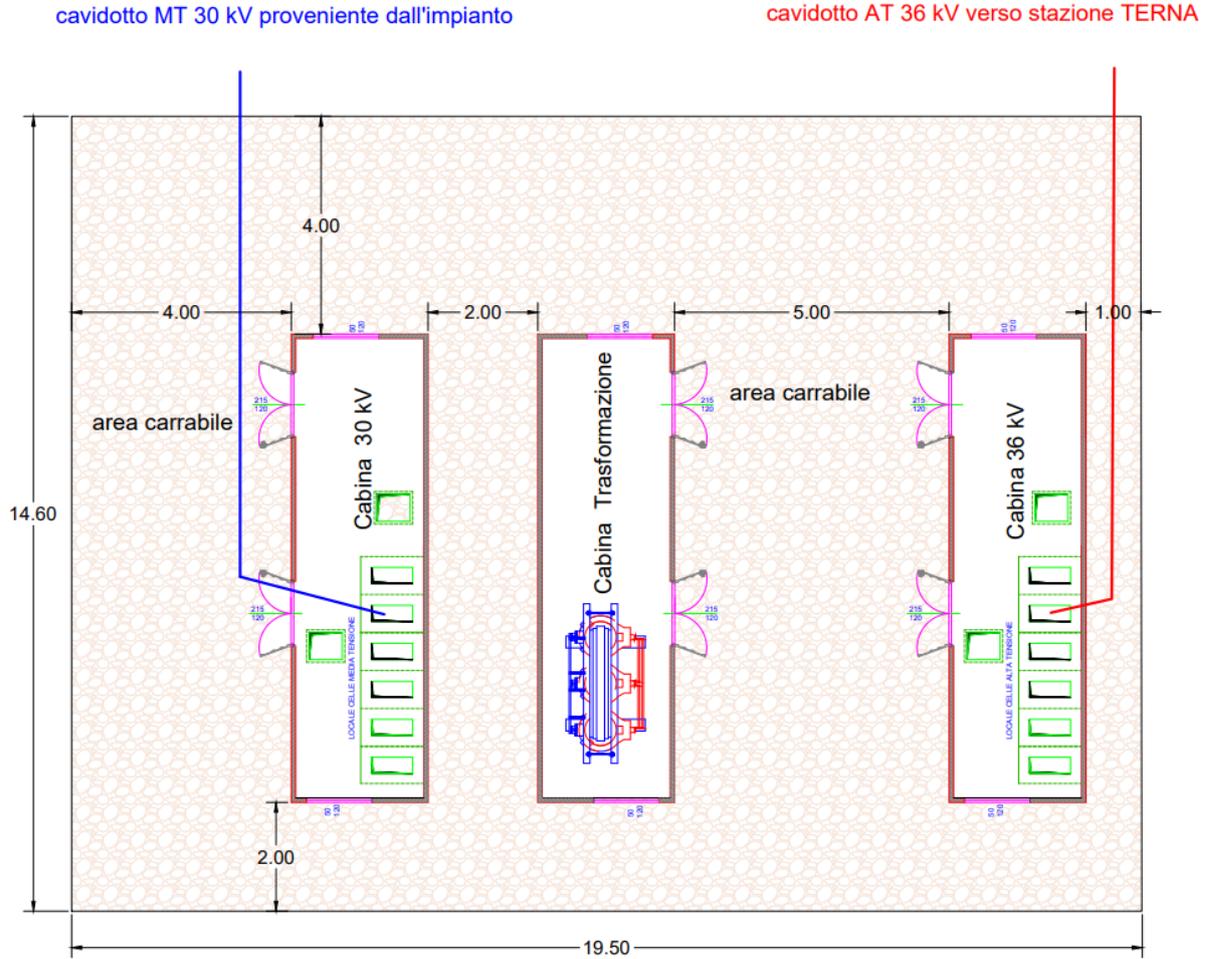
Ciascuna cabina avrà dimensioni 8,60 x 2,50 x 2,70 m (lunghezza x larghezza x altezza), sarà del tipo prefabbricato, costituita da una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Per il posizionamento della cabina si prevede la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di un piano incassato rispetto alla quota del terreno adiacente realizzato in ghiaione, dello spessore di circa 20 cm, con soprastante piastra in calcestruzzo armato dello spessore di 30 cm e rete di armatura in acciaio elettrosaldato.

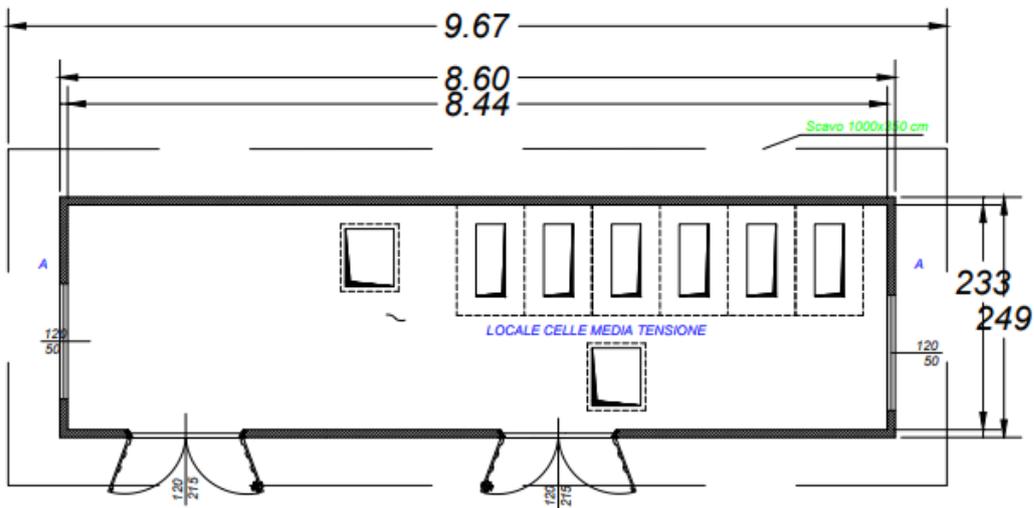
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

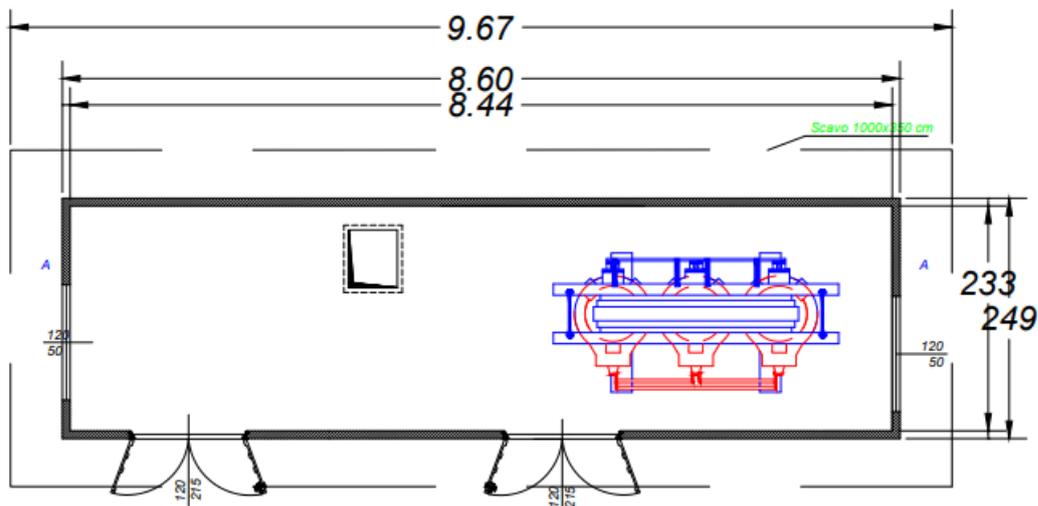
Si riportano di seguito la planimetria della sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV ed i disegni architettonici delle cabine.



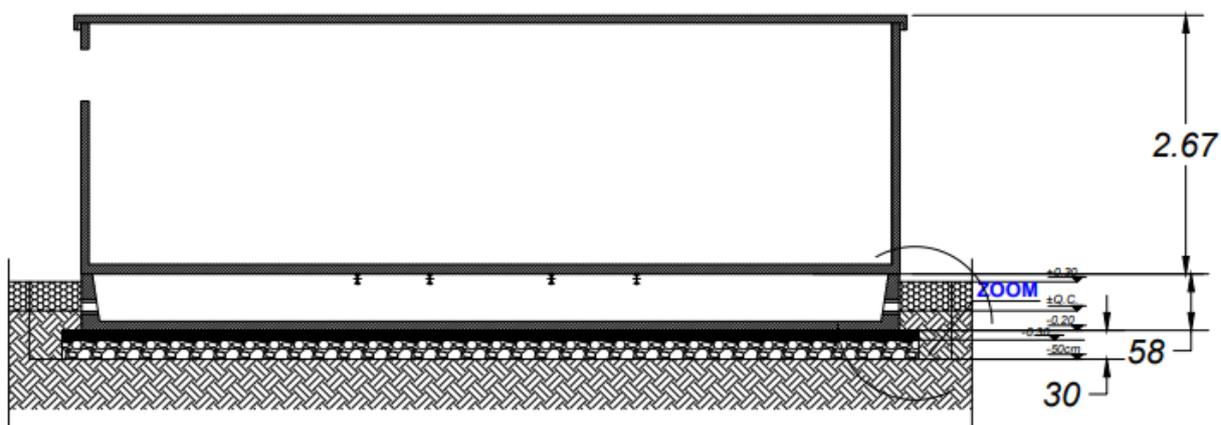
Planimetria della sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV



Pianta della cabina MT e della cabina AT



Pianta della cabina Trasformatore



9.1 Piastra di fondazione

9.1.1 Carichi agenti sulla struttura

PESO PROPRIO PIASTRA DI FONDAZIONE (considerato autonomamente dal software di calcolo)

SOVRACCARICO PERMANENTE (locale quadri e locale celle):

Cabina prefabbricata omologata (peso complessivo 178,0kN) = 8,3 kN/m²

Quadri elettrici/celle/trasformatore = 15,0 kN/m²

TOTALE SOVRACCARICO PERMANENTE = 23,3 kN/m²

Carichi variabili

Ambienti	Categoria	q _k [kN/m ²]
Piano di calpestio	(da indicazioni del costruttore)	2,00
Copertura	H	5,00
Neve	(cfr.3.1.1)	0,80

9.1.2 Materiali piastra di fondazione:

- Calcestruzzo C25/30 kN/mm²

- Armature in acciaio B450C

9.1.3 Sezioni elementi resistenti:

- Cabina monoblocco omologata (verifiche di resistenza attestate dal produttore)

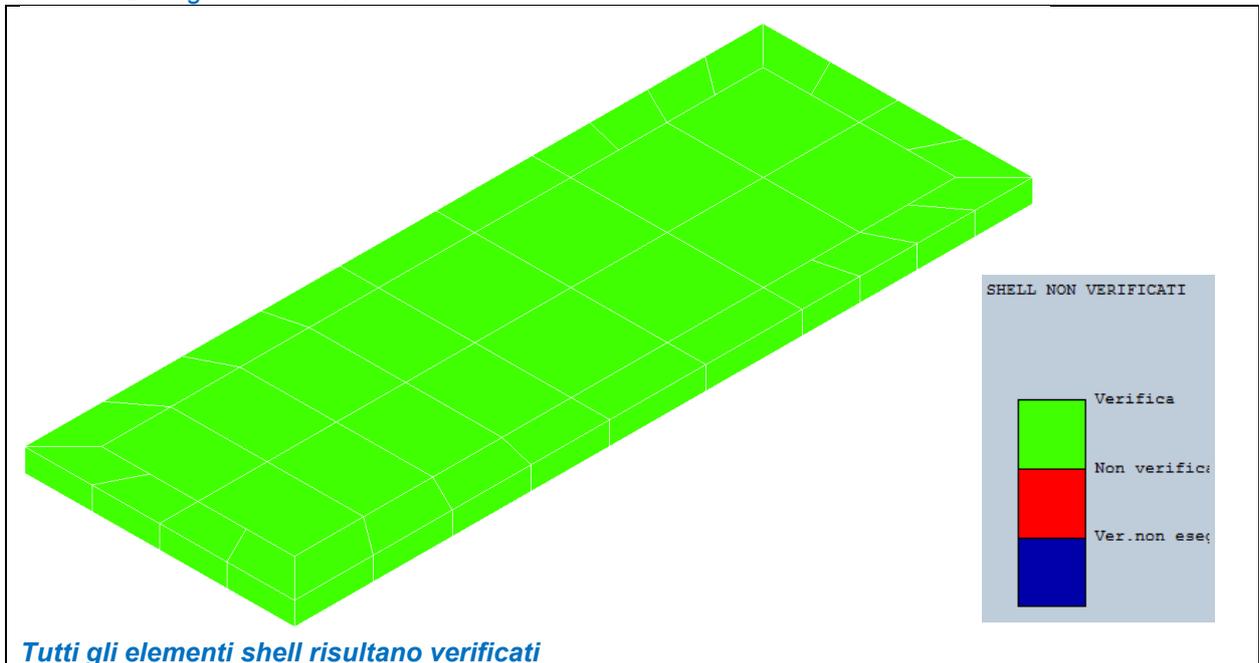
- Piastra di fondazione: 9.60m x 3.50m – spess. 30cm

I calcoli di verifica della piastra di fondazione sono stati eseguiti con il software CDS Win (Licenza n. 20945).

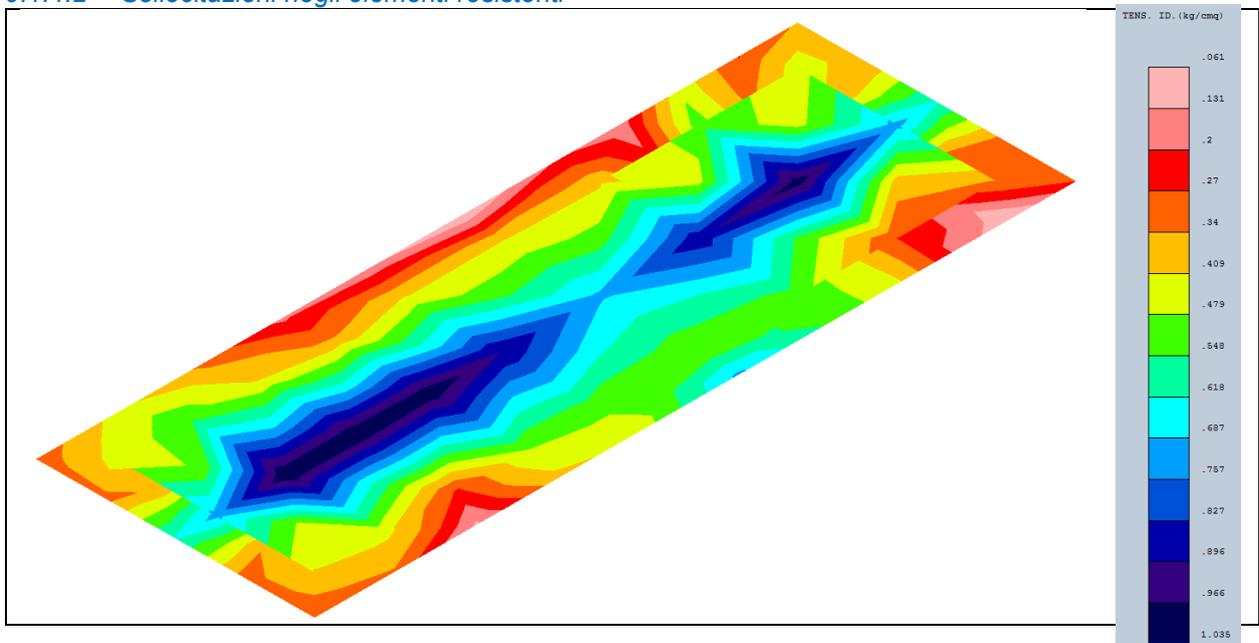
Di seguito vengono mostrati in formato grafico i principali risultati delle verifiche eseguite.

9.1.4 Verifica piastra in CA

9.1.4.1 Esito grafico della verifica

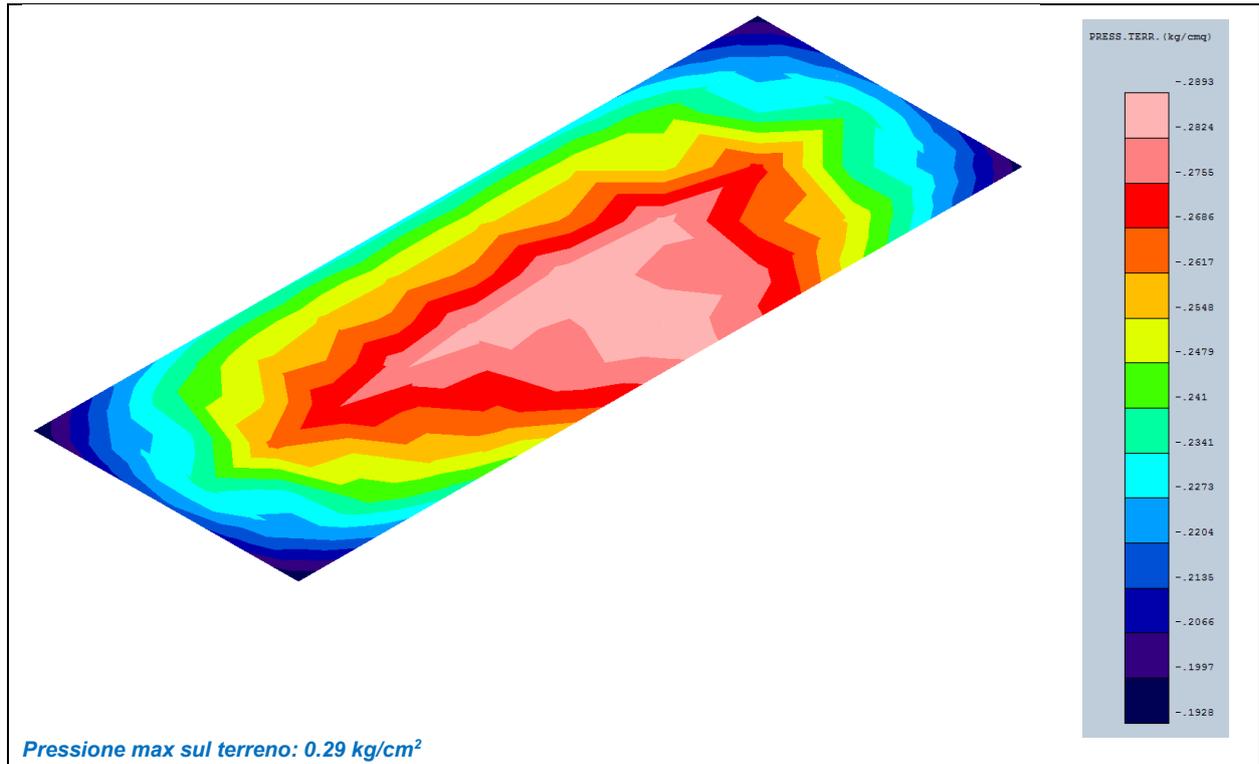


9.1.4.2 Sollecitazioni negli elementi resistenti



Sollecitazione massima: 1.035 kg/cm²

9.1.4.3 Pressioni sul terreno



9.1.4.4 Conclusioni

Come si evince dalle figure sopra riportate, tutte le verifiche eseguite risultano soddisfatte con ampio margine di sicurezza.

Nel corso della progettazione esecutiva verrà determinato il carico limite del complesso struttura-fondazione ed in caso di necessità, potranno essere adeguate le dimensioni della piastra di fondazione.